716050
2 maart 2018

MILIEUEFFECTRAPPORT WINDPARK KRONINGSWIND

Kroningswind BV

Definitief



Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	MER Windpark Kroningswind
Soort document	Definitief
Datum	2 maart 2018
Projectnummer	716050
Opdrachtgever	Kroningswind BV
Auteur	Mariëlle de Sain, Pondera Consult Bouke Vogelaar, Pondera Consult Paul Janssen, Pondera Consult Dion Oude Lansink, Pondera Consult Joost Starmans, Pondera Consult Jasper Hugtenburg, H+N+S, landschapsarchitecten Hein Prinsen, Bureau Waardenburg
Vrijgave	Hans Rijntalder, Pondera Consult

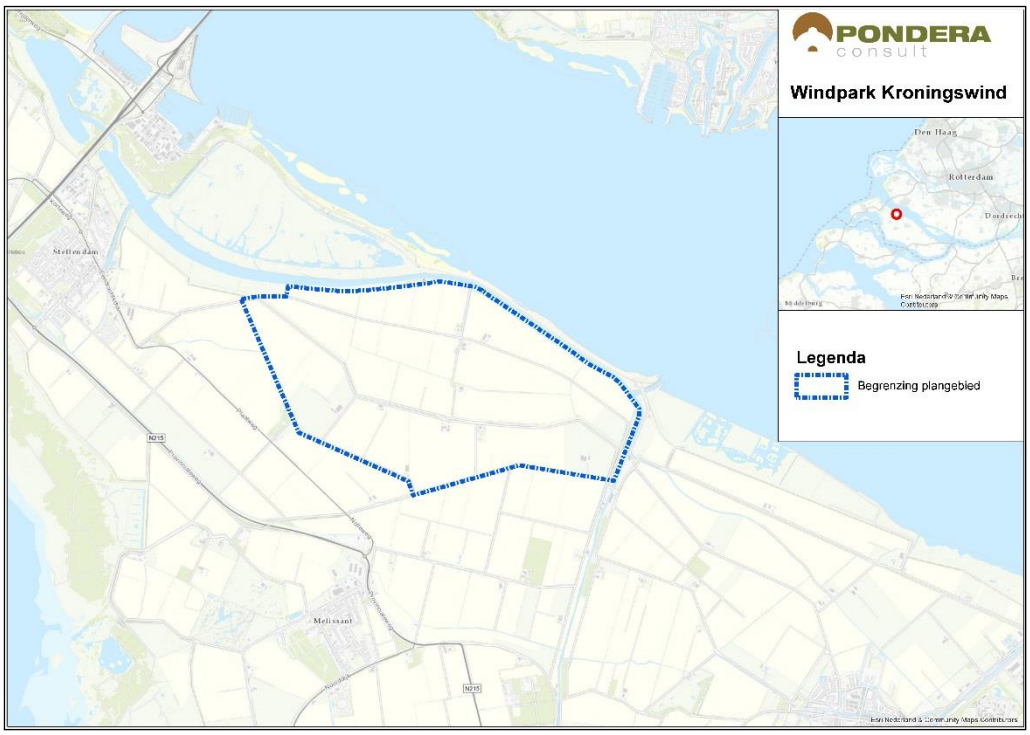
SAMENVATTING

I. Inleiding

In maart 2017 is de procedure gestart voor de milieueffectrapportage (m.e.r.) voor Windpark Kroningswind met de publicatie van een concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD). Deze NRD is op 31 oktober 2017 definitief vastgesteld.

Het plangebied van Windpark Kroningswind wordt begrensd door de dijk langs het Haringvliet aan de noordzijde, de weg Oudedijk / Kraaijenissedijk aan de zuidzijde en Zuiderdiepweg aan de oostzijde. Aan de noordzijde bevinden zich de natuurgebieden het Haringvliet en de Scheelhoek. Aan de oostzijde bevindt zich het kanaal dat leidt naar de haven van Dirksland. In het plangebied bevinden zich verspreid liggende (woon)bebouwing, veelal agrarische bedrijven en bijbehorende woningen. De dichtstbijzijnde woonkernen zijn Melissant en Stellendam met een afstand tot de begrenzing van het plangebied van respectievelijk circa 1,6 en 1,2 km. (zie Figuur S.1).

Figuur S.1 Ligging plangebied initiatief Windpark Kroningswind



II. Locatieonderbouwing

Nederland heeft doelstellingen geformuleerd en in Europees verband afspraken gemaakt voor het realiseren van de opwekking van duurzame – hernieuwbare – energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol en de Nederlandse doelstelling voor windenergie op land is de realisatie van 6.000 MW operationeel vermogen in 2020. In september 2013 zijn deze doelstellingen bevestigd in het Energieakkoord voor duurzame groei (SER, 2013). De rijksoverheid heeft in de Structuurvisie Windenergie op Land (maart 2014) elf gebieden

aangewezen voor de realisatie van grootschalige windenergie, de randzone van Goeree-Overflakkee is een van deze gebieden.

Alle provincies hebben op 31 januari 2013 een akkoord gesloten met het kabinet om ruimte te bieden aan 6.000 MW windenergie op land voor 2020.[1] Provincies hebben gebieden aangewezen op basis van hun ruimtelijke mogelijkheden en beleid. Vooral de aanwezigheid en benutbaarheid van haven- en industriegebieden, grote wateren, grootschalige cultuurlandschappen en/of infrastructuur (waaronder waterstaatswerken) zijn voor individuele provincies daarbij doorslaggevend. In de Partiële herziening regionale structuurvisie Goeree-Overflakkee Windenergie (juni 2014) en de provinciale Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM, versie 15 juli 2016) staan zeven gebieden waar windenergie gerealiseerd kan worden op Goeree-Overflakkee. Eén van deze gebieden is het plangebied voor Windpark Kroningswind.

De verdeling van de doelstelling over de provincies betekent voor de provincie Zuid-Holland een taakstellend vermogen van 735,5 MW, waarvan 369 MW is gerealiseerd.[2] Het gemeentelijke doel van Goeree-Overflakkee bestaat uit 225 MW aan opgesteld vermogen in 2020. Op moment van schrijven van dit MER (januari 2018) is er circa 79 MW bestaand opgesteld vermogen aanwezig op Goeree-Overflakkee. Met het initiatief willen de initiatiefnemers bijdragen aan het opwekken van duurzame energie in de provincie Zuid-Holland. Het windpark levert met een streefvermogen van circa 50 - 75 megawatt (MW), afhankelijk van het aantal en type windturbines, naar verwachting 170 - 240 miljoen kilowattuur (kWh) per jaar op. Hiermee kunnen ongeveer 60.000 tot 125.000 huishoudens van stroom worden voorzien[3].

III. Omschrijving initiatief windpark

De grondeigenaren en inwoners in het plangebied zijn gezamenlijk initiatiefnemer (verenigd in Kroningswind B.V.) voor het project. Het plan wordt mogelijk gemaakt middels een op te stellen Bestemmingsplan, waarvoor de gemeente Goeree-Overflakkee bevoegd gezag is. Daarmee zijn de initiatiefnemers en de gemeente gezamenlijk initiatiefnemer voor het opstellen van dit gecombineerde milieueffectrapport (MER). De initiatiefnemers hebben ervoor gekozen om het gebied in het geheel te onderzoeken om tot een optimale invulling te kunnen komen, die recht doet aan de kenmerken van het gebied. Zo willen zij een goede balans vinden tussen het wonen, werken en recreëren in het plangebied enerzijds en het exploiteren van een windpark anderzijds. Uniek aan dit initiatief is dat alle woningen in het plangebied betrokken zijn bij de windparkontwikkeling.

[1] Januari 2013, Tweede Kamer, Vergaderjaar 2012-2013, 33400 XII, nr. 54 en bericht akkoord 19 juni 2013 op http://www.ipo.nl/publicaties/laatste-mws-windenergie-verdeeld-over-de-provincies.
[2] CBS, 21 december 2017; Windenergie op land; productie en capaciteit per provincie.
[3] Een huishouden gebruikt gemiddeld 3.500 kWh stroom per jaar (www.milieucentraal.nl).

Figuur S.2 Impressie huidige situatie plangebied Windpark Haringvliet GO



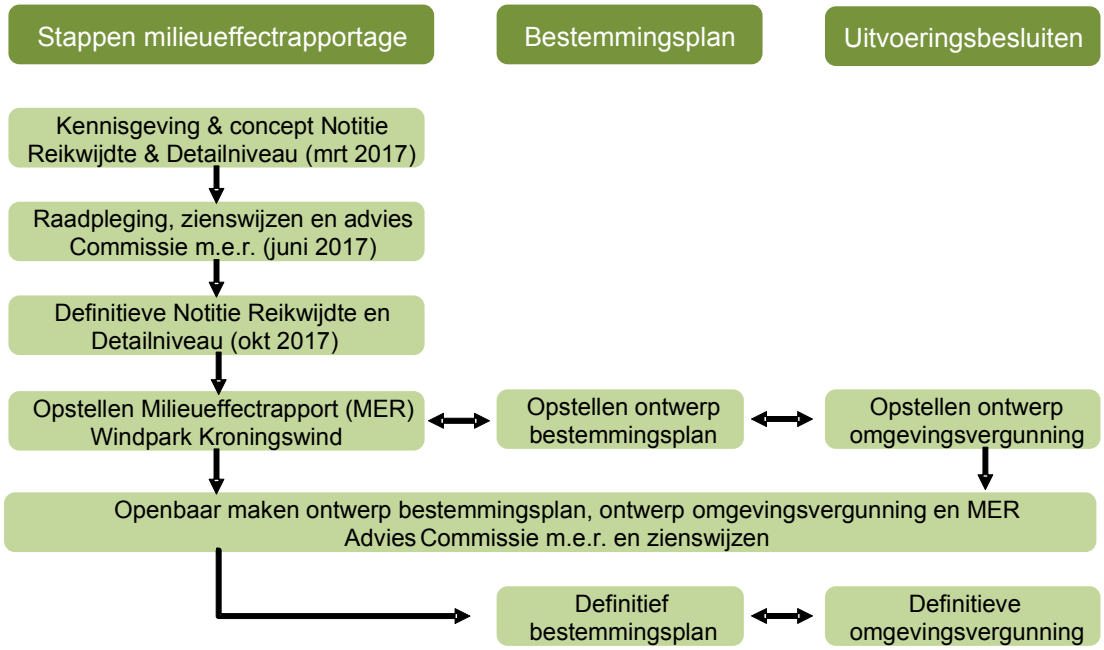
Zicht vanaf de Nieuwedijk / Halsdijk over het gebied. Op de voorgrond de Heuvelweg. foto van Pondera Consult, 2017.

Kader S.1.1 Ontwikkeling Zuiderdieppolder 'Blok de Wit'

In dit MER wordt regelmatig verwezen naar de natuurontwikkeling in 'Blok de Wit' of 'Zuiderdieppolder'. Dit betreft de transformatie van een aantal agrarische gronden aan de noordwestzijde van het windpark plangebied, tussen de Scharrezeeweg, Heuvelweg en Natuurreservaat de Scheelhoek, tot een nieuw natuurgebied. De gronden zijn inmiddels in eigendom van de Stichting tot behoud van Natuurmonumenten (Natuurmonumenten). Bij verkoop van deze gronden aan Natuurmonumenten is afgesproken dat de ontwikkeling van windenergie binnen dit gebied een voorwaarde is voor de verkoop. De inrichting van het gebied wordt mede afgestemd op de ontwikkeling van windenergie.

De gemeenteraad van Goeree-Overflakkee is het bevoegd gezag voor vaststelling van het bestemmingsplan, dit is het ruimtelijke plan dat Windpark Kroningswind mogelijk maakt. Daarnaast zijn er voor de realisatie verschillende uitvoeringsbesluiten (vergunningen en ontheffingen) noodzakelijk. Het onderhavige milieueffectrapport (MER) dient als onderbouwing van het bestemmingsplan en de omgevingsvergunning van de windturbines waarvoor Kroningswind B.V. verantwoordelijk is. Het bestemmingsplan en de omgevingsvergunning doorlopen parallel (op basis van artikel 14.4b Wm) een aparte, eigen procedure. Nadat de benodigde procedures zijn doorlopen en de besluiten van kracht zijn kunnen de initiatiefnemers met de aanleg van het windpark beginnen. Dit milieueffectrapport (MER) betreft een gecombineerd plan- en projectMER. Het MER dient ter onderbouwing van de locatie in het bestemmingsplan (planMER-deel) en tevens ter onderbouwing van de benodigde vergunningen (projectMER-deel). De procedure van de m.e.r. kent een aantal stappen, die in de onderstaande figuur zijn weergegeven.

Figuur S.3 Hoofdlijnen procedure Windpark Kroningswind



IV. Alternatieven

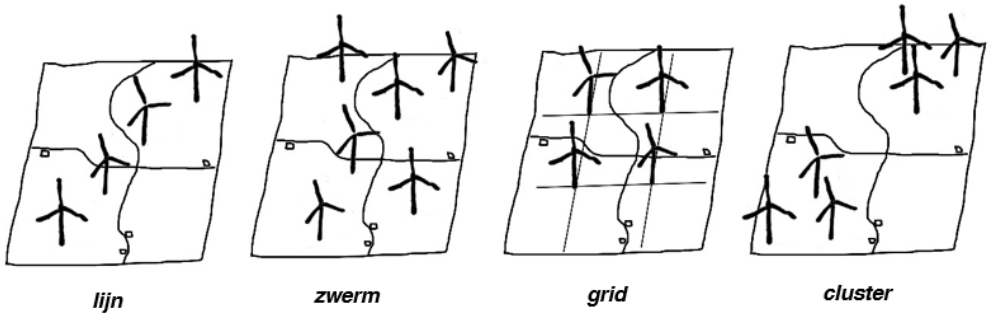
IV.1 Totstandkoming alternatieven

Bij het ontwikkelen van de alternatieven is enerzijds uitgegaan van optimale productie van duurzame energie binnen de beschikbare (milieu-)ruimte en anderzijds van het realiseren van een opstelling die recht doet aan de vereisten vanuit leefomgeving, landschap en ecologie. Daarmee wordt invulling gegeven aan de doelstelling van het windpark Kroningswind binnen de kaders van de gemeentelijke structuurvisie en wordt tevens inzicht verkregen in de mogelijkheden van het gebied. Hierbij zijn enkele randvoorwaarden belangrijk:

- Waarborgen van de leefbaarheid, vooral het beperken van mogelijke effecten van geluid en slagschaduw voor bewoners in en in de nabijheid van het plangebied;
- Zoveel mogelijk beperken van effecten op landschap door een landschappelijk verantwoord windpark ontwerp;
- Zoveel mogelijk beperken van effecten op natuurgebied Scheelhoek en natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder;
- Aanvaardbare milieueffecten in samenhang met andere windparken op het eiland Goeree-Overflakkee;
- Financiële uitvoerbaarheid.

Omdat er op basis van deze uitgangspunten nog veel mogelijk is, is tevens een afweging gemaakt van mogelijke opstellingsvormen (zie figuur S.4). De grid opstelling valt op voorhand af, aangezien de beschikbare ruimte in het gebied en het verkavelingspatroon hier geen mogelijkheden noch aanleiding voor bieden. Dit komt omdat de verspreid liggende woningen en de wegen door het gebied een regelmatige opstelling onmogelijk maken.

Figuur S.4 Opstellingsvormen



De clusteropstelling sluit slecht aan bij de randvoorwaarden landschap en leefomgeving en wijkt af van de plaatsingsprincipes uit de gemeentelijke structuurvisie. Daarin is aangegeven dat voor het eiland Goeree-Overflakkee bij voorkeur gewerkt wordt met (enkele of dubbele) lijnopstellingen of clusters parallel aan de waterkeringen, waarbinnen de windturbines op een logische en gelijkmatige onderlinge afstand worden geplaatst. Om deze reden is deze opstellingsvorm ook niet verder uitgewerkt in een alternatief.

Op basis van de beschikbare ruimte in het gebied en de vormgeving van het gebied is een opstelling in de vorm van twee of drie lijnen mogelijk. Hierbij zijn ook de mogelijkheden voor de plaatsing van windturbines met verschillende omvang onderzocht.

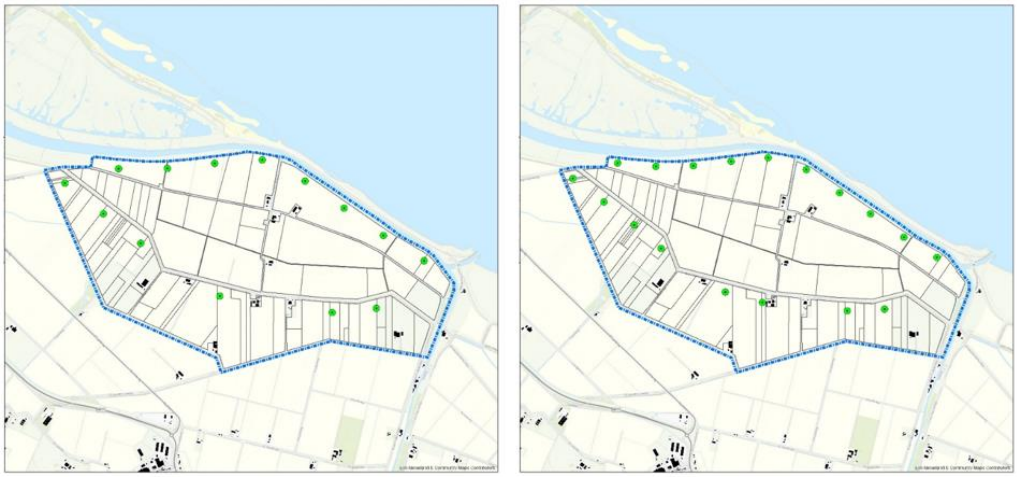
V. Omschrijving alternatieven

Alternatief A1 / A2

Dit alternatief gaat uit van een dubbele lijnopstelling: een lijn parallel aan de dijk langs het Haringvliet en een lijn verder landinwaarts midden in het plangebied, waarbij de afstanden tot woningen zoveel mogelijk gemaximaliseerd zijn. Er zijn twee varianten onderscheiden:

- A1: invulling van het plangebied met 14 windturbines met een tiphoogte van 200 meter;
- A2: invulling van het plangebied met 18 windturbines met een tiphoogte van 150 meter.

Figuur S.5 Alternatief A1 / A2



Alternatief B1 / B2

Dit alternatief gaat uit van een dubbele lijnopstelling: een lijn parallel aan de Zuiderdiepweg, op enige afstand van natuurgebied de Scheelhoek en het Haringvliet en een lijn aan de zuidzijde van het plangebied parallel aan de Oude Dijk en Kraaijenissedijk. Er zijn ook in dit alternatief twee varianten onderscheiden:

- B1: invulling van het plangebied met 13 windturbines met een tiphoogte van 200 meter;
- B2: invulling van het plangebied met 18 windturbines met een tiphoogte van 150 meter.

Figuur S.6 Alternatief B1 / B2



Alternatief C1 / C2

Dit alternatief gaat uit van een drievoudige lijnopstelling om een maximale invulling voor opgesteld vermogen (binnen grenzen van leefomgeving en landschap) van het plangebied te onderzoeken. Er zijn ook in dit alternatief twee varianten onderscheiden:

- C1: invulling van het plangebied met 20 windturbines met een tiphoogte van 200 meter;
- C2: invulling van het plangebied met 26 windturbines met een tiphoogte van 150 meter.

Figuur S. 7 Alternatief C1 / C2



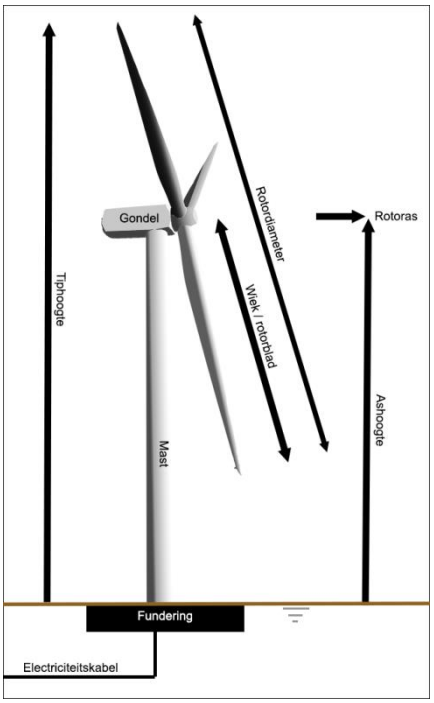
Tabel S.1 Gegevens van de zes alternatieven

#	Beschrijving	Referentie-turbine	Ashoogte (m)	Rotor (m)	Tiphoog-te (m)	Vermo-gen (MW)
A1	14 turbines, 2 lijnopstellingen	Lagerwey LW136	132	136	200	49-63
A2	18 turbines, 2 lijnopstellingen	Nordex N117	91,5	117	150	36-54
B1	13 turbines, 2 lijnopstellingen	Lagerwey LW136	132	136	200	45,5-58,5
B2	18 turbines, 2 lijnopstellingen	Nordex N117	91,5	117	150	36-54
C1	20 turbines, 3 lijnopstellingen	Lagerwey LW136	132	136	200	70-90
C2	26 turbines, 3 lijnopstellingen	Nordex N117	91,5	117	150	52-78

VI. Windturbines

Een windturbine zet de energie uit wind om in elektriciteit door de draaiing van de rotorbladen via een generator. De belangrijkste onderdelen van de windturbine zijn (zie nevenstaand figuur):

- Het fundament: middels het fundament is de windturbine verankerd aan de grond. Ook verlaat de kabel via dit fundament de windturbine. Deze kabel verbindt de windturbine met het transformatorstation;
- De mast, onderin de mast ligt de transformator die opgewekte elektriciteit naar het spanningsniveau van de kabel brengt, die de elektriciteit verder transporteert;
- De gondel waarin zich de generator (omzetten van de draaiing van de rotorbladen in elektriciteit) bevindt en waar de rotor aan bevestigd wordt;
- Drie rotorbladen.



De aansturing van de windturbine vindt automatisch plaats door computerbesturing. Het functioneren van de windturbine en de prestatie kan op afstand gevolgd en indien wenselijk bijgestuurd worden. Het controlesysteem kan een windturbine automatisch stilzetten bij geconstateerde fouten of ongunstige windomstandigheden. De windturbine kan tevens handmatig gestopt worden met de aanwezige start/stop-schakelaar en de diverse aanwezige noodstop-schakelaars.

VII. Overige infrastructuur

Om de windturbines te kunnen plaatsen en onderhouden en de geproduceerde elektriciteit af te voeren naar het landelijke elektriciteitsnet is civiele en elektrische infrastructuur nodig. Dit bestaat uit onder ander de volgende onderdelen (geen uitputtende opsomming):

- Toegangswegen van de openbare weg naar de windturbines;
- Opstelplaats voor een kraan per windturbine;

- Een transformatorstation voor het leveren van de elektriciteit aan het openbare net;
- Bekabeling (inclusief kunstwerken bij kruising van watergangen en wegen) van turbines naar inkoopstation.

Transformatorstation

Naast de windturbines is ook een klein transformatorstation voorzien. Het betreft een enkele transformator met een vermogen van circa 50-75 Megavoltampère (MVA), die wordt gerealiseerd op het perceel aan de Halsweg 1-3. Dit station transformeert de spanning naar een niveau van 50 kilovolt (kV). Dit station is onderdeel van het voornemen en bestaat globaal uit een omheind terrein van circa 45x20 meter met daarbinnen de volgende onderdelen:

- Een transformator (gebouwd boven een kelder en afgeschermd door scherfmuren);
- Een schakeltuin;
- Een controlegebouw en schakelruimte met kabelkelder.

Deze is voor alle alternatieven gelijk en daarmee niet onderscheidend.

Figuur S.8 Beoogde locatie transformatorstation



VIII. Resultaat milieubeoordeling

VII.1 Aanpak beoordeling

Het doel van de milieubeoordeling in dit MER is om het effect van het windpark op verschillende milieuaspecten te beoordelen en dit als kader mee te nemen in de besluitvorming. De hiervoor beschreven onderdelen van het voornemen zijn beoordeeld op milieueffecten. Om de effecten van de alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, zijn deze op basis van een + / - score beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Hiervoor is de volgende beoordelingsschaal gehanteerd:

Tabel S.2 Beoordelingsschaal

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
-	Het windpark heeft een negatief effect
0/-	Het windpark heeft een klein negatief effect
0	Het windpark heeft geen significant effect
0/+	Het windpark heeft een licht positief effect
+	Het windpark heeft een positief effect

In enkele gevallen is deze schaal uitgebreid tot een zevenpuntsschaal (met ++ en --), om recht te doen aan het onderscheid dat daar gevraagd wordt. Bijvoorbeeld voor het aspect energieopbrengst: dit is in alle gevallen positief, maar wel significant verschillend tussen de alternatieven.

De referentiesituatie betreft de huidige situatie en autonome ontwikkelingen (zonder windpark). Autonome ontwikkelingen betreffen ruimtelijke veranderingen waarover ten tijde van het opstellen van dit MER al besluitvorming heeft plaatsgevonden. Buiten de ontwikkelingen van windenergie in andere gebieden op Goeree-Overflakkee betreft dit de ontwikkeling van het natuurgebied in de Zuiderdieppolder (zie kader S1.).

Het plangebied bestaat op dit moment uit open, grootschalig landbouwgebied, dat wordt doorkruist door enkele wegen in oost-west richting en één weg centraal van noord naar zuid. Naast de huidige agrarische bedrijvigheid zijn er geen noemenswaardige activiteiten aanwezig in de huidige situatie.

VII.2 Beoordelingskader voor de effectbeoordeling

De effecten zijn per milieuaspect beoordeeld aan de hand van beoordelingscriteria. De effectbeoordeling is kwalitatief en kwantitatief: waar mogelijk en zinvol wordt het met cijfers onderbouwd. Indien het niet mogelijk of zinvol is om de effecten te kwantificeren, is de beschrijving kwalitatief. Soms is dit een harde parameterwaarde die wettelijk is aangewezen als een norm (getal), bijvoorbeeld de wettelijke voorkeursgrenswaarde van L_{den} = 47 dB voor geluidhinder. Soms zijn parameters geen hard getal of norm, en zijn deze herleid uit het van toepassing zijnde of het voorgenomen beleid. Voor sommige aspecten is naast de wettelijke norm, ook naar effecten onder de norm gekeken, voorbeelden hiervan zijn geluid en slagschaduw.

In Tabel S.3 is per milieuaspect aangegeven welke criteria worden gebruikt en op welke wijze de effecten worden beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

Tabel S.3 Beoordelingscriteria MER Windpark Kroningswind

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Geluid	- Aantal geluidgevoelige objecten binnen de L_{den} 47 dB en tussen de L_{den} 47 dB - L_{den} 42 dB contour en L_{den} 42 dB - L_{den} 37 dB contour - Aantal woningen binnen deze contouren - Effect op nabijgelegen stiltegebieden - Cumulatieve effecten	Kwantitatief en kwalitatief
Slagschaduw	- Het aantal woningen binnen drie slagschaduwduurcontouren (0, 6 en 15 uur)	Kwantitatief
Flora en fauna	- Beschermde gebieden (Natura 2000, NNN en overige beschermde gebieden - Beschermde soorten (vogels, vleermuizen, habitattypen) - Stiltegebied	Kwalitatief en kwantitatief
Cultuurhistorie en archeologie	- Beïnvloeding cultuurhistorische waarden - Aantasting archeologische waarden	Kwalitatief
Landschap	- Effect op bestaande landschappelijke waarden - Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstellingen - Samenhang met andere windparken - Visuele invloed (incl. verlichting)	Kwalitatief
Waterhuishouding en bodem	- Grondwater - Oppervlaktewater - Bodemkwaliteit	Kwalitatief
Veiligheid	- Bebouwing - Verkeer en vervoer (lucht, weg, water, rail) - Industrie - Leidingen en kabels (onder-/bovengronds) - Dijkveiligheid - Straalpaden - Defensieradar	Kwantitatief, afstand tot objecten en infrastructuur
Elektriciteits-opbrengst	- Elektriciteitsproductie - Parkeffect windturbines onderling - Emissiereductie: CO_2, NO_x en SO_2	Kwantitatief, in kWh/jaar Kwantitatief, in percentage Kwantitatief, in ton/jaar
Ruimtegebruik	- Oppervlaktebeslag windturbines en bijbehorende infrastructuur - Mogelijkheid tot meervoudig ruimtegebruik	Kwantitatief, in ha Kwalitatief

VII.3 Geluid

Windturbines produceren geluid dat meestal wordt omschreven als suizend, ruisachtig of zoevend. Windturbines produceren zowel mechanisch als aerodynamisch geluid. Het mechanische geluid is afkomstig uit de overbrenging van de wieken naar de generator en uit de generator zelf, terwijl het aerodynamische geluid afkomstig is van de hoge snelheid waarmee de wieken door de lucht snijden.

Doordat de windturbines geluid toevoegen aan de omgeving en daarmee een effect hebben, is het aspect altijd negatief gescoord. Uit de vergelijking op het criterium “geluidsituatie woningen derden binnen de wettelijke geluidnorm” volgt dat de verschillen tussen de alternatieven gering zijn. Vóór mitigatie scoren alternatieven B1, C1 en C2 het minst goed, vanwege het feit dat in deze alternatieven woningen zijn waar de norm van 47 L_{den} (voor mitigatie) wordt overschreden (1 woning). Voor de andere alternatieven zijn er geen woningen met een overschrijding. In het geval van overschrijding worden mitigerende maatregelen getroffen.

Daarnaast is voor de alternatieven de mate van geluidhinder beneden de wettelijke norm bepaald tussen de contouren van L_{den} = 47 dB en L_{den} = 42 dB en voor de contouren van L_{den} = 42 dB en L_{den} = 37 dB. Hierbij is te zien dat er in deze contouren tussen de alternatieven wel verschillen optreden. Zo scoort alternatief A2 het beste met 1 gehinderde in de contour L_{den} = 47 dB en L_{den} = 42 dB en alternatief B1 en C1 het slechtst met 12 gehinderden.

Wanneer gekeken wordt naar de akoestische kwaliteit valt op dat de toevoeging van geluid als gevolg van de windturbines beperkt is tot enkele decibellen. In de meeste gevallen is dan ook het bestaande geluidniveau (als gevolg van het reeds aanwezige wegverkeerslawaai) maatgevend, bijvoorbeeld aan de Plaatweg en de West Havendijk. In gevallen waar op dit moment geen of weinig geluid van bestaande bronnen aanwezig is, worden de windturbines maatgevend. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de woningen aan de Oost Havendijk. De windturbines voegen wel in alle gevallen geluid toe aan de bestaande situatie, waardoor de effectbeoordeling negatief is. Alleen alternatief B1 scoort slechter omdat hier iets meer woningen een verslechtering van de akoestische kwaliteit optreedt.

Tot slot is gekeken naar de effecten op het aangewezen stiltegebied. In alle gevallen is sprake van een hogere geluidbelasting dan in de huidige situatie, als gevolg van de windturbines. Omdat het gebied is aangemerkt voor windenergie kan een toename van het geluidniveau op het stiltegebied als aanvaardbaar worden beschouwd.

VII.4 Slagschaduw

De draaiende rotorbladen van windturbines kunnen een bewegende schaduw op hun omgeving werpen. Deze ‘slagschaduw’ kan als hinderlijk worden ervaren. De mate van hinder wordt voornamelijk bepaald door de duur van de periode waarin slagschaduw optreedt. De norm voor slagschaduw is voor de effectbeoordeling vertaald naar 6 uur slagschaduw per jaar. Dit is een conservatieve vertaling waarmee onderschatting van effecten wordt voorkomen.

Door de aanwezigheid van woningen in de omgeving van het windpark is er op een aantal plaatsen sprake van meer dan 6 uur slagschaduw per jaar. Dit geldt voor alle alternatieven, maar is het grootst voor C1. Alternatief A2 scoort het beste. Deze overschrijding kan door een stilstandvoorziening effectief gemitigeerd worden: slagschaduw op de betreffende woningen wordt daarbij gereduceerd tot beneden de 6 uur slagschaduw en voldoet daarmee aan de norm.

Na toepassing van de noodzakelijke stilstandvoorziening zijn er geen woningen waar meer dan 6 uur slagschaduwhinder per jaar optreedt. Voor woningen met minder dan 6 uur slagschaduw per jaar, hoeven geen maatregelen te worden getroffen.

Voor het aantal woningen dat wel effecten ondervindt, maar beneden de 6 uur (vertaling van de norm) is de score vergelijkbaar. Ook daar scoort alternatief A2 het beste. Alternatieven A1 en B1 scoren hier het slechtst. Alternatief A1, C1 en C2 liggen er voor dit criterium tussenin.

VII.5 Natuur

Effecten van windturbines treden voornamelijk op voor vogels en vleermuizen. Voor gebiedsbescherming is het criterium voor de beoordeling significante effecten op de instandhoudingsdoelen voor Natura 2000-gebieden en het functioneren van het gebied. Er wordt geen effect verwacht op overige gebieden, zoals Natuurnetwerk Nederland, omdat het windpark buiten deze gebieden ligt. Voor soorten geldt dat op grond van de Wet natuurbescherming specifieke soorten planten en dieren en hun leefgebied zijn beschermd. De gunstige staat van instandhouding (GSI) van soorten is een belangrijk criterium voor de beoordeling van de omvang van eventuele effecten.

De alternatieven scoren op alle criteria hetzelfde, met uitzondering van twee aspecten: effecten op beschermde nesten en verstoring van de slaapplaats voor ganzen op het Zuiderdiep. In alternatief A1 en A2 worden geen windturbines langs beplanting gepositioneerd, waardoor effecten op jaarrond beschermde nesten worden uitgesloten en deze scoren op het aspect vogels daarom iets beter. Op het Zuiderdiep slapen in de winter regelmatig meer dan duizend grauwe ganzen en brandganzen. Afhankelijk van het alternatief kunnen de windturbines aan de noordwestkant van het plangebied een relatief groot deel van de slaapplaats op het Zuiderdiep verstoren. Alternatieven A1, A2 en C1 scoren hiervoor het meest negatief vanwege de meeste overlap verstoringscontour over het Zuiderdiep, andere alternatieven scoren licht negatief omdat de invloedssfeer van de geplande windturbines veel minder ver over het Zuiderdiep reikt. Voor alle alternatieven geldt dat er voor Natura 2000-gebieden geen significante effecten zijn op instandhoudingsdoelen.

Binnen het kader van de Wet Natuurbescherming is een beoordeling gemaakt van de effecten op beschermde soorten. Er worden aanvaringsslachtoffers verwacht onder verschillende vogel- en vleermuissoorten. Het aantal slachtoffers verschilt per alternatief echter, deze zijn zo klein dat ze niet leiden tot een effect op de relevante populaties vogels. Voor vleermuizen is dat echter niet uit te sluiten. Daarom worden voor de hoogste risicolocaties maatregelen voorgesteld in de vorm van een stilstandsvoorziening. Daarmee wordt het totaal aantal slachtoffers onder vleermuizen van het gehele windpark met circa 80% verlaagd. Hiermee zijn effecten op de populatie van gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis uit te sluiten.

Omdat er wel slachtoffers onder vogel en vleermuissoorten te verwachten zijn en ook (niet significante) effecten op Natura 2000-gebieden optreden, dient in het vervolgstadium een ontheffing en vergunning in het kader van de Wet Natuurbescherming te worden aangevraagd. Het gaat dan om 56 vogelsoorten en twee vleermuissoorten.

VII.6 Landschap en cultuurhistorie

De beoordeling van het windpark voor het aspect landschap en cultuurhistorie is bepaald aan de hand van de onderwerpen: bestaande landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden, herkenbaarheid en kwaliteit van opstelling, samenhang met andere windparken en visuele invloed.

Uit de effectbeoordeling blijkt dat de verschillen gering zijn, maar de alternatieven C1 en C2 scoren in relatieve zin het laagste. Dit heeft te maken met het grote aantal windturbines die in deze alternatieven in het relatief kleine plangebied geplaatst worden. Verder geeft de verdeling van de scores over de alternatieven A1, A2 , B1 en B2 geen eenduidig beeld. Soms scoort het ene alternatief beter op een criterium, en een ander alternatief op een ander criterium. Dit komt omdat een aantal beoordelingscriteria in feite twee kanten van dezelfde medaille vertegenwoordigen. Grote windturbines (alternatieven A1 en B1, en ook C1) hebben als nadelen dat zij door hun hoogte en verlichting een grotere visuele impact hebben en daardoor van grote afstand beter zichtbaar zijn en dat de vereiste grotere afstand tot woonbebouwing ervoor zorgt dat er in de beoogde lijnopstellingen soms grotere gaten vallen. Het voordeel van grote windturbines is dat er door hun grotere onderlinge plaatsingsafstand in totaal minder windturbines geplaatst kunnen worden, waardoor een rustiger beeld ontstaat.

Tot slot verschillen de scores voor de alternatieven A en B van elkaar doordat alternatief A er beter in slaagt om aansluiting te vinden bij de belangrijkste landschappelijke structuurdragers: de dijken.

Alles overwegende scoort alternatief A beter dan alternatief B (en dus ook beter dan alternatief C). Een voorkeur vanuit landschap voor alternatief A1 of A2 is vooral afhankelijk van de wegingsfactoren die aan de beoordelingscriteria effect op het landschap en visuele impact gegeven worden.

VII.7 Waterhuishouding en bodem

De beoordelingscriteria voor de onderdelen ‘grondwater en oppervlaktewater’ scoren neutraal en zijn niet onderscheidend tussen de alternatieven. Het beoordelingscriterium hemelwaterafvoer voor mitigatie scoort licht negatief voor alle alternatieven. Bij uitvoering van mitigerende maatregelen, zoals vertraagde afvoer van hemelwater en/of aanleg van extra waterberging, kunnen de effecten van versnelde afvoer van hemelwater via verhard oppervlak worden gemitigeerd en is de score neutraal. Voor bodem is licht negatief gescoord, omdat mogelijk sprake is van aanwezige bodemverontreiniging. Dit heeft effect op alle alternatieven.

VII.8 Veiligheid

Het effect van Windpark Kroningswind op de veiligheidssituatie in de omgeving is in dit MER beoordeeld op een aantal criteria. Deze criteria zijn bepaald op basis van wetgeving en voorwaarden van beheerders van infrastructurele werken binnen hun beheersgebied. De volgende aspecten komen aan bod:

- Bebouwing
- Wegen, waterwegen en spoorwegen
- Industrie
- Aardgastransport (ondergronds en bovengronds)
- Hoogspanningslijnen
- Dijklichamen en waterkeringen
- Vliegverkeer en radar

De beoordelingscriteria voor de onderdelen ‘bebouwing, wegen, waterwegen en spoorwegen, industrie, boven- en ondergrondse transportleidingen en hoogspanningslijnen en vliegverkeer en radar’ scoren neutraal en zijn niet onderscheidend tussen de alternatieven. De windturbines in de nabijheid van waterkeringen veroorzaken een mogelijk additioneel risico voor de veiligheid van de primaire en secundaire waterkering. Omdat zich in alle alternatieven waterkeringen binnen de effectafstand van windturbines bevinden is de score negatief. Omdat echter ook geen van de alternatieven leidt tot een significante verhoging van de overstromingskans, zijn de scores in alle gevallen gelijk en is dit criterium niet onderscheidend.

VII.9 Ruimtegebruik

Bij windpark Kroningswind worden de windturbines gebouwd op agrarische akkerlanden en deels nabij waterkeringen. Deze huidige functies zijn goed te combineren met de plaatsing van windturbines. Er is een beperkte verandering van het ruimtegebruik nodig voor de constructie van de masten en infrastructuur. De aanleg van opstelplaatsen en toegangswegen kunnen eventueel mogelijkheden voor recreatieve en agrarische transportroutes bieden. De verschillen tussen de alternatieven in het oppervlak van ruimtegebruik zijn minimaal waardoor het geen onderscheidend aspect is. Alleen voor het aspect ondergrondse transportleidingen zijn de alternatieven onderscheidend. In Alternatief A2 en C1 bevinden zich windturbines in de nabijheid van de ondergrondse drinkwater-transportleiding, waardoor deze alternatieven negatief scoren op dit aspect. Overigens zijn deze effecten in absolute zin verwaarloosbaar. Er zijn geen straalverbindingen in het plangebied aanwezig waardoor de score voor alle alternatieven op verticaal ruimtegebruik neutraal (0) is.

VII.10 Opbrengsten en vermeden emissies

Energie uit windturbines zorgt voor minder uitstoot van broeikasgassen en vervuilende stoffen zoals CO_2, SO_2, NO_x en fijnstof dan energie afkomstig van conventionele (fossiele) opwekmethoden. De energie benodigd voor de constructie van windturbines wordt in circa drie tot zes maanden terug gewonnen. De uitstoot veroorzaakt door de constructie van windturbines wordt in circa vier tot negen maanden terugverdiend door de vermindering van de benodigde productie van energie uit fossiele brandstoffen.

Alle alternatieven scoren positief, want ze leveren per saldo allemaal duurzame elektriciteit en verminderen daardoor de uitstoot van schadelijke stoffen. Alternatief C1 heeft veruit de grootste elektriciteitsopbrengst heeft ten opzichte van de andere alternatieven. Alternatief C1 heeft echter ook relatief veel windturbines ten opzichte van de andere alternatieven. De alternatieven A1, B1 en C2 liggen relatief dicht bij elkaar qua elektriciteitsopbrengst, echter alternatief C2 heeft wel aanzienlijk meer windturbines en een hoge onderlinge beïnvloeding tussen de windturbines (wake-effect) waardoor verlies optreedt.

Verder komt naar voren dat de grotere windturbines in alternatieven A1, B1 en C1 aanzienlijk hogere energieopbrengsten halen. Dit komt doordat het aantal vollasturen voor deze turbines hoger ligt.

Er zijn beperkt mitigerende maatregelen nodig voor geluid, slagschaduw en ecologie, die een effect hebben op de energieopbrengst. Dit is echter niet meer dan 1% van de totale opbrengst van het windpark in alternatief C1.

IX. Resultaat milieubeoordeling samenvatting

Uit de effectbeoordeling volgen aandachtspunten voor individuele milieuaspecten en kunnen bouwstenen voor het voorkeursalternatief (VKA) afgeleid worden. Daarbij worden de negatieve milieueffecten zo veel als mogelijk gemitigeerd en de positieve milieueffecten benut. Tabel S.4 geeft een samenvatting van de beoordeling per alternatief na mitigatie.

Tabel S.4 Overzicht effectscore per alternatief en variant *na mitigerende maatregelen*

Aspecten	Beoordelingscriteria	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Geluid	Geluidsituatie woningen derden wettelijke geluidnorm L_{den} 47 dB en L_{night} 41 dB	0	0	0	0	0	0
	Mate van hinder beneden wettelijke norm: geluidcontour L_{den} 42 dB - L_{den} 47 dB	-	-	--	-	--	-
	Mate van hinder beneden wettelijke norm: geluidcontour L_{den} 37 dB - L_{den} 42 dB	-	-	--	-	--	--
	Cumulatie geluid t.g.v. industrie, rail- en wegverkeer en windturbines	-	-	--	-	-	-
	Geluidbelasting op stiltegebieden	0	0	0	0	0	0
Slagschaduw	Inventarisatie aantal woningen derden boven slagschaduw norm (score voor en na mitigatie)	0	0	0	0	0	0
	Slagschaduwduur contouren: mogelijke hinder beneden wettelijke norm	--	-	--	-	-	-
Ecologie *Gebruiksfase*	**Gebiedsbescherming**						
	Natura 2000-gebieden	-	-	0/-	0/-	-	0/-
	Soortbescherming						
	Vogels	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
	Vleermuizen	-*	-*	-	-	-	-
	Overige soorten	0	0	0	0	0	0
Aanlegfase	**Gebiedsbescherming**						
	Natura 2000-gebieden	0	0	0	0	0	0
	Soortbescherming						
	Vogels	0/-	0/-	-	-	-	-
	Vleermuizen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
	Overige soorten*	0	0	0	0	0	0

Aspecten	Beoordelingscriteria	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Landschap en cultuurhistorie	Bestaande landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden	0	0/-	0	0/-	0/-	-
	Herkenbaarheid en kwaliteit van opstelling	0/+	0/+	+	0/+	0/-	-
	Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen	+	+	0	0	-	-
	Samenhang met andere windparken	+	+	0/+	0/+	0/-	0/-
	Visuele invloed (incl. verlichting)	-	0/-	-	0/-	-	-
Water en bodem	Grondwater(kwaliteit)	0	0	0	0	0	0
	Oppervlaktewater	0	0	0	0	0	0
	Hemelwater (score voor en na mitigatie)	0	0	0	0	0	0
	Bodemkwaliteit	-	-	-	-	-	-
Veiligheid	Bebouwing	0	0	0	0	0	0
	Wegen, waterwegen en spoorwegen	0	0	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0	0	0
	Onder- en bovengrondse transportleidingen	0	0	0	0	0	0
	Hoogspanningslijnen	0	0	0	0	0	0
	Dijklichamen en waterkeringen	0	0	0	0	0	0
Ruimtegebruik	Horizontaal ruimtegebruik						
	Landbouwgronden	0	0	0	0	0	0
	Ondergronds ruimtegebruik	0	-	0	0	-	0
	Verticaal ruimtegebruik						
	Straalpaden	0	0	0	0	0	0
	Defensieradar	0	0	0	0	0	0
	Vliegverkeer en radar	0	0	0	0	0	0
Duurzame energie-opbrengst en vermeden emissies	Energieopbrengst	+ +	+	+ +	+	++	++
	% verlies (wake effect)	-	-	0	-	-	--
	CO_2-emissiereductie	+ +	+	+ +	+	++	++
	SO_2 -, NO_x en PM_{10} - emissiereductie	+ +	+	+ +	+	++	++

Vanuit de samenvatting van de effectbeoordeling van de alternatieven komt geen eenduidige voorkeur voor één van de alternatieven naar voren. Waar een alternatief goed scoort op het ene milieuthema, scoort ditzelfde alternatief weer slechter op een ander thema. Daarom ligt het voor de hand om een voorkeursalternatief samen te stellen uit de onderzochte alternatieven. Om te komen tot een goede invulling worden de volgende aandachtspunten en aanbevelingen gedaan voor het vaststellen van het voorkeursalternatief.

Aanbevelingen

- Alternatief C1 en C2 veroorzaken relatief veel geluid- en slagschaduw effecten op de leefomgeving. Dit geldt zowel voor woningen van derden als voor de eigen woningen van de initiatiefnemers. De overige alternatieven, zijn vanuit deze aspecten redelijk gelijkwaardig, waarbij A2 beperkt beter scoort. Daarom is voor het voorkeursalternatief gewerkt met twee lijnopstellingen vanuit het aspect geluid- en slagschaduw.
- Veiligheid is weinig onderscheidend als beoordelingsaspect. Dijkveiligheid vormt echter wel een aandachtspunt voor wat betreft de secundaire waterkering. Aanbevolen wordt om, na de keuze voor een voorkeursalternatief dit nader te beschouwen. Zo nodig kunnen dan nog maatregelen (het beperkt verplaatsen van windturbines) worden toegepast. Hierbij vormt de onzekerheid rond de verplaatsing van de boezemkade langs het Zuiderdiep een extra aandachtspunt.
- Het aspect ruimtegebruik is niet onderscheidend. Windturbines en de agrarische functie gaan relatief goed samen. Overige gebruiksfuncties worden niet negatief beïnvloed m.u.v. de aanwezige waterleiding. Deze effecten op deze waterleiding zijn echter beperkt. Aanbevolen wordt om de turbines niet dichterbij de waterleiding te plaatsen dan nodig is.
- Voor het aspect landschap blijkt dat opstellingen met twee lijnen beter passen in het plangebied dan alternatieven met drie lijnen. Windturbines van > 150 meter tiphoogte vormen een rustiger beeld dan de kleinere windturbines. Verlichting vormt wel een aandachtspunt voor de turbines met een ashoogte van > 150 meter.
- Vanuit ecologisch perspectief is plaatsing van windturbines nabij het Zuiderdiep (noordzijde Blok de Wit) niet wenselijk omdat significant negatieve effecten op Natura 2000-gebied Haringvliet niet kunnen worden uitgesloten.
- De energieopbrengst verschilt sterk tussen de alternatieven. De alternatieven met grote turbines hebben een aanzienlijk hogere opbrengst dan de alternatieven met de kleine turbines. De alternatieven met veel windturbines (C1 en C2) kennen een relatief hoge onderlinge beïnvloeding (wake effect verliezen). Voor het voorkeursalternatief ligt het kiezen voor grotere windturbines voor de hand.

X. Voorkeursalternatief

X.1 Keuze van het voorkeursalternatief

Het voorkeursalternatief is een combinatie van de eerder onderzochte alternatieven. Hierbij zijn de volgende belangrijke overwegingen leidend geweest:

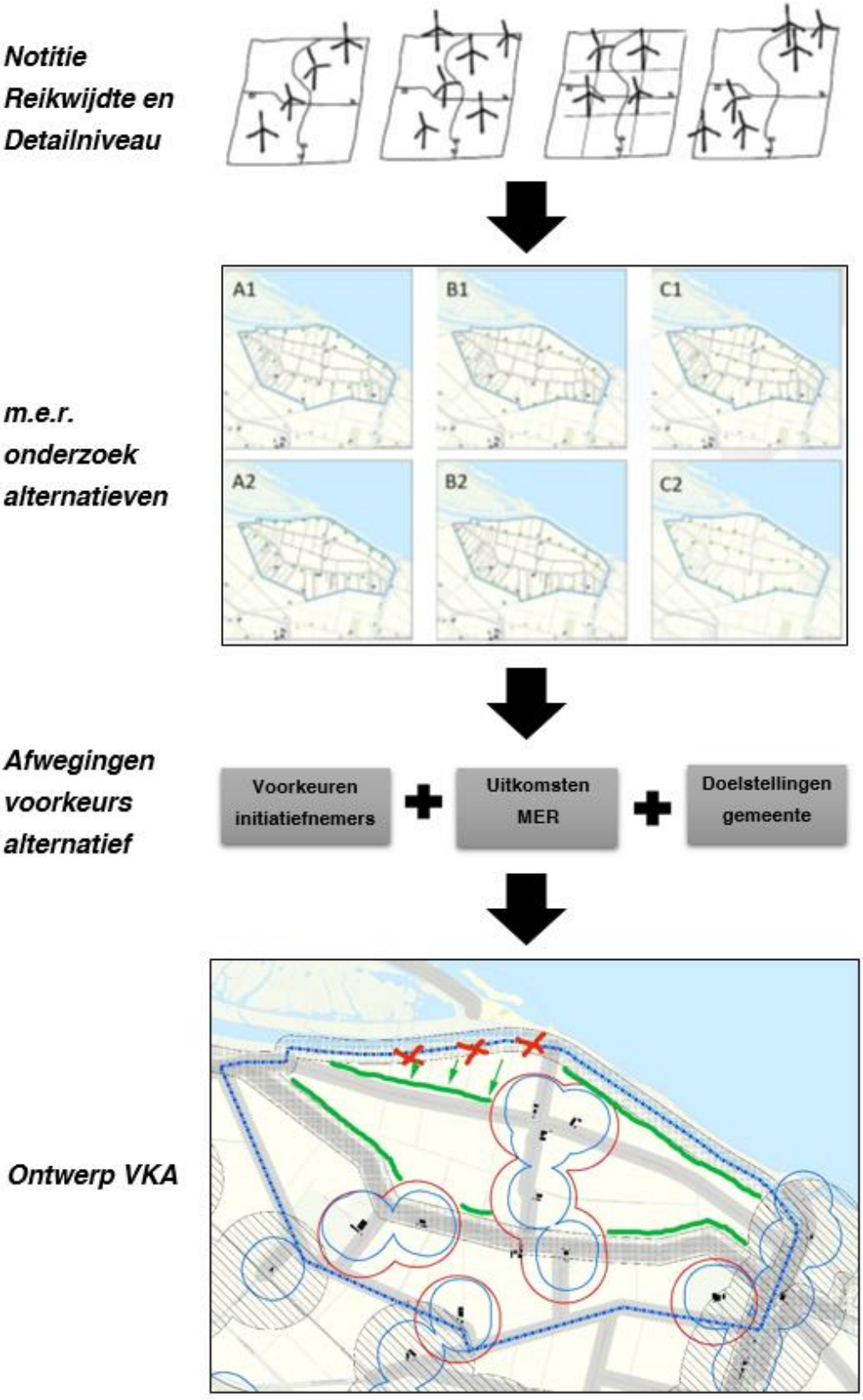
1. Uit ecologisch onderzoek in het MER naar voren gekomen dat er bij de alternatieven A1, A2 en C1 mogelijk significant negatieve effecten kunnen optreden op natuurgebied de Scheelhoek en de brandganzen die daar verblijven. Vanuit ecologie ligt er daarom de randvoorwaarde om de meest noordelijke windturbines van het VKA in ieder geval naar de zuidkant van het perceel ‘Blok de Wit’ te plaatsen, direct ten noorden van de Zuiderdiepweg. Hierdoor worden negatieve effecten door verstoring op het natuurgebied de Scheelhoek zoveel als mogelijk voorkomen.
2. Voor het thema landschap kan op basis van het MER geconcludeerd worden dat een opstelling met twee lijnen de voorkeur heeft boven drie. Zo is uit het onderzoek naar voren gekomen dat de alternatieven C1 en C2 vanuit verschillende kijkrichtingen al snel als een

zwerm worden ervaren, wat niet past niet binnen de plaatsingseisen uit de gemeentelijke structuurvisie.

3. Tot slot is het voor de initiatiefnemers van belang dat de leefbaarheid in het plangebied gewaarborgd blijft tijdens de gehele levensduur van het windpark. Vanwege de ligging van de woningen in het plangebied wordt plaatsing van turbines langs de Oudedijk en Kraaijenissedijk door de initiatiefnemers minder wenselijk geacht. Plaatsing van de tweede lijn langs de Halsdijk en Nieuwedijk heeft onder initiatiefnemers het meeste draagvlak.
4. Tot slot is er vanuit opbrengst en landschappelijk perspectief een voorkeur voor grotere (>150m tiphoogte) windturbines. Enerzijds om het totale aantal windturbines in het plangebied te verminderen, anderzijds om een zo hoog mogelijk opgesteld vermogen aan windenergie en daarmee zo groot mogelijke elektriciteitsopbrengst te genereren.

In figuur S9 is dit samengevat.

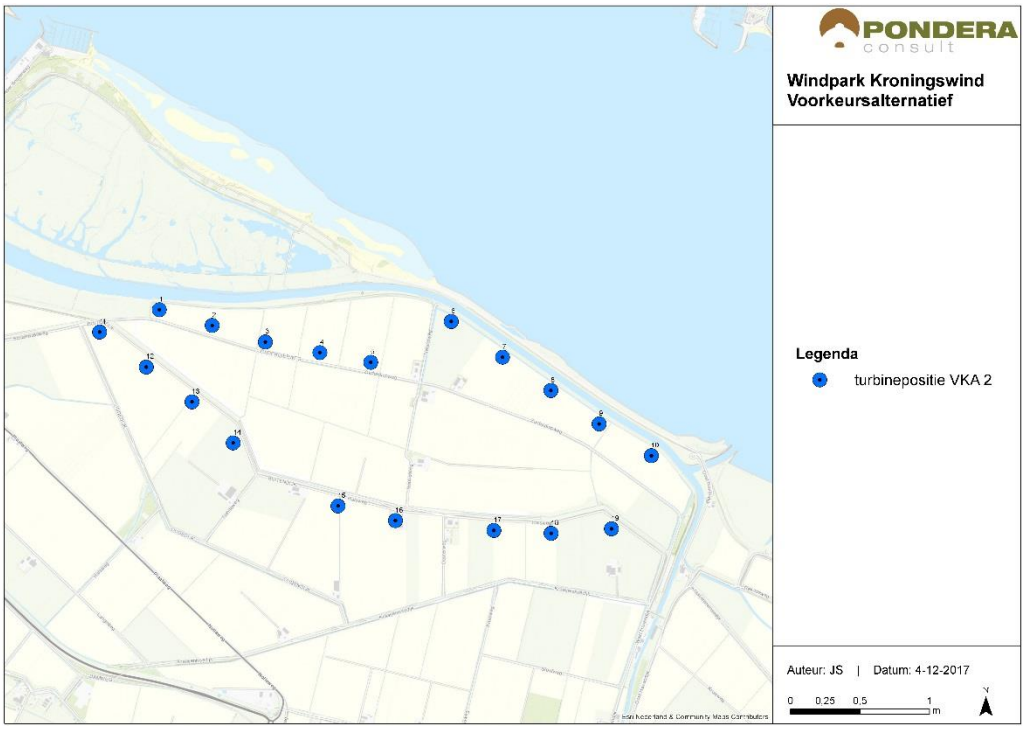
Figuur S9: Trechteringsproces naar voorkeursalternatief



Na overleg tussen de initiatiefnemers en de verantwoordelijke wethouders is gebleken dat de gemeente bestuurlijk wil vasthouden aan de aangenomen raadsmotie uit 2013, waarin is vastgelegd dat de maximale tiphoogte voor windturbines op het eiland Goeree-Overflakkee is beperkt tot 150 meter. Dit betekent dat de optie met windturbines van > 150 meter tiphoogte, zoals door de initiatiefnemers beoogd wordt, geen bestuurlijke medewerking verkrijgt.

Om deze reden is teruggevallen op een voorkeursalternatief, waarin wordt uitgegaan van windturbines met een maximale tiphoogte van 150 meter. Er wordt wel zoveel mogelijk aangesloten bij de andere uitgangspunten. Het definitieve voorkeursalternatief bestaat daarmee uit 19 windturbines en heeft een totaal opgesteld vermogen van circa 57 MW, uitgaande van 3 MW vermogen per windturbine.

Figuur S10: Voorkeursalternatief



X.2 Effectbeoordeling VKA

Voor het voorkeursalternatief (Figuur S.10) is tevens een effectbeoordeling opgesteld, waarbij nadrukkelijk is voortgebouwd op de al uitgevoerde onderzoeken voor de andere alternatieven. Het VKA is beoordeeld in vergelijking met de alternatieven in het MER.

Uit de effectbeoordeling blijkt dat het VKA leidt tot vergelijkbare milieueffecten met alternatief A2 en B2. Voor landschap levert het VKA een beperkt minder herkenbaar beeld op, doordat de lijnen verspringen. Dit effect is niet zodanig dat dit tot een andere beoordeling leidt. De energieopbrengst van het VKA is beperkter dan de vergelijkbare alternatieven met twee lijnopstellingen en hogere windturbines. Na toepassing van beperkte mitigerende maatregelen voor geluid, slagschaduw en ecologie voldoet het voorkeursalternatief aan wet- en regelgeving.

X.3 Gevoeligheidsanalyse

Er is tot slot een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Voor de aspecten geluid, slagschaduw en externe veiligheid is gerekend met een voorbeeldwindturbine, die representatief is voor de mogelijke turbines die in windpark Kroningswind kunnen worden geplaatst. Hierbij is een gemiddelde windturbine gekozen, om de effecten niet te overschatten, maar ook niet te onderschatten. Om naast de gemiddelde windturbine ook de ‘worst-case’ situatie voor geluid in beeld te brengen is het voorkeursalternatief opnieuw berekend met een zeer luide windturbine. Uit de beoordeling blijkt dat in deze situatie op enkele woningen tot enkele dB Lden meer geluidbelasting is dan bij toepassing van een gemiddelde windturbine. Dit betekent dat voor twee windturbines mitigerende maatregelen moeten worden getroffen indien de worst-case windturbine wordt toegepast. Deze maatregelen betreffen een aanpassing van de turbinebladen en zijn goed uitvoerbaar. Na toepassing kan voldaan worden aan de wettelijke geluidnorm.

INHOUDSOPGAVE

1	**Inleiding voornemen en m.e.r-procedure**	**1**
1.1	Initiatief Windpark Kroningswind	1
1.2	Procedure en besluiten	2
1.3	Initiatiefnemer en bevoegd gezag	7
2	**Beleidskader**	**8**
2.1	Duurzame energiedoelstellingen	8
2.2	Windenergie ten opzichte van andere energiebronnen	9
2.3	Rijksbeleid	10
2.4	Provinciaal beleid	13
2.5	Gemeentelijk beleid	13
3	**Locatieonderbouwing en alternatieven**	**15**
3.1	Locatieonderbouwing en doelstelling	15
3.2	Beschrijving van de activiteit	17
3.3	Uitgangspunten inrichtingsalternatieven	19
3.4	Inrichtingsalternatieven	24
4	**Werkwijze milieubeoordeling**	**30**
4.1	Beoordelingskader voor de effectbeoordeling	30
5	**Geluid**	**33**
5.1	Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria	33
5.2	Referentiesituatie	40
5.3	Beoordeling effecten per alternatief	40
5.4	Effecten op eigen woningen	49
5.5	Effecten aanlegfase en netaansluiting	50
5.6	Samenvatting effectbeoordeling	51
6	**Slagschaduw**	**52**
6.1	Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria	52
6.2	Referentiesituatie	54
6.3	Beoordeling effecten per alternatief	54
6.4	Effecten op woningen in de sfeer van de inrichting	58
6.5	Effecten aanlegfase en netaansluiting	59

6.6	Mitigerende maatregelen	59
6.7	Cumulatie	59
6.8	Samenvatting effectbeoordeling	60
7	**Ecologie**	**62**
7.1	Beleid en wetgeving	62
7.2	Beoordelingskader	64
7.3	Referentiesituatie	67
7.4	Effectbeschrijving gebruiksfase	73
7.5	Effectbeschrijving effecten aanlegfase	79
7.6	Effectbeoordeling	80
8	**Landschap, cultuuristorie en archeologie**	**86**
8.1	Inleiding	86
8.2	Beleid	86
8.3	Methodiek en beoordelingskader	91
8.4	Referentiesituatie	96
8.5	Beoordeling effecten per alternatief	99
8.6	Tijdelijke effecten	104
8.7	Cumulatie	106
8.8	Mitigerende maatregelen	107
8.9	Samenvatting effectbeoordeling	107
9	**Waterhuishouding en bodem**	**109**
9.1	Beleid, regelgeving en beoordelingscriteria	109
9.2	Referentiesituatie	113
9.3	Beoordeling effecten per alternatief	117
9.4	Effecten aanlegfase en netaansluiting	125
9.5	Mitigerende maatregelen	126
9.6	Vergelijking en samenvatting effectbeoordeling	126
10	**Veiligheid**	**128**
10.1	Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria	128
10.2	Referentiesituatie	132
10.3	Effectbeoordeling	133
10.4	Effecten aanlegfase en netaansluiting	142
10.5	Cumulatie	142
10.6	Mitigerende maatregelen	143
10.7	Samenvatting effectbeoordeling	143

11 Ruimtegebruik 144

11.1 Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria 144
11.2 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen 151
11.3 Beoordeling effecten 151
11.4 Effecten aanlegfase en netaansluiting 156
11.5 Cumulatie 157
11.6 Mitigerende maatregelen 157
11.7 Vergelijking en samenvatting effectbeoordeling 157

12 Elektriciteitsopbrengst 158

12.1 Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria 158
12.2 Referentiesituatie 160
12.3 Beoordeling effecten per alternatief 160
12.4 Effecten aanlegfase, herstructurering en netaansluiting 162
12.5 Cumulatie 162
12.6 Mitigerende maatregelen 162
12.7 Samenvatting effectbeoordeling 163

13 Conclusies Zes Alternatieven 164

13.1 Inleiding 164
13.2 Geluid 165
13.3 Slagschaduw 166
13.4 Natuur 167
13.5 Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie 167
13.6 Water en Bodem 168
13.7 Veiligheid 168
13.8 Ruimtegebruik 169
13.9 Energieopbrengst en vermeden emissie 170
13.10 Samenvatting en aanbevelingen voorkeursalternatief 170
13.11 Leemten in kennis 171

14 Voorkeursalternatief 173

14.1 Inleiding 173
14.2 Van NRD en m.e.r.-alternatieven naar VKA-opstelling 173
14.3 Definitief VKA 178
14.4 Meetmast 178

15 Effectbeoordeling VKA 180

15.1 Inleiding 180
15.2 Geluid 180
15.3 Slagschaduw 183
15.4 Ecologie 186
15.5 Landschap, cultuurhistorie en archeologie 188
15.6 Waterhuishouding en bodem 191
15.7 Externe veiligheid 193
15.8 Ruimtegebruik 194
15.9 Duurzame energieopbrengst en vermeden emissies 195
15.10 Conclusies beoordeling voorkeursalternatief 196
15.11 Beoordeling meetmast 197
15.12 Gevoeligheidsanalyse 199
15.13 Evaluatie en monitoring 201

Bijlagen

1. Lijst van afkortingen
2. Literatuurlijst
3. Pondera Consult - Onderzoek geluid en slagschaduw
4. Pondera Consult - Onderzoek externe veiligheid
5. Bureau Waardenburg - Natuurtoets windpark Kroningswind
6. Bureau Waardenburg - Memo natuureffecten meetmast
7. Bureau Waardenburg - Passende Beoordeling
8. Royal Haskoning DHV - Onderzoek dijkbveiligheid (ondergrondse effecten)
9. Pondera Consult - Onderzoek effecten op drinkwatertransportleiding
10. Pondera Consult – Onderzoek dijkveiligheid (bovengrondse effecten)
11. TNO – Onderzoek radarverstoring
12. Pondera Consult – Energieopbrengst rapport
13. Correspondentie IL&T
14. Correspondentie LVNL
15. Pondera Consult – visualisaties windpark Kroningswind
16. Bureau Waardenburg – Quickscan ecologie Halsweg 1-3

1 INLEIDING VOORNEMEN EN M.E.R-PROCEDURE

Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit vijftien hoofdstukken. Hoofdstuk 1 beschrijft de aanleiding, de nut en noodzaak, de te nemen besluiten en de m.e.r.-procedure. In hoofdstuk 2 staat het beleidskader voor duurzame energie en ruimtelijk beleid centraal. Hoofdstuk 3 gaat nader in op de locatieonderbouwing, het voornemen van windpark Kroningswind en de inrichtingsalternatieven die onderzocht gaan worden. Hoofdstuk 4 bevat het beoordelingskader: hoe zijn de effecten beoordeeld. Hoofdstuk 5 tot en met 12 gaan achtereenvolgens in op de effecten van de alternatieven op geluid (hoofdstuk 5), slagschaduw (hoofdstuk 6), natuur (hoofdstuk 7), landschap, cultuurhistorie en archeologie (hoofdstuk 8), waterhuishouding en bodemkwaliteit (hoofdstuk 9), veiligheid (hoofdstuk 10), ruimtegebruik (hoofdstuk 11) en elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies (hoofdstuk 12). Hoofdstuk 13 geeft tot slot een overzicht van de milieubeoordeling en welke maatregelen mogelijk zijn om de effecten op het milieu te beperken of te voorkomen. In hoofdstuk 14 wordt de totstandkoming van het voorkeursalternatief, dat in het bestemmingsplan wordt vastgelegd, gepresenteerd. Omdat het voorkeursalternatief bestaat uit een combinatie van de eerdere alternatieven, is in hoofdstuk 15 een effectbeoordeling van dit voorkeursalternatief gemaakt. In de bijlagen zijn diverse achtergrondrapporten en een uitleg van begrippen te vinden.

MER en m.e.r.

Binnen de m.e.r.-procedure worden de volgende afkortingen gebruikt: de **m.e.r.** en het **MER**. De m.e.r. duidt de procedure van milieueffectrapportage van begin tot eind aan: het onderzoek, de inspraak en alle bijkomende adviezen en dergelijke. De afkorting MER staat voor het eindproduct, het milieueffectrapport.

1.1 Initiatief Windpark Kroningswind

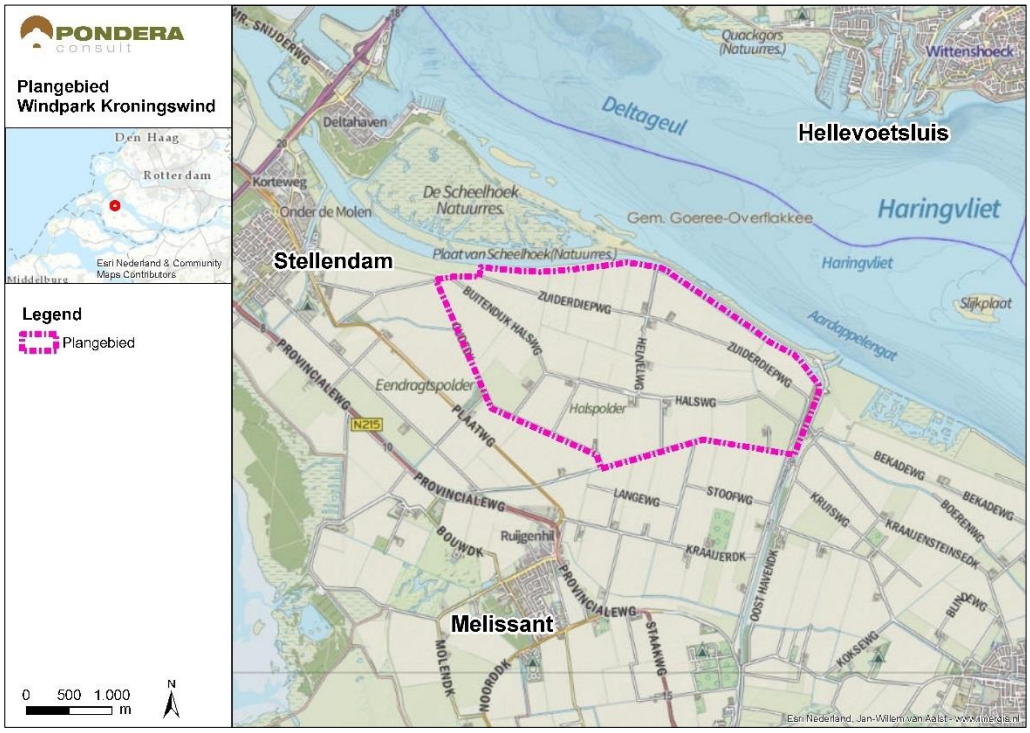
Nederland heeft doelstellingen geformuleerd en in Europees verband afspraken gemaakt voor het realiseren van de opwekking van duurzame – hernieuwbare – energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. De rijksoverheid heeft in de Structuurvisie Windenergie op Land (maart 2014) elf gebieden aangewezen voor de realisatie van grootschalige windenergie, de randzone van Goeree-Overflakkee is een van deze gebieden. In de Partiële herziening regionale structuurvisie Goeree-Overflakkee, Windenergie (juni 2014) en de provinciale Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM)[1] zijn zeven specifieke gebieden aangewezen waar windenergie gerealiseerd kan worden op Goeree-Overflakkee. Een van deze gebieden is het plangebied voor Windpark Kroningswind (voorheen aangeduid als plangebied Noordrand).

Windpark Kroningswind BV. heeft het voornemen om in de Kroningspolder en omliggende gebieden, in de gemeente Goeree-Overflakkee, een windpark te realiseren. Met het initiatief willen de initiatiefnemers bijdragen aan het opwekken van duurzame energie in de provincie Zuid-Holland. Het windpark levert met een streefvermogen van circa 50 - 75 megawatt (MW), afhankelijk van het aantal en type turbines, naar verwachting 170 - 240 miljoen kilowattuur (kWh) per jaar op. Hiermee kunnen ongeveer 60.000 tot 125.000 huishoudens van stroom worden voorzien[2].

[1] Versie 15 juli 2016.
[2] Een huishouden gebruikt gemiddeld 3.500 kWh stroom per jaar (www.milieucentraal.nl).

Het plangebied wordt begrensd door de dijk langs het Haringvliet aan de noordzijde, de weg Oudedijk / Kraaijenissedijk aan de zuidzijde en Zuiderdiepweg aan de oostzijde. Aan de noordzijde bevinden zich de natuurgebieden het Haringvliet en de Scheelhoek. De ligging van deze natuurgebieden is weergegeven in Figuur 1.1. Aan de oostzijde bevindt zich het kanaal dat leidt naar de haven van Dirksland. In het plangebied bevindt zich verspreid liggende (woon)bebouwing, veelal agrarische bedrijven en bijbehorende woningen. De dichtstbijzijnde woonkernen zijn Melissant en Stellendam met een afstand tot de begrenzing van het plangebied van respectievelijk circa 1,6 en 1,2 km.

Figuur 1.1 Ligging plangebied initiatief Windpark Kroningswind



1.2 Procedure en besluiten

1.2.1 Waarom een m.e.r

Om het windpark mogelijk te maken zal de gemeente Goeree-Overflakkee een bestemmingsplan vaststellen. Daarin wordt bepaald waar windturbines worden toegestaan en aan welke eisen het windpark moet voldoen. Daarnaast is voor de bouw en exploitatie van het windpark onder meer een omgevingsvergunning (uitvoeringsbesluit) nodig.

Kader 1.3 Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) is het wettelijk kader voor de omgevingsvergunning. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte en milieu. De integratie van toestemmingen in één omgevingsvergunning betekent dat één bestuursorgaan de bevoegdheid heeft deze vergunning te verlenen, en daarmee ook het bevoegd gezag is voor de m.e.r.-procedure.

Er zijn twee belangrijke redenen die leiden tot een m.e.r.-plicht:

1. Het wettelijke Besluit milieueffectrapportage (Besluit m.e.r.) waarin activiteiten zijn genoemd waarop m.e.r.-plicht of m.e.r.-beoordelingsplicht van toepassing is. Daarbij wordt aangegeven wat het m.e.r.-(beoordelings)plichtige plan of besluit is;
2. Plannen, zoals een bestemmingsplan, zijn m.e.r.-plichtig als daarvoor een Passende Beoordeling in het kader van de Wet natuurbescherming moet worden opgesteld.

Beide redenen zijn van toepassing op het voornemen van Windpark Kroningswind.

Ad 1. Op grond van categorie D 22.2 van het Besluit m.e.r. geldt dat voor een windpark met een gezamenlijk opgesteld vermogen van 15 MW of meer, of bestaande uit tien turbines of meer geldt dat een m.e.r.(-beoordeling) aan de orde kan zijn bij de volgende besluiten:

- De vaststelling of herziening van een bestemmingsplan (plan-m.e.r.-plicht);
- De omgevingsvergunning (m.e.r.-beoordelingsplicht, project-m.e.r.).

Er is voor gekozen om direct de uitgebreide m.e.r.-procedure te doorlopen voor Windpark Kroningswind en niet eerst de m.e.r.-beoordelingsprocedure te doorlopen.

Ad 2. Voor ruimtelijke plannen waarvoor een Passende Beoordeling in het kader van de Wet natuurbescherming wordt opgesteld geldt een plan-m.e.r.-plicht. Wanneer significante effecten op Natura 2000-gebieden niet uitgesloten kunnen worden of onzeker zijn, moet er een Passende Beoordeling worden uitgevoerd. Deze Passende Beoordeling is waarschijnlijk nodig omdat het plangebied van Windpark Kroningswind tegen Natura 2000-gebied Haringvliet ligt en significante effecten op voorhand niet zijn uit te sluiten. De Passende Beoordeling is onderdeel van het MER.

Voor Windpark Kroningswind wordt één MER opgesteld dat zowel gebruikt wordt als MER voor het bestemmingsplan alsook als MER voor de Wabo-vergunning. Dit wordt ook wel een gecombineerd plan- en projectMER genoemd. Waar hierna over het MER gesproken wordt, wordt het gecombineerde MER bedoeld.

1.2.2 Milieueffectrapportage

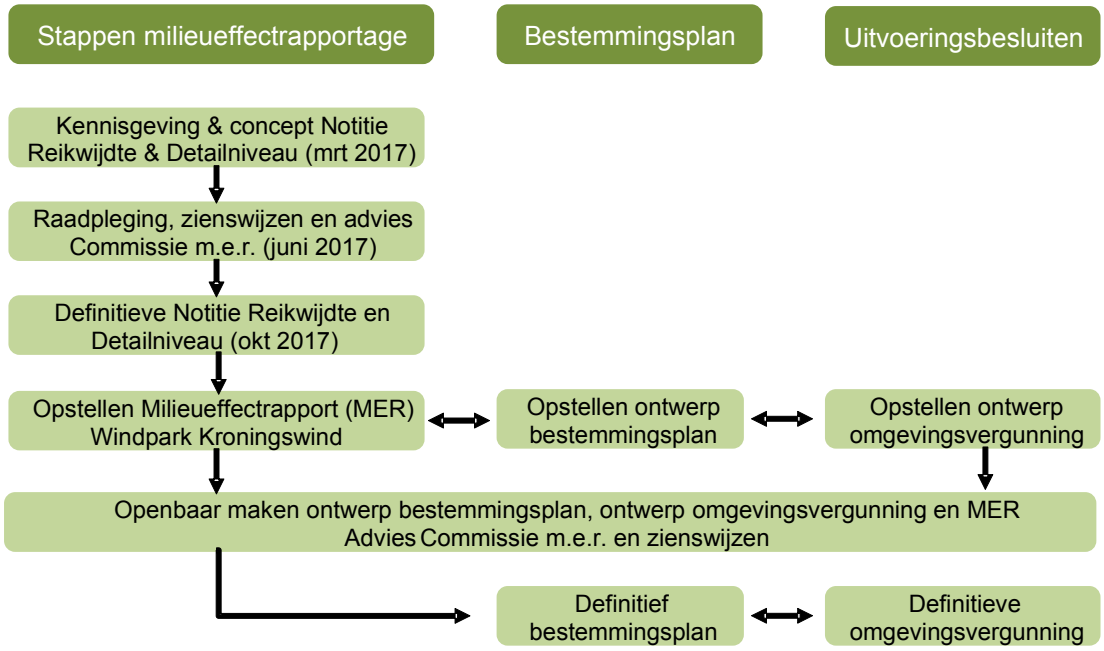
Milieueffectrapportage (m.e.r.[3]) is een instrument om bij besluitvorming over een plan of project het milieubelang een volwaardige plaats te geven. Uit Europese en nationale wetgeving volgt dat voor activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten een m.e.r.-procedure moet worden doorlopen. De inhoudelijke vereisten aan een milieueffectrapport (MER) zijn vastgelegd in hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer (zie punt 5). In de onderstaande figuur zijn de hoofdlijnen van de procedure weergegeven. Het betreft de volgende stappen:

1. Mededeling voornemen initiatiefnemer aan bevoegd gezag over voornemen;
2. Publiceren van de notitie Reikwijdte en Detailniveau (kennisgeving);
3. Raadpleging, mogelijkheid van inspraak en advies Commissie m.e.r.;

[3] De afkorting m.e.r. (kleine letters, met puntjes) verwijst naar de procedure van milieueffectrapportage. Met de afkorting MER (hoofdletters, geen puntjes) wordt het milieueffectrapport bedoeld.

4. Vaststelling reikwijdte en detailniveau MER;
5. Onderzoek en opstellen van het MER, het ontwerp bestemmingsplan en ontwerp beschikkingen;
6. Publicatie van het ontwerp bestemmingsplan de ontwerp beschikkingen met het MER;
7. Inwinnen van adviezen (o.a. Commissie m.e.r.) en zienswijzen;
8. Besluit vaststellen bestemmingsplan en beschikkingen en de publicatie;
9. Mogelijkheid van beroep tegen het bestemmingsplan en de vergunningen[4];
10. Monitoring en evaluatie van de milieueffecten.

Figuur 1.2 Hoofdlijnen procedure



1. Mededeling initiatiefnemer aan bevoegd gezag over voornemen

De eerste stap is dat de initiatiefnemers, Windpark Kroningswind B.V., aan het bevoegd gezag (de gemeente Goeree-Overflakkee) verzocht heeft een bestemmingsplan op te stellen voor het initiatief om op de locatie een windpark te realiseren en de coördinatieregeling toe te passen.

2. Openbare kennisgeving

De gemeente Goeree-Overflakkee heeft openbaar kennis gegeven van het voornemen om m.e.r.-plichtige besluiten voor te bereiden. Daarin is aangekondigd dat:

- Stukken (de Notitie Reikwijdte en Detailniveau) gedurende zes weken ter inzage worden gelegd;
- Waar en wanneer dit gebeurt;
- Dat er gelegenheid is zienswijzen in te dienen;
- Aan wie, op welke wijze en binnen welke termijn;
- Dat de Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie m.e.r.) om advies wordt gevraagd over het opstellen van het MER.

[4] Bij van toepassing van de gemeentelijke coördinatieregeling wordt direct beroep ingesteld bij de Raad van State. Omdat deze regeling niet wordt toegepast, volgt eerst bezwaar bij de rechtbank en vervolgens beroep bij de Raad van State.

Dit is gebeurd van 29 maart tot 11 mei 2017.

3. Raadpleging en zienswijzen

Adviseurs en betrokken bestuursorganen over reikwijdte en detailniveau
Het bevoegd gezag raadpleegt de wettelijke adviseurs en de overheidsorganen, zoals buurgemeenten, provincie en het waterschap die bij de voorbereiding van het plan moeten worden betrokken, over de reikwijdte en het detailniveau van het MER. Hoewel het raadplegen van de Commissie voor de m.e.r. in deze fase niet verplicht is, hebben de initiatiefnemers besloten dit wel te doen. Dit is gebeurd op 15 juni 2017.

De kwaliteit en inhoud van een MER wordt getoetst door de Commissie voor de milieueffectrapportage (de Commissie). Dit is een bij wet ingestelde onafhankelijke adviseur bij m.e.r.-procedures. De Commissie beoordeelt of het MER de benodigde informatie bevat ten aanzien van de milieueffecten.

Informatieavond
In deze periode heeft op 10 april 2017 een eerste informatieavond plaatsgevonden waarin omwonenden geïnformeerd zijn over het voornemen en meer specifiek over de inhoud van de notitie reikwijdte en detailniveau.

Indienen zienswijzen
De notitie Reikwijdte en Detailniveau heeft in het kader van de hiervoor beschreven openbare kennisgeving voor een periode van zes weken ter inzage gelegen, van 29 maart tot 11 mei 2017, zodat iedereen zienswijzen in kon dienen voor de reikwijdte en het detailniveau van het op te stellen MER. Op de concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau zijn twee zienswijzen en vier vooroverlegreacties van andere instanties binnengekomen.

4. Vaststellen reikwijdte en detailniveau van het MER
Het bevoegd gezag stelt de reikwijdte en detailniveau vast op basis van de ingekomen zienswijzen, het advies van de betrokken overheidsorganen, het advies van de wettelijke adviseurs en het advies van de Commissie m.e.r. De reikwijdte en detailniveau is door het bevoegd gezag vastgesteld op 31 oktober 2017 (zie besluitenlijst College B&W van de gemeente Goeree-Overflakkee, 31 oktober 2017).[5]

5. Opstellen MER
Op basis van de bepaalde reikwijdte en detailniveau wordt een MER opgesteld. In dit MER worden de milieueffecten van het windpark onderzocht. De eisen waaraan het MER moet voldoen, zijn beschreven in artikel 7.7 en artikel 7.23, eerste lid van de Wet milieubeheer. Samengevat moet het MER in elk geval bevatten/beschrijven:

- Het doel van het project;
- Een beschrijving van het project en de ‘redelijkerwijs in beschouwing te nemen’ alternatieven, zowel (bijvoorbeeld) qua ligging als qua inrichting;
- Welke plannen er eerder voor deze activiteit zijn vastgesteld en welke alternatieven daarin waren opgenomen;

[5] https://www.goeree-overflakkee.nl/document.php?m=46&fileid=162565&f=96eabde45a1f7a5829ff3e18287398e3&attachment=0&c=150820

- Voor welke besluiten het MER wordt gemaakt en welke besluiten met betrekking tot het project al aan het MER vooraf zijn gegaan;
- Een beschrijving van de ‘huidige situatie en de autonome ontwikkeling’ in het plangebied;
- Welke gevolgen het project en de alternatieven hebben voor het milieu en een motivering van de manier waarop deze gevolgen zijn bepaald en beschreven en een vergelijking van die gevolgen met de ‘autonome ontwikkeling’;
- Effect beperkende c.q. mitigerende maatregelen;
- Leemten in kennis;
- Een publiekssamenvatting.

6. Ter inzage leggen MER en raadpleging Commissie voor de m.e.r.

Het definitieve MER wordt gelijktijdig ter inzage gelegd (openbaar gemaakt) met het ontwerpbestemmingsplan en de ontwerpbeschikkingen voor de benodigde uitvoeringsbesluiten (o.a. omgevingsvergunning voor bouw en milieu). Tevens wordt het voor een toetsingsadvies aan de Commissie voor de m.e.r. verzonden.

7. Zienswijzen en adviezen

Zienswijzen indienen

Iedereen kan zienswijzen indienen op het MER, het ontwerpbestemmingsplan en de ontwerpbeschikkingen voor de uitvoeringsbesluiten. De termijn is daarvoor zes weken vanaf het moment dat de stukken ter inzage worden gelegd.

Advies Commissie voor de m.e.r.

De Commissie voor de m.e.r. geeft een toetsingsadvies over de inhoud van het MER (verplicht in deze fase) waarbij zij de Notitie Reikwijdte en detailniveau en, indien verzocht door het bevoegd gezag, de ingekomen zienswijzen betrekt. Eventueel geven de zienswijzen en het advies van de Commissie aanleiding voor een aanvulling op het MER.

Informatieavond

In deze periode van terinzagelegging wordt een tweede informatieavond georganiseerd waarin omwonenden geïnformeerd worden over het ontwerp bestemmingsplan, andere ontwerp besluiten en de eindresultaten van het MER.

8. Vaststellen bestemmingsplan inclusief motivering

De gemeente Goeree-Overflakkee stelt het bestemmingsplan vast en verleent de omgevingsvergunning. Daarbij geeft het bevoegd gezag aan hoe rekening is gehouden met de in het MER beschreven alternatieven en de milieugevolgen, de zienswijzen en het advies van de Commissie voor de m.e.r. Ook wordt aangegeven of en hoe monitoring van milieueffecten plaatsvindt.

9. Bekendmaken bestemmingsplan en besluiten

Het definitieve bestemmingsplan en de definitieve besluiten over de vergunningen worden bekendgemaakt. Hiertegen kan een ieder (behalve overheden), die een zienswijze heeft ingediend over het ontwerpbestemmingsplan en/of de ontwerpbesluiten, bezwaar indienen bij de Rechtbank en eventueel beroep instellen bij de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State.

10. Evaluatie en monitoring

Het bevoegd gezag evalueert de werkelijk optredende milieugevolgen en neemt zo nodig maatregelen om de gevolgen voor het milieu te beperken.

1.3 Initiatiefnemer en bevoegd gezag

Initiatiefnemer project

Windpark Kroningswind B.V. is de initiatiefnemer van het project windpark Kroningswind. Het bedrijf vertegenwoordigt de grondeigenaren in het plangebied.

Tabel 1.1 Contactpersoon initiatiefnemers

Initiatiefnemer	**Windpark Kroningswind B.V.**
Contactpersoon	De heer W.M. (Wim) van Leeuwen
Adres	Tiendeweg 1 3251 NB Stellendam

Bevoegd gezag

De gemeente Goeree-Overflakkee is bevoegd gezag en initiatiefnemer voor het bestemmingsplan en de omgevingsvergunning. De gemeente heeft Windpark Kroningswind B.V. gevraagd het MER op te stellen. De DCMR milieudienst Rijnmond adviseert de gemeente inhoudelijk tijdens de m.e.r.-procedure en stelt de omgevingsvergunning op.

Omdat het voorgenomen windpark een omvang heeft van tussen de 5 en 100 MW, is op basis van artikel 9e van de Elektriciteitswet 1998 provinciale staten in eerste aanleg bevoegd gezag voor het ruimtelijk plan. De provincie heeft voor windenergie op Goeree-Overflakkee en daarmee ook voor dit project besloten vooralsnog geen gebruik te maken van deze bevoegdheid en deze aan de gemeente Goeree-Overflakkee te delegeren[6], waarmee de gemeente bevoegd gezag is voor het vaststellen van een bestemmingsplan dat het initiatief van het windpark mogelijk maakt (art 3.1 Wro).

Tabel 1.2 Contactgegevens bevoegd gezag

	Bestemmingsplan en omgevingsvergunning
Bevoegd gezag	Gemeente Goeree-Overflakkee
Contactpersoon	Joost Moelker
Adres	Postbus 1 3240 AA Middelharnis

[6] Op 27 oktober 2016 hebben gemeente en provincie een nieuwe overeenkomst gesloten waarbij de gemeente de regie behoudt op de regionale windopgave en waarin mijlpalen voor de realisatie zijn afgesproken.

2 BELEIDSKADER

Beleid en wet- en regelgeving voor energie, ruimtelijke ordening en milieu vormen het kader waarbinnen dit MER wordt opgesteld. Dit hoofdstuk beschrijft beleid, wet- en regelgeving specifiek op het gebied van duurzame (wind)energie en ruimtelijke ordening. Hierbij komen eveneens nut en noodzaak van windenergie aan de orde, waarbij de doelstellingen van Rijk, provincie en de gemeente voor duurzame energie en windenergie zijn toegelicht. Voor de verschillende milieuthema's, zoals geluid, slagschaduw, landschap, natuur en externe veiligheid, komt het kader van beleid, wet- en regelgeving in de themahoofdstukken (5 t/m 12) met de effectbeoordeling aan bod.

2.1 Duurzame energiedoelstellingen

Door onder meer de uitstoot van broeikasgassen treedt wereldwijd klimaatverandering op, met diverse ernstige gevolgen voor de leefomgeving. Een deel van deze broeikasgassen komt vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen voor het opwekken van energie. De EU en het Rijk streven ernaar klimaatverandering te beperken door de uitstoot van broeikasgassen te verminderen.

In 2015 is een internationaal Klimaatakkoord gesloten. Tijdens de 21ste jaarlijkse klimaatconferentie in Parijs, COP21, van de Verenigde Naties stemden op 12 december 2015 de bijna 200 deelnemers in met een nieuw bindend klimaatakkoord. Daarmee moet de uitstoot van broeikasgassen worden teruggedrongen en de opwarming van de aarde worden beperkt tot maximaal 2 graden, met 1,5 graad als streefwaarde. De CO_2-uitstoot moet in 2030 met 40% zijn gedaald op Europees niveau (vergeleken met 1990). Het regeerakkoord van kabinet Rutte III 'vertrouwen in de toekomst' legt de lat nog hoger voor Nederland door maatregelen te nemen met het doel om een C02-reductie van 49% in 2030 te realiseren.

Door voor de opwekking van energie over te stappen op hernieuwbare (of duurzame) energiebronnen waarbij er geen of minder broeikasgassen vrijkomen, kan de uitstoot worden verminderd. Tegelijkertijd wordt ernaar gestreefd om het aandeel energie uit hernieuwbare energiebronnen te vergroten aangezien fossiele brandstoffen eindig zijn en deze vooral buiten Europa beschikbaar zijn. Hierdoor is Nederland in belangrijke mate afhankelijk van regio's buiten Europa, waaronder ook instabiele regio's. Hernieuwbare energie, zoals windenergie, levert een bijdrage aan de energievoorzieningszekerheid binnen Nederland.

De Europese Unie heeft ten aanzien van hernieuwbare energiebronnen een taakstelling per Lidstaat vastgelegd in richtlijn 2009/28/EG 'Richtlijn ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen'. Voor Nederland is als taakstelling gesteld dat 14% van het finale eindverbruik van energie in 2020 uit hernieuwbare bronnen dient te zijn opgewekt. In 2016 is het aandeel hernieuwbare energie 5,9% van het totale energieverbruik[7]. Windenergie op land speelt een belangrijke rol bij het behalen van de genoemde doelstelling op korte termijn, omdat deze optie vergeleken met andere duurzame opties relatief kosteneffectief is en ook significant kan bijdragen aan het realiseren van de Europese taakstelling. Onder andere vanwege de

[7] https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/22/aandeel-hernieuwbare-energie-5-9-procent-in-2016

goede windomstandigheden in Nederland en de beperkte mogelijkheden van andere bronnen van duurzame energie door de geologische en meteorologische condities in Nederland. Nederland streeft naar een C02-arme energievoorziening, die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is, aldus het Energierapport 2016[8]. Energie is een noodzakelijke voorwaarde voor het functioneren van de samenleving in alle facetten. Afnemers moeten kunnen rekenen op betrouwbare energie tegen concurrerende prijzen. Met het oog op klimaatverandering, afhankelijkheid van andere landen en de afnemende beschikbaarheid van fossiele brandstoffen is een transitie naar een duurzame energiesector noodzakelijk.

De energiesector in Nederland is in eerste instantie verantwoordelijk voor meer dan twintig procent van de uitstoot van broeikasgassen. De uitstoot van broeikasgassen als gevolg van de energiebehoefte kan worden beperkt door energiebesparing en door grootschalige inzet van duurzame energiebronnen. Een dergelijke omschakeling in de Nederlandse energievoorziening betekent een forse inspanning.

In 2013 sloot het kabinet Rutte II een energieakkoord met onder meer werkgevers, vakbonden en milieuorganisaties. Ruim veertig organisaties, waaronder de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, andere maatschappelijke organisaties en financiële instellingen, verbinden zich aan het Energieakkoord voor duurzame groei. In dit energieakkoord staan afspraken met doelen tot 2023. De doelstelling is vastgesteld om een aandeel hernieuwbare energie van 14% in de totale energieopwekking te realiseren in 2020. In 2023 moet 16% duurzame energie worden opgewekt en in 2050 moet de energievoorziening bijna helemaal duurzaam zijn. Ook het kabinet Rutte III wil het aandeel hernieuwbare energie vergroten en wil hiervoor afspraken maken in een Klimaatakkoord (zie paragraaf 2.3).

2.2 Windenergie ten opzichte van andere energiebronnen

Duurzame energie kan uit verschillende hernieuwbare bronnen worden opgewekt. Niet iedere bron leent zich voor de opwekking van elektriciteit, of is even geschikt voor (grootschalige) toepassing in Nederland. Waterkracht speelt bijvoorbeeld in Nederland door het geringe hoogteverschil nauwelijks een rol. Restwarmte kan in bepaalde gevallen benut worden voor bijvoorbeeld stadsverwarming, maar is vaak ongeschikt voor de productie van elektriciteit. In Nederland zijn vooral windenergie, zonne-energie, bio-energie en aard- en bodemwarmte belangrijke bronnen voor duurzame energie. Naast de schaal en toepasbaarheid van een hernieuwbare energiebron spelen hierbij ook kosten een rol.

Voor de gewenste toename van het aandeel duurzame energie zet het Rijk in op een mix van hernieuwbare energiebronnen. Er is geen sprake van een keuze voor één specifieke vorm van hernieuwbare energie: alle kansrijke technologieën zijn nodig om het aandeel duurzame energie te vergroten en de gestelde doelstellingen te realiseren. Het gaat niet om de keuze voor de ene óf de andere vorm, maar een groei van alle vormen van duurzame energie. Het Rijk kiest daarbij voor de meest kostenefficiënte vormen van duurzame energie.

Bio-energie en windenergie zijn op dit moment - vanwege de toepasbaarheid, de potentiële energieproductie en kostenefficiëntie - de meest geschikte technieken om de doelstelling te

[8] Energierapport 2016: transitie naar duurzaam

halen. Ook voor andere bronnen geldt dat deze een bijdrage zullen leveren, maar deze is beperkter van omvang. De verwachting is dat windenergie op land de komende jaren een van de goedkoopste manieren om hernieuwbare energie te produceren blijft. Waterkracht, omgevingswarmte, zonne-energie en blauwe energie (energie die uit het mengen van zoet- en zoutwater wordt gewonnen) spelen op dit moment in Nederland een kleinere rol.

2.3 Rijksbeleid

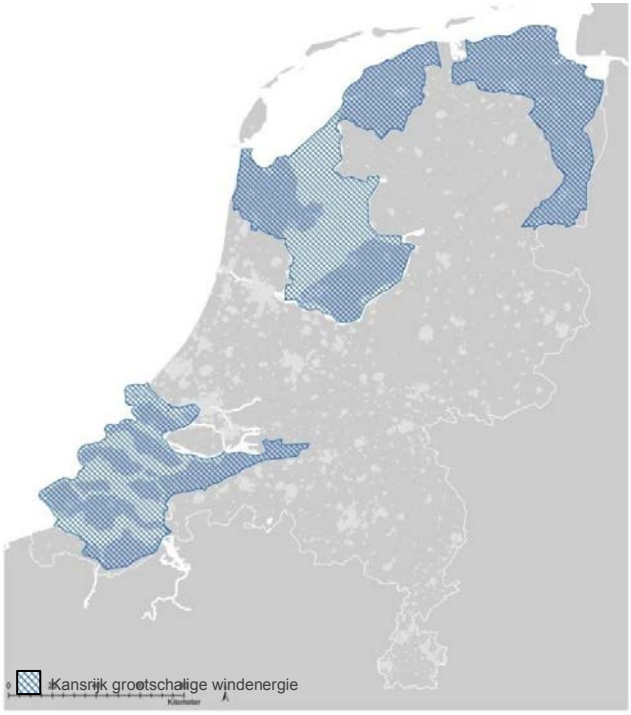
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte

De “Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte” (SVIR, maart 2012) is de 'kapstok' voor bestaand en nieuw rijksbeleid met ruimtelijke consequenties. Energievoorziening en energietransitie zijn daarbij aangemerkt als een nationaal belang.

Voor grootschalige windenergie is in de SVIR het volgende opgenomen: *“Rijk en provincies zorgen voor het ruimtelijk mogelijk maken van de doorgroei van windenergie op land tot minimaal 6.000 MW in 2020. Niet alle delen van Nederland zijn geschikt voor grootschalige winning van windenergie. Het Rijk heeft in de SVIR gebieden op land aangegeven die kansrijk zijn op basis van de combinatie van landschappelijke en natuurlijke kenmerken, evenals de gemiddelde windsnelheid”.*

In figuur 2.1 zijn de gebieden weergegeven die het Rijk in de SVIR aanduidt als kansrijk voor de ontwikkeling van grootschalige windenergie. Onder grootschalige windenergie worden verstaan: windenergieprojecten van 100 MW of meer opgesteld vermogen. Het plangebied van Windpark Kroningswind ligt in een gebied dat als kansrijk voor windenergie wordt betiteld.

Figuur 2.1 Kansrijke gebieden voor grootschalige windenergie



Bron: Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, 2010 (vervaardiging kaartmateriaal Pondera Consult)

Structuurvisie Windenergie op Land

De gebieden die in de SVIR zijn aangewezen zijn nader uitgewerkt in de Structuurvisie Windenergie op Land (SWOL, maart 2014). De doelstelling van de SWOL is zodanige ruimtelijke voorwaarden te scheppen dat in 2020 een opwekkingsvermogen van ten minste 6.000 MW aan windturbines op land operationeel is. De SWOL heeft betrekking op gebieden die geschikt zijn voor grootschalige opstellingen van windenergie van minimaal 100 MW en gaat uit van bundeling in gebieden die geschikt zijn voor het plaatsen van grootschalige windenergie.

De keuze voor locaties is gemaakt door gebieden te selecteren binnen de 'kansrijke gebieden' uit het SVIR in overleg met de provincies, rekening houdend met het provinciale beleid (anno 2012). Provincies hebben gebieden aangewezen op basis van hun ruimtelijke mogelijkheden. Deze selectie van gebieden is onderzocht in een planMER en Passende Beoordeling. Op basis van de bestuurlijke afspraken tussen het kabinet en de provincies en de inhoudelijke informatie uit het planMER zijn elf gebieden in de structuurvisie opgenomen.

De randzone van Goeree-Overflakkee is in de SWOL aangewezen als locatie voor de realisatie van grootschalige windenergie. Het plangebied van windpark Kroningswind maakt onderdeel uit van dit gebied.

Figuur 2.2 Structuurvisie Windenergie Op Land (SWOL)



Bron: Structuurvisie Windenergie op land, 2014, Ministerie Infrastructuur en Milieu

Energieverkenning 2017

De Nationale Energieverkenning 2017 (NEV, 2017)[9] bevestigt signalen dat de omslag naar een duurzame energiehuishouding wordt gemaakt. De groei van het aandeel hernieuwbare energie

[9] Kamerstuk 30 196, nr. 559

in de elektriciteitsvoorziening is één van de snelst lopende ontwikkelingen. Vooral de uitrol van windenergie op zee lijkt heel succesvol, ook in de komende jaren. De nationale emissies in broeikasgassen nemen fors af tot 2020, maar stabiliseren daarna. Dat komt voornamelijk doordat het effect van de daling van het energieverbruik en de groei van hernieuwbare energie op de nationale emissies, worden gemaskeerd door sterk fluctuerende activiteiten van de (conventionele) energiesector.

Het aandeel hernieuwbare energie is in 2015 gestegen van 5,5% tot 5,8% en in 2016 van 5,8 naar 5,9%. De komende jaren vindt een versnelling van de groei van het aandeel hernieuwbare energie plaats, aangejaagd door de afspraken uit het Energieakkoord. Het doel voor het aandeel hernieuwbare energie in 2020 van 14% lijkt echter nog niet te worden gehaald[10].

Na 2023 groeit het aandeel hernieuwbare energie onder voorgenomen beleid verder tot 23,9% in 2030. Dit wordt met name verklaard door de veronderstelde continuering van de SDE+-regeling, die verdere groei van wind op zee en hernieuwbare energie in de gebouwde omgeving ondersteunt. Momenteel wordt door het Kabinet samen met de maatschappelijke partners gewerkt aan het Klimaatakkoord teneinde de opgave om de uitstoot van broeikasgassen in Nederland in 2030 terug te dringen met 49% ten opzichte van 1990[11].

Regeerakkoord Rutte III

In het regeerakkoord van kabinet Rutte III (2017) wordt duurzame energie verder gestimuleerd. In het regeerakkoord is het volgende wat betreft duurzame energie opgenomen:

11. Emissiereductiedoel broeikasgassen gaat omhoog: naar 49% in 2030 (ten opzichte van 1990). Dat is hoger dan afgesproken in het klimaatverdrag van Parijs. In Europa wil Nederland aandringen op een Europees doel van 55% in 2030 en als dat niet lukt: met buurlanden proberen te komen tot afspraken over een hogere broeikasreductie;
12. Er komt een nationaal klimaat- en energieakkoord;
13. Op korte termijn wordt onder andere het belastingstelsel vergroend en wordt een minimumprijs van CO2 voor de elektriciteitssector geïntroduceerd;
14. De broeikasreductie van 49% wordt voornamelijk behaald door afvang en opslag van CO2 (scheelt 18 megaton/jaar (Mton/jaar) in 2030) en het sluiten van kolencentrales (scheelt 12 Mton/jaar in 2030. Extra wind op zee moet zorgen voor een vermindering van 4 Mton/jaar in 2030 (circa 2,1 gigawatt (GW)) en meer zonne-energie voor 1 Mton/jaar 2030;
15. SDE+ middelen lopen op tot 3,2 miljard euro per jaar en de SDE+ wordt verbreed, met onder andere afvang en opslag van koolstofdioxide;
16. Kolencentrales gaan uiterlijk in 2030 dicht;
17. De salderingsregeling duurzame elektriciteit wordt in 2020 omgevormd in een nieuwe regeling;
18. Subsidiëring van bijstook biomassa in kolencentrales wordt na 2014 stopgezet;
19. Er komt een aparte regeling voor energiecoöperaties die het mogelijk maakt dat omwonenden makkelijker kunnen participeren in duurzame energieprojecten in hun directe omgeving.

[10] Uitvoeringsagenda Energieakkoord voor duurzame groei 2018 (13 februari 2018)
[11] https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2018/02/23/kamerbrief-over-inzet-kabinet-voor-klimaatakkoord/kamerbrief-over-inzet-kabinet-voor-klimaatakkoord.pdf

2.4 Provinciaal beleid

Provinciale Staten hebben met het op 30 januari 2013 vaststellen van de ‘Actualisering 2012’, het Zuid-Hollandse windenergiebeleid verankerd in de provinciale Structuurvisie en de Verordening ruimte. Daarmee hebben zij de basis gelegd voor het provinciaal ruimtelijk kader voor de realisatie van de Zuid-Hollandse windenergieopgave (zie kader 2.1).

Kader 2.1: Provinciale energiemonitor 2016

Jaarlijks wordt door de provincie Zuid-Holland een voorgangsrapportage windenergie opgesteld. Hierin wordt de voortgang van de realisatie van de provinciale taakstelling voor windenergie in het algemeen en per deelgebied beschreven. Op 6 december 2016 is de laatste versie gepubliceerd. Hieruit blijkt dat de doelstellingen alleen haalbaar zijn met een forse versnellingsimpuls. Voor de locatie Noordrand Goeree (Kroningswind) is opgenomen dat vanwege de complexe situatie (deels natuur, deels landbouw, grondeigendom) het overleg tussen gemeente, initiatiefnemers en grondeigenaren veel tijd heeft gekost. De verwachting is dat in 2017 de concrete planuitwerking van de windlocatie kan starten en eind 2017 - begin 2018 de formele procedures. De locatie is nodig voor het behalen van de doelstellingen in Zuid-Holland.

Provinciale omgevingsvisie

Vanuit ruimtelijke kwaliteit wordt gezocht naar een concentratie van windturbines op betekenisvolle plekken in het landschap. Indien mogelijk wordt daarbij aansluiting gezocht bij recent gebouwde bestaande opstellingen en worden turbines zo geplaatst dat ook eventuele latere uitbreidingen landschappelijk inpasbaar zijn. In de Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM, juli 2014) zijn de eisen vanuit windenergie en de voorwaarden vanuit landschap en ruimtelijke kwaliteit afgewogen en met elkaar in balans gebracht. Gebieden die vanuit landschappelijk, cultuurhistorisch, ecologisch of recreatief oogpunt kwetsbaar zijn, worden uitgesloten. Mede door de hoogte van moderne windturbines en daarmee gepaard gaande ruimtelijke invloed is het van belang om zoveel mogelijk in te zetten op concentratie in geschikte gebieden en versnippering over de hele provincie te voorkomen. De randzone van Goeree-Overflakkee is mede vanuit deze uitgangspunten aangewezen.

Partiële herziening omgevingsvisie

Eind 2017 heeft Provinciale Staten een besluit genomen over de partiële herziening van de VRM, dat op 19 januari 2018 in werking is getreden. In deze herziening worden zoekgebieden voor windenergie toegevoegd in de provincie Zuid-Holland, om de doelstelling van de provincie te kunnen realiseren. Deze herziening heeft geen betrekking op het grondgebied van de gemeente Goeree-Overflakkee en het plangebied blijft op grond van de VRM aangemerkt als locatie voor windenergie.

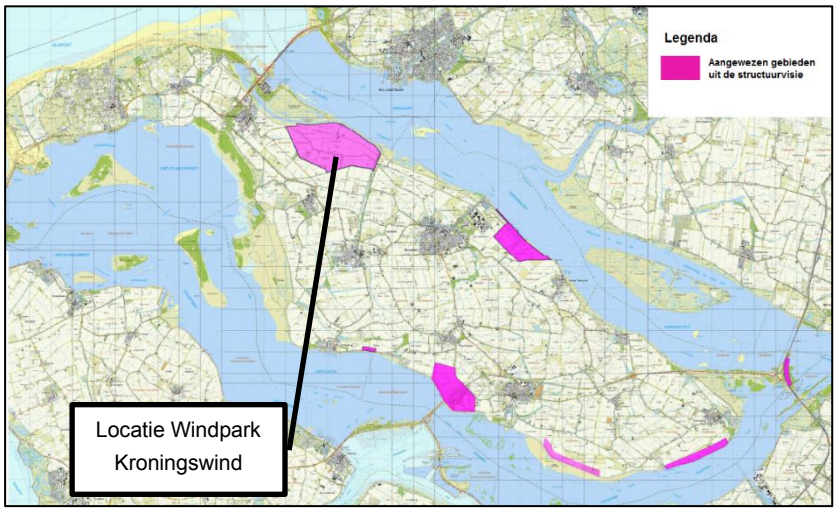
2.5 Gemeentelijk beleid

Gemeentelijke visie windenergie

Gedeputeerde Staten van de provincie Zuid-Holland en het College van Burgemeester en Wethouders van de gemeente Goeree-Overflakkee hebben samen met een aantal marktpartijen, verenigd in de Coöperatie Windgroep Goeree-Overflakkee, de samenwerkingsovereenkomst ‘Wind Werkt voor Goeree-Overflakkee’ gesloten. Hierin is opgenomen dat de provincie en gemeente een planMER opstellen om geschikte plaatsingsgebieden in de randzone van Goeree-Overflakkee te onderzoeken. Deze planMER is

in 2013-2014 opgesteld. Mede op basis hiervan hebben de provincie en gemeente de gebieden vastgelegd waarbinnen een totaal opgesteld vermogen van 225 MW naar verwachting kan worden gerealiseerd (zie Figuur 2.3). In de gemeentelijke Partiële herziening regionale structuurvisie GO Windenergie (juni 2014) en de provinciale Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM, juli 2014) zijn deze gebieden verankerd. Het plangebied van Windpark Kroningswind (voorheen aangeduid als Noordrand) vormt één van deze gebieden, waarvoor een ambitie van circa 78 MW is opgenomen.

Figuur 2.3 Kaart Windenergie partiële herziening regionale structuurvisie Goeree-Overflakkee



Bron: Gemeentelijke structuurvisie windenergie, 2014

In deze structuurvisie is opgenomen:

"De locaties die voor windenergie worden aangewezen zijn de Noordrand (Windpark Kroningswind red.), Polder Van Pallandt, Anna Wilhelminapolder, Park Piet de Wit (bestaande opstelling) en Battenoert. Binnen deze locaties mogen windparken in clusters of lijnopstelling worden gerealiseerd. Ten aanzien van de plaatsingsvisie robuuste clusters in de randzone afgewisseld met vides dient bij de uitwerking te worden gezocht naar het plaatsen van turbines in logische cluster-opstellingen met aandacht voor de onderlinge afstanden tussen, en hoogtes van, windturbines in het cluster."

Daarnaast is specifiek voor de 'Noordrand' een aantal aandachtspunten benoemd in het planMER bij de structuurvisie, te weten:

- Ecologische effecten Scheelhoek;
- Buisleiding Gasunie (red. "deze leiding is niet aanwezig, dus vormt geen aandachtspunt");
- Noordrand project (red. "natuurontwikkeling aan de noordwestzijde van het plangebied").

Bij het opstellen van het MER wordt hiermee rekening gehouden door het mee te nemen inde effectbeoordeling. In hoofdstuk vier is uitleg over het beoordelingskader opgenomen.

3 LOCATIEONDERBOUWING EN ALTERNATIEVEN

3.1 Locatieonderbouwing en doelstelling

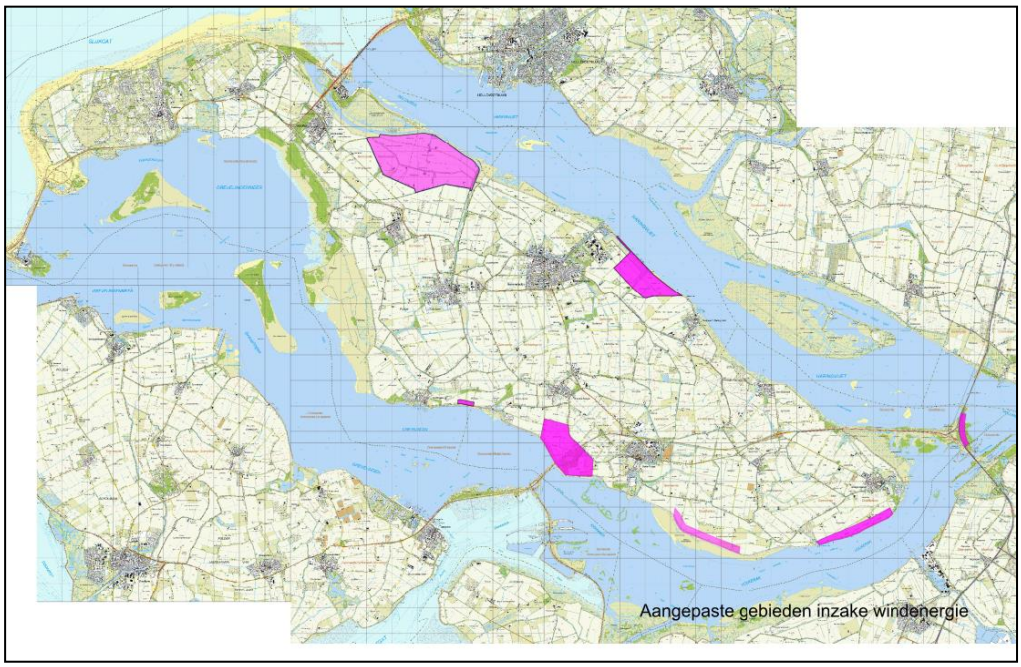
3.1.1 Locatieonderbouwing

Voor het ruimtelijke plan dat windpark Kroningswind mogelijk maakt, in dit geval het gemeentelijk bestemmingsplan, dient een planMER opgesteld te worden. In het planMER is het noodzakelijk om de locatiekeuze te onderbouwen.

De locatie voor Windpark Kroningswind volgt uit rijks-, provinciaal en gemeentelijk beleid. Het Rijk heeft de randzone van Goeree-Overflakkee in de Structuurvisie Windenergie op land (SWOL, maart 2013, zie paragraaf 2.3) aangewezen als geschikt gebied voor windenergie. Bij deze Structuurvisie is een planMER opgesteld. De provincie heeft de gebieden in de randzone dit verankerd in de Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM, juli 2014, zie paragraaf 2.4). In deze VRM zijn de eisen vanuit windenergie en de voorwaarden vanuit landschap en ruimtelijke kwaliteit afgewogen en met elkaar in balans gebracht. Gebieden die vanuit landschappelijk, cultuurhistorisch, ecologisch of recreatief oogpunt kwetsbaar zijn, worden uitgesloten.

De gemeente heeft in de Partiële herziening regionale structuurvisie GO Windenergie de gebieden in de randzone verankerd (27 juni 2014, zie Figuur 3.1 en paragraaf 2.5). Het gebied voor Windpark Kroningswind is een van deze gebieden en in dit MER wordt naar de inrichting van het gebied gekeken (destijds nog plaatsingsgebied ‘Noordrand’ genoemd).

Figuur 3.1 Kaart structuurvisie Windenergie Goeree-Overflakkee



Bron: Gemeente Goeree-Overflakkee, 2014

Voor de locatieonderbouwing van Windpark Kroningswind kan worden aangesloten bij de onderbouwing van de locatie in het planMER[12] dat is opgesteld voor deze regionale structuurvisie en de VRM. In dat planMER is beschouwd dat in de randzone windparken met de vorm van een cluster op afstand van elkaar, de minste milieueffecten voor landschap, leefomgeving en ecologie hebben. In het planMER voor de structuurvisie wordt geconcludeerd dat locatie Windpark Kroningswind een geschikte locatie is voor de realisatie van een windpark. De locatie heeft relatief weinig omwonenden in de directe nabijheid en daarmee ook relatief weinig mogelijk gehinderden en is daarmee vanuit het aspect leefomgeving gezien een geschikte locatie.

Kader 3.1 Natuurontwikkeling 'Blok de Wit / Noordrand'

In dit MER wordt regelmatig verwezen naar de natuurontwikkeling in 'Blok de Wit' of 'Noordrand'. Dit betreft de transformatie van een aantal agrarische gronden aan de noordwestzijde van het plangebied, gelegen tussen de Scharrezeeweg, Heuvelweg en Natuurreservaat de Scheelhoek tot natuurgebied. De gronden zijn inmiddels in eigendom van de Stichting tot behoud van Natuurmonumenten (Natuurmonumenten). Bij verkoop van deze gronden aan de Natuurmonumenten is afgesproken dat de ontwikkeling van windenergie binnen dit gebied een voorwaarde is voor de verkoop. De inrichting van het gebied wordt mede afgestemd op deze ontwikkeling.

3.1.2 Doelstelling

Het provinciale doel voor windenergie bestaat, zoals eerder aangegeven, uit minimaal 735,5 MW aan opgesteld vermogen in de provincie in 2020, waarvan 360 MW (stand eind 2016) is gerealiseerd. Het gemeentelijke doel bestaat uit 225 MW aan opgesteld vermogen in 2020. Op moment van schrijven van dit MER is er 79 MW bestaand opgesteld vermogen aanwezig op Goeree-Overflakkee[13]. De te onderzoeken alternatieven voor het initiatief Windpark Kroningswind omvatten circa 14 – 26 windturbines met een opgesteld vermogen van tussen de 36 tot 90 MW. Dit betekent dat Windpark Kroningswind een aanzienlijk aandeel heeft in de provinciale en gemeentelijk doelstelling.

De gemeente Goeree-Overflakkee heeft de wens uitgesproken in dit gebied circa 78 MW aan opgesteld vermogen te realiseren. Een business case voor een windpark bevat echter veel variabelen en onzekerheden die in de loop van het proces duidelijk worden. Het aantal windturbines en het vermogen per windturbine is afhankelijk van onder meer de afmetingen van de windturbines en benodigde afstand tussen de windturbines. De afstand tussen windturbines bedraagt minimaal circa vier maal de rotordiameter om onderlinge beïnvloeding (energieverlies doordat een windturbine wind afvangt van een andere) tussen windturbines te beperken. Hierdoor is op dit moment niet een definitief getal te noemen over het precieze aantal MW's en / of windturbines dat gerealiseerd zal worden.

Verkenningen uit het verleden, onder andere in het kader van het planMER uit 2013-2014, laten zien dat er naar verwachting ruimte is voor maximaal circa 20 windturbines, met vermogens tussen circa 2,5 MW en 4,5 MW per windturbine. Daarom wordt er bij de alternatieven en in het MER gewerkt met een bandbreedte, om daarmee de mogelijkheden van het plangebied zo volledig mogelijk in beeld te brengen.

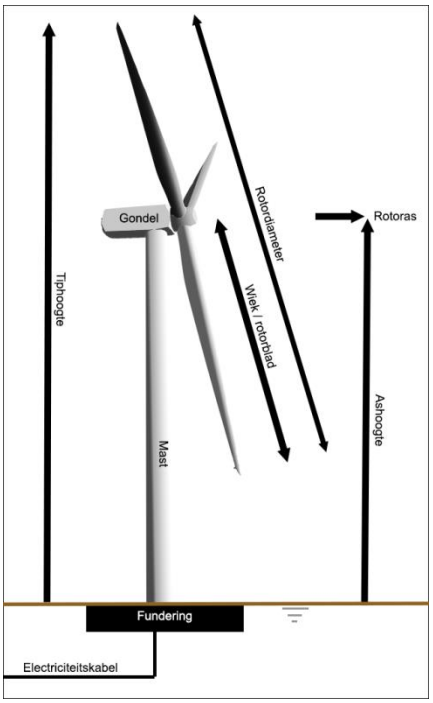
[12] PlanMER Windenergie Goeree-Overflakkee, Pondera Consult, 1 november 2013.
[13] Voortgangsrapportage realisatie windenergie Zuid-Holland 2016. Dit loopt echter op, gezien de bouw van windpark Krammer die momenteel in uitvoering is.

3.2 Beschrijving van de activiteit

De voorgenomen activiteit bestaat uit verschillende onderdelen. Deze zijn hieronder beschreven.

Windturbine

Een windturbine zet de energie uit wind om in elektriciteit door de draaiing van de rotorbladen via een generator. De belangrijkste onderdelen van de windturbine zijn (zie nevenstaand figuur):



- Het fundament: middels het fundament is de windturbine verankerd aan de grond. Ook verlaat de kabel via dit fundament de windturbine. Deze kabel verbindt de windturbine met het transformatorstation;
- De mast, onderin de mast ligt de transformator die opgewekte elektriciteit naar het spanningsniveau van de kabel brengt, die de elektriciteit verder transporteert;
- De gondel waarin zich de generator (omzetten van de draaiing van de rotorbladen in elektriciteit) bevindt en waar de rotor aan bevestigd wordt;
- Drie rotorbladen.

De aansturing van de windturbine vindt automatisch plaats door computerbesturing. Het functioneren van de windturbine en de prestatie kan op afstand gevolgd en indien wenselijk bijgestuurd worden. Het controlesysteem kan een windturbine automatisch stilzetten bij geconstateerde fouten of ongunstige windomstandigheden. De windturbine kan tevens handmatig gestopt worden met de aanwezige start/stop-schakelaar en de diverse aanwezige noodstop-schakelaars.

De windturbines voldoen aan de internationale norm voor windturbines IEC-61400. Op grond van deze norm bevat de windturbine diverse veiligheidssystemen om ervoor te zorgen dat bij falen van onderdelen of bij extreme weersomstandigheden de windturbine niet beschadigd. Onder andere bevat de windturbine een remsysteem dat ervoor zorgt dat de rotorbladen uit de wind worden gedraaid bij te hoge windsnelheden. Daarnaast is er een bliksembeveiliging die ervoor zorg draagt dat inslaande bliksem buiten kwetsbare delen van de windturbine naar de grond leidt. Ook kunnen de windturbines uitgerust worden met ijsdetectie (en eventueel preventie) en stilstandsvoorzieningen om ijsafval en slagschaduwhinder te voorkomen.

De meeste windturbines gaan in bedrijf bij windsnelheden van ongeveer 3-5 m/s (2 Beaufort) en gaan uit bedrijf bij windsnelheden tussen de 26- 34 m/s (10-12 Beaufort), de windsnelheid ter hoogte van de rotor is daarbij bepalend. Omdat deze omstandigheden niet afhankelijk zijn van dag of nacht zijn de windturbines in principe, bij voldoende wind, 24 uur per dag en 7 dagen per week in bedrijf (situatie zonder mitigerende maatregelen).

Infrastructuur

Om de windturbines te kunnen plaatsen en onderhouden en de geproduceerde elektriciteit af te voeren naar het landelijke elektriciteitsnet is civiele en elektrische infrastructuur nodig. Dit bestaat uit onder ander de volgende onderdelen (geen uitputtende opsomming):

- Toegangswegen van de openbare weg naar de windturbines;
- Opstelplaats voor een kraan per windturbine;
- Een transformatorstation ten behoeve van het leveren van de elektriciteit aan het openbare net;
- Bekabeling (inclusief kunstwerken bij kruising van watergangen en wegen) van turbines naar inkoopstation.

Transformatorstation

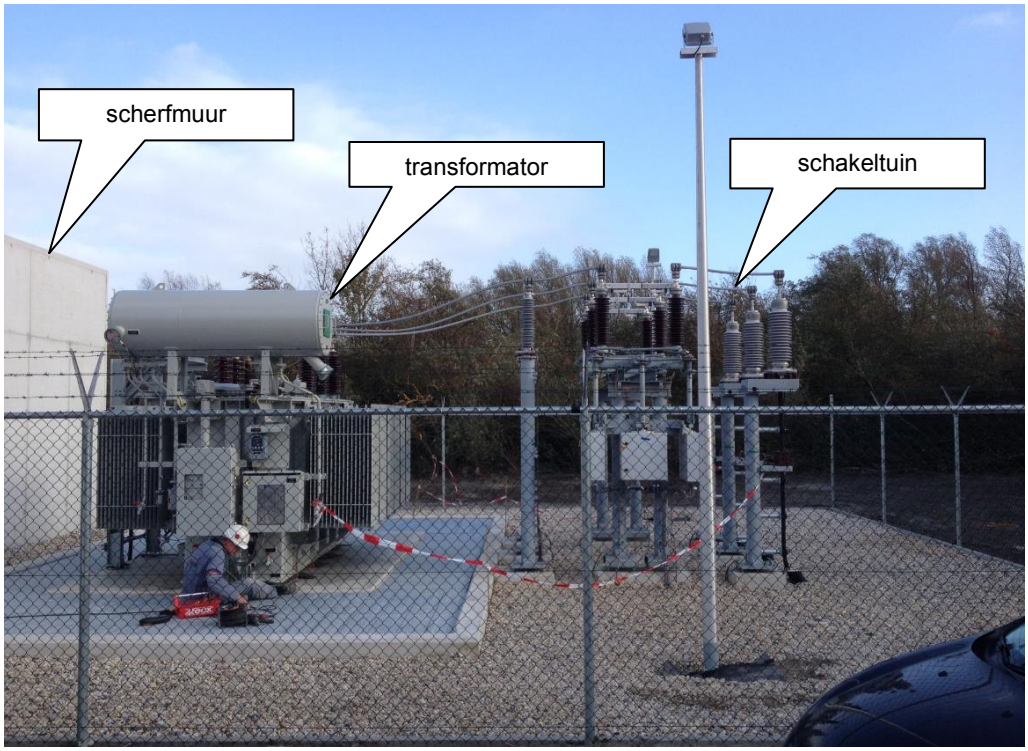
De windturbines zullen via het 50 – 150 kV transformatorstation van Stedin aan de Oudelandsedijk in Middelharnis op het landelijke elektriciteitsnet worden aangesloten. Omdat het spanningsniveau dat rechtstreeks vanuit de windturbine kan worden geleverd te laag is, zal een middenspanning-transformatorstation nodig zijn. Dit station transformeert de spanning naar een niveau van 50 kV. Dit station is onderdeel van het voornemen en wordt binnen het windpark gerealiseerd (zie Figuur 3.2). Het station bestaat globaal uit een omheind terrein van circa 45x20 meter binnen het rood omcirkelde perceel, met daarbinnen de volgende onderdelen (zie ook Figuur 3.3):

- Een transformator (gebouwd boven een kelder en afgeschermd door scherfmuren);
- Een schakeltuin;
- Een controlegebouw en schakelruimte met kabelkelder (niet op de voorbeeld foto).

Figuur 3.2 Beoogde locatie transformatorstation



Figuur 3.3 Foto voorbeeld 50 kV transformatorstation



Voorbeeld van een 50 kV transformatorstation (gebouwd nabij windpark Hellegatsplein)

Planning van de activiteiten

Het voornemen ziet op zowel de bouw van het windpark, die een periode van ongeveer zes maanden tot een jaar in beslag zal nemen, als op de exploitatie (fase in gebruik zijn windpark). Onder de bouw van het windpark worden naast de realisatie van de windturbines ook alle bijbehorende voorzieningen verstaan, zoals aanpassing van bestaande wegen, aanleg van nieuwe ontsluitingswegen ten behoeve van het windpark, aanvoer van bouwmaterialen, realisatie van kraanopstelplaatsen en de installatie van de elektriciteitskabels. Een windpark heeft na oplevering een technische levensduur van minimaal 25 jaar die door onderhoud en vervanging is te verlengen. Gedurende de exploitatiefase zijn de activiteiten, naast de in bedrijf zijnde windturbines, beperkt tot het periodiek verrichten van inspecties en onderhoud. Het windpark wordt na de exploitatiefase verwijderd.

3.3 Uitgangspunten inrichtingsalternatieven

3.3.1 Inleiding

Centraal in de m.e.r. staat het onderzoeken van verschillende manieren (alternatieven) waarop een project uitgevoerd kan worden en de milieugevolgen daarvan. Voor het windpark Kroningswind wordt een aantal inrichtingsalternatieven onderzocht op milieueffecten in het MER.

Het meest bepalend voor de milieueffecten van windparken zijn:

- De locatie van de windturbines;
- Het aantal windturbines;
- De afmetingen van de windturbines.

Locatie

Ten aanzien van de locatie wordt een beschrijving gegeven van het beleidskader in de structuurvisie waarin de locatie is aangewezen en aandachtspunten die voor de locatie naar voren zijn gekomen uit dit beleidskader en de onderliggende onderzoeken. Een vergelijking van alternatieve locaties is niet aan de orde, gezien de eerdere besluitvorming in het kader van zowel het rijks- als het provinciale en gemeentelijke ruimtelijke beleid.

Afmetingen en aantal windturbines

Er zijn windturbines met verschillende vermogens en afmetingen (ashoogte en rotordiameter) op de markt beschikbaar. Zie figuur 3.1 voor een schematische weergave van een turbine. De trend is dat windturbines steeds groter en efficiënter worden; waarbij het opgesteld vermogen in MW beperkt toeneemt. Dit betekent dat de wieken groter worden en de ashoogte hoger wordt, maar het vermogen van de generator vrijwel gelijk blijft. Reden hiervoor is dat zoveel mogelijk energie kan worden geproduceerd tegen een concurrerende kostprijs.

De afmetingen van de windturbine bepalen grotendeels de milieueffecten (zowel in positieve als negatieve zin). In het verleden is een aantal mogelijke invullingen voor het gebied onderzocht op basis van windturbines met een vermogen van circa 3 MW met een maximale tiphoogte van 150 meter (randvoorwaarde uit de gemeentelijke structuurvisie in verband met voorkomen van toepassing luchtvaartverlichting). Omdat in de huidige generatie windturbines aanzienlijk grotere types voorhanden zijn, die een significant hogere energieopbrengst (en/of geïnstalleerd vermogen) hebben, is het ook wenselijk grotere windturbines te onderzoeken.

Afhankelijk van het vermogen en de afmetingen zijn verschillende posities van windturbines mogelijk. In verband met onderlinge beïnvloeding kunnen windturbines met een kleinere rotordiameter dichter bij elkaar worden geplaatst en moeten bij grotere windturbines grotere tussenafstanden aangehouden worden. Het aantal te plaatsen windturbines is dus ook afhankelijk van de grootte van de rotordiameter.

3.3.2 Bandbreedte opgesteld vermogen

Voor de ontwikkeling van de alternatieven wordt gevarieerd met opstelling van de individuele windturbines en de afmetingen van de turbines. Omdat de afmetingen van de windturbine ook bepalend zijn voor de (absolute) afstanden, verschilt het aantal windturbines per alternatief. Voor het MER wordt gebruik gemaakt van een bandbreedte om verschillende scenario's in beeld te brengen en zoveel mogelijk milieu-informatie te verzamelen.

Bij het bepalen van de (onderscheidende) alternatieven is gevarieerd in de afmetingen van de toe te passen locaties, opstellingen en type windturbines, zowel in ashoogte als rotordiameter (zie ook figuur 3.2). Dit leidt tot verschillen in aantal windturbines omdat de tussenafstand tussen windturbines gerelateerd is aan de afmetingen van de rotor (zie ook paragraaf 3.1.2).

Type windturbine

Er is in dit stadium nog geen keuze gemaakt voor een bepaald type turbine of een turbineleverancier. Om die reden wordt bij het bepalen van de alternatieven in het MER met windturbineklassen gewerkt waardoor ook nieuwe turbinetypes niet uitgesloten worden, mits ze binnen de reikwijdte van de effecten van de onderzochte turbineklassen vallen. De effecten worden bepaald aan de hand van een voorbeeld windturbine (referentieturbine) per klasse. Een referentieturbine is een bestaand type windturbine die qua omvang en mogelijke effecten representatief is voor de klasse. Er wordt een type gekozen dat voor de meest maatgevende milieuthema's representatief is. Dit type wordt benoemd in tabel 3.2 en is gebaseerd op de volgende afmetingen[14]:

Tabel 3.3.1 Te onderzoeken afmetingen

Klasse	Ashoogte	Rotordiameter	Tiphoogte
'Klein'	Circa 100 meter	Circa 100 meter	< 150 meter
'Groot'	Circa 130 meter	Circa 130 meter	circa 200 meter

3.3.3 Opstellingen

Bij het ontwikkelen van de alternatieven is enerzijds uitgegaan van optimale productie van duurzame energie binnen de beschikbare (milieu-)ruimte en anderzijds van het realiseren van een opstelling die recht doet aan de vereisten en randvoorwaarden vanuit leefomgeving, landschap en ecologie. Daarmee wordt invulling gegeven aan de doelstelling van het windpark Kroningswind binnen de kaders van de gemeentelijke structuurvisie en wordt tevens inzicht verkregen in de mogelijkheden van het gebied. Hierbij zijn enkele randvoorwaarden belangrijk:

- Waarborgen van de leefbaarheid, vooral het beperken van mogelijke effecten van geluid en slagschaduw voor bewoners in en in de nabijheid van het gebied;
- Zoveel mogelijk beperken van effecten op landschap door een landschappelijk verantwoord windpark ontwerp;
- Zoveel mogelijk beperken van effecten op natuurgebied Scheelhoek en natuurontwikkeling noordzijde plangebied;
- Aanvaardbare milieueffecten in samenhang met andere windparken op het eiland Goeree-Overflakkee;
- Financiële uitvoerbaarheid.

Opstellingsvormen

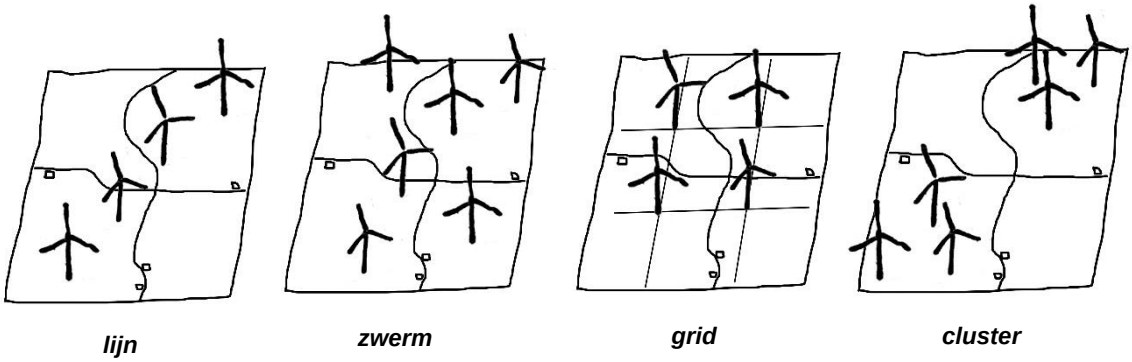
Bij het plaatsen van meerdere windturbines in een gebied zijn er grofweg vier opstellingsvormen mogelijk. Dit zijn opstellingen van windturbines in de vorm van:

- Lijnen;
- Zwermen;
- Grid[15];
- Clusters.

In onderstaande figuur is dit schematisch weergegeven.

[14] De specifieke afmetingen van de windturbines die als voorbeeld worden gebruikt voor de berekeningen kunnen (beperkt) afwijken van deze waarden. Zie hiervoor tabel 3.2.
[15] Het verschil tussen een grid en een cluster is dat een grid een regelmatig patroon kent gebaseerd op een raster. Dit wordt voornamelijk op zee of hele grote open gebieden toegepast.

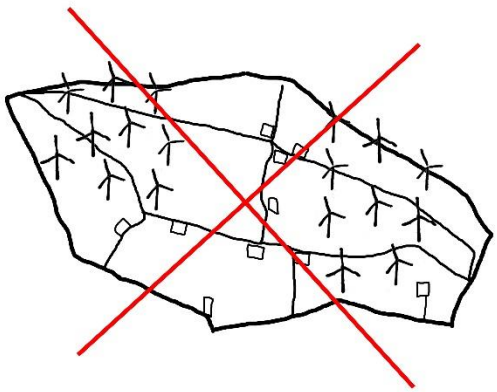
Figuur 3.4 Opstellingsvormen



Voor het windpark Kroningswind zijn verschillende opties verkend. De grid opstelling valt op voorhand af, aangezien de beschikbare ruimte in het gebied en het verkavelingspatroon hier geen mogelijkheden noch aanleiding voor bieden. Dit komt omdat de verspreid liggende woningen en de wegen door het gebied een regelmatige opstelling onmogelijk maken. Dit type opstelling is meer geschikt voor zeer grote open gebieden, zoals de Flevopolders of Noord Groningen.

De clusteropstelling is uitgewerkt (zie Figuur 3.4). Deze opstelling sluit echter slecht aan bij de randvoorwaarden landschap en leefomgeving en wijkt af van de plaatsingsprincipes uit de gemeentelijke structuurvisie. Daarin is aangegeven dat voor het eiland Goeree-Overflakkee bij voorkeur gewerkt wordt met (enkele of dubbele) lijnopstellingen of clusters parallel aan de waterkeringen, waarbinnen de windturbines op een logische en gelijkmatige onderlinge afstand worden geplaatst. Om deze reden is deze opstellingsvorm niet verder uitgewerkt in een alternatief.

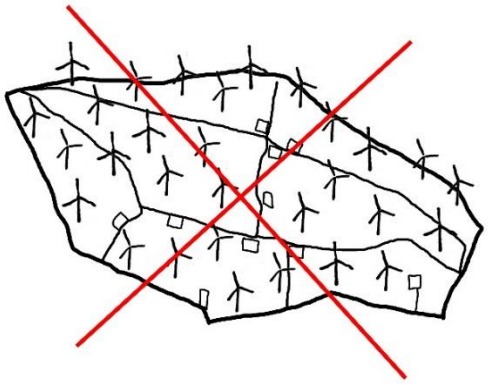
Figuur 3.5 Clusteropstelling



Tevens is gekeken naar de mogelijkheden voor een maximale invulling van het gebied door een zwerm opstelling (zie Figuur 3.5). In een zwerm wordt een gebied zo optimaal mogelijk ingericht, slechts rekening houdende met de minimale vereisten vanuit milieuwetgeving en onderlinge afstand tussen de windturbines. Hoewel dit het maximaal technisch haalbare

potentieel aangeeft binnen een gebied is ervoor gekozen ook deze opstellingsvorm niet nader te onderzoeken. Deze opstelling sluit ook niet aan bij de plaatsingsprincipes uit de gemeentelijke structuurvisie en wordt door de initiatiefnemers vanuit leefomgeving (aan twee kanten ingesloten door windturbines) niet wenselijk geacht.

Figuur 3.6 Maximale invulling zwermopstelling



Uit deze eerste verkenning blijven lijnen over als geschikte opstellingsvorm.

3.3.4 Uitwerking en aandachtspunten

Op basis van de beschikbare ruimte in het gebied en de vormgeving van het gebied is een opstelling in de vorm van twee of drie lijnen mogelijk. Er zijn drie verschillende opstellingen bepaald op basis van de kenmerken van het plangebied en de volgende aandachtspunten:

- Afstand tot woningen en overige gebouwen van initiatiefnemers om de leefbaarheid te waarborgen;
- Afstand tot woningen van derden om aan de wettelijke (geluid)normen te voldoen;
- Een herkenbare opstellingsvorm (lijnen met voldoende onderlinge afstanden tussen de lijnen en tussen de windturbines). Hierbij wordt ook gekeken naar landschappelijke aansluiting bij de andere windturbineopstellingen op het eiland;
- Rekening houden met (afstand tot) natuurgebied Scheelhoek en natuurontwikkeling Noordrand (‘Blok de Wit’);
- Afstand tot wegen en waterkeringen;
- Mogelijkheden voor de plaatsing van windturbines met verschillende omvang;
- Een onderlinge afstand tussen windturbines in een lijn van circa vier keer de rotordiameter;
- Rekening houdend met de wens van initiatiefnemers om windturbines bij voorkeur te plaatsen op eigen gronden en aan de randen van de percelen.

3.4 Inrichtingsalternatieven

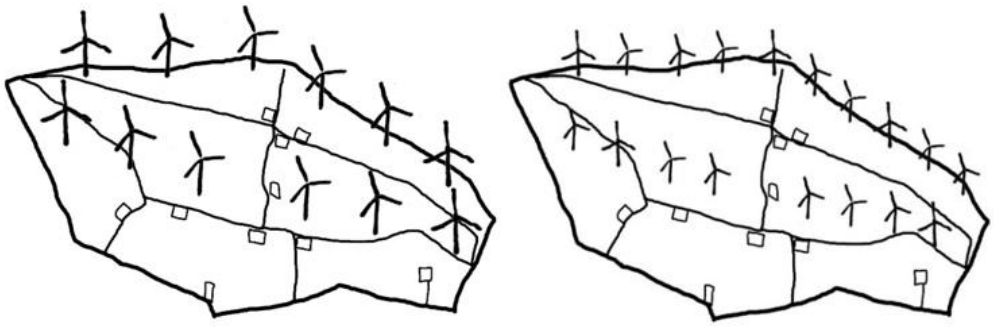
3.4.1 Schematisch

Het bovenstaande heeft geleid tot zes te onderzoeken alternatieven. Er zijn drie hoofdalternatieven ontworpen: A, B en C. Van ieder hoofdalternatief bestaat een variant: A1 en A2, B1 en B2, etc. Variant 1 gaat telkens uit van ‘grote’ windturbines met een ashoogte van circa 130 meter en een tiphoogte van circa 130 meter. Variant 2 gaat uit van ‘kleinere’ windturbines met een ashoogte van 100 meter en een rotordiameter van 100 meter. De onderlinge afstand tussen de windturbines is altijd minimaal 4 maal de rotordiameter in alle richtingen.

Alternatief A: dubbele lijnopstelling leefomgeving

Dit alternatief gaat uit van een dubbele lijnopstelling: een lijn parallel aan de dijk langs het Haringvliet en een lijn verder landinwaarts midden in het plangebied, waarbij de afstanden tot woningen zoveel mogelijk gemaximaliseerd zijn. De twee varianten zijn:

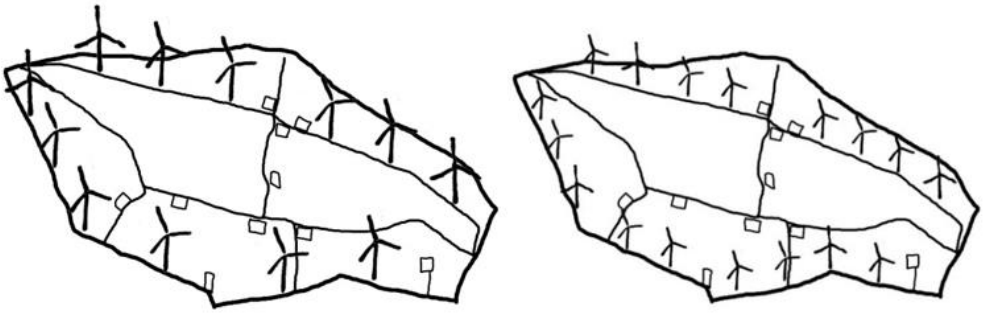
- A1: invulling van het plangebied met 14 windturbines met een tiphoogte van 200 meter;
- A2: invulling van het plangebied met 18 windturbines met een tiphoogte van 150 meter.



Alternatief B: dubbele lijnopstelling ecologie

Dit alternatief gaat uit van een dubbele lijnopstelling: een lijn parallel aan de Zuiderdiepweg, op enige afstand van natuurgebied de Scheelhoek en het Haringvliet en een lijn aan de zuidzijde van het plangebied parallel aan de Oude Dijk en Kraaijenissedijk. De twee varianten zijn:

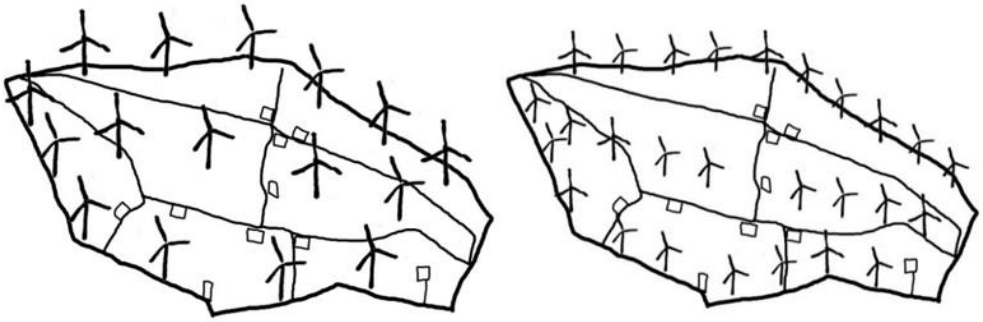
- B1: invulling van het plangebied met 13 windturbines met een tiphoogte van 200 meter;
- B2: invulling van het plangebied met 18 windturbines met een tiphoogte van 150 meter.



Alternatief C: drie lijnopstellingen uitgaande van maximale opbrengst

Dit alternatief gaat uit van een drievoudige lijnopstelling om een maximale invulling voor opgesteld vermogen (binnen grenzen van leefomgeving en landschap) van het plangebied te onderzoeken. De twee varianten zijn:

- C1: invulling van het plangebied met 20 windturbines met een tiphoogte van 200 meter;
- C2: invulling van het plangebied met 26 windturbines met een tiphoogte van 150 meter.



3.4.2 Alternatieven met windturbineposities

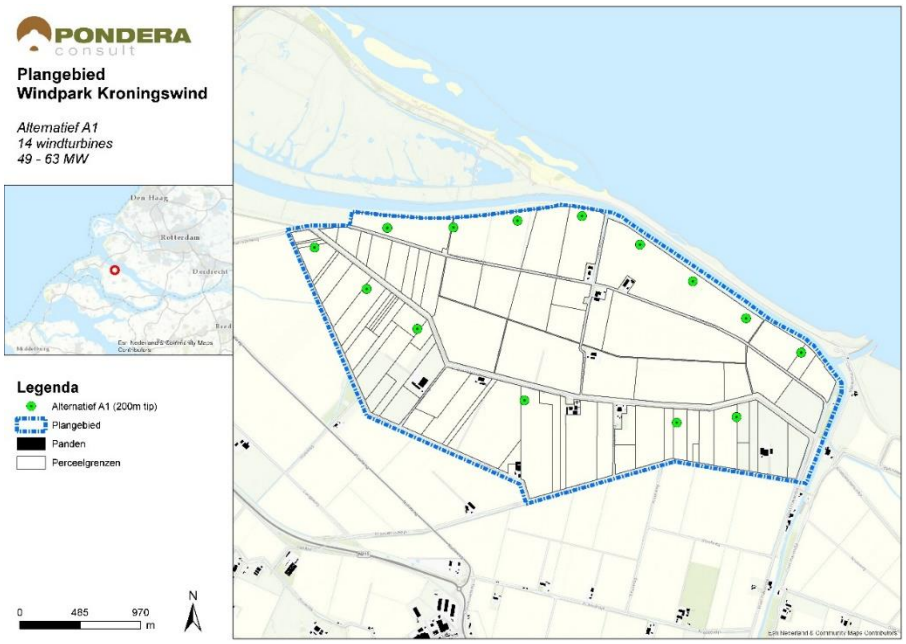
Deze zes alternatieven zijn op kaart gezet, waarbij de uitgangspunten, randvoorwaarden en voorkeuren zoals opgenomen in paragraaf 3.3.4 zoveel mogelijk zijn meegenomen. Dit heeft geleid tot de volgende opstellingen met windturbineposities en kaarten.

Alternatieven A1 en A2

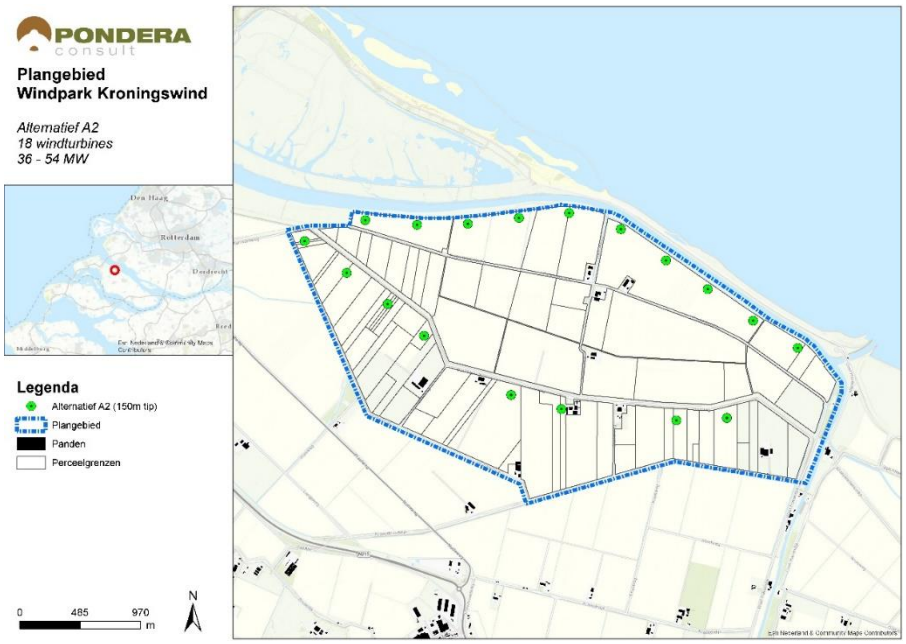
Deze alternatieven gaat uit van twee lijnopstellingen: één parallel aan de dijk langs het Haringvliet en één parallel aan de Halsweg/Nieuwedijk. In het ontwerp is rekening gehouden (in die volgorde) met de randvoorwaarden/wensen vanuit:

1. Leefomgeving: woningen in het gebied;
2. Agrarische bedrijfsvoering: aan de rand van percelen;
3. Landschap: lijnopstellingen, parallel aan herkenbare structuren.

Figuur 3.7 Alternatief A1



Figuur 3.8 Alternatief A2



Alternatieven B1 en B2

Deze alternatieven gaan uit van twee lijnopstellingen: één lijn parallel aan de Zuiderdiepweg en één lijn parallel aan de Oude Dijk / Kraaijenissedijk. In het ontwerp is rekening gehouden (in die volgorde) met de randvoorwaarden/wensen vanuit:

1. Ecologie: afstand tot Scheelhoek / Zuidzijde ‘Blok de Wit’;
2. Agrarische bedrijfsvoering: aan de rand van percelen;
3. Leefomgeving: woningen in het gebied.

Figuur 3.9 Alternatief B1



Figuur 3.10 Alternatief B2



Alternatieven C1 en C2

Deze alternatieven gaan uit van drie lijnopstellingen waarmee de maximale capaciteit voor het plangebied in beeld wordt gebracht. Op basis van lijnopstellingen en een minimale onderlinge afstand van vier maal de rotordiameter zijn drie lijnen ingetekend. In het ontwerp is rekening gehouden (in die volgorde) met de randvoorwaarden/wensen vanuit:

1. Maximale opbrengst: zo veel mogelijk benutten gebied voor windenergie;
2. Ecologie: in alternatief C2 zijn de turbines aan de zuidzijde van ‘Blok de Wit’ geplaatst;
3. Agrarische bedrijfsvoering: aan de rand van percelen.

Figuur 3.11 Alternatief C1



Figuur 3.12 Alternatief C2



In onderstaande tabel zijn de belangrijkste kenmerken van de verschillende alternatieven samengevat.

Tabel 3.2 Definitief te onderzoeken alternatieven

#	Beschrijving	Referentieturbine	Ashoogte (m)	Rotor (m)	Tiphoogte (m)	Vermogen (MW)
A1	14 turbines, 2 lijnopstellingen	Lagerwey LW136	132	136	200	49-63
A2	18 turbines, 2 lijnopstellingen	Nordex N117	91,5	117	150	36-54
B1	13 turbines, 2 lijnopstellingen	Lagerwey LW136	132	136	200	45,5-58,5
B2	18 turbines, 2 lijnopstellingen	Nordex N117	91,5	117	150	36-54
C1	20 turbines, 3 lijnopstellingen	Lagerwey LW136	132	136	200	70-90
C2	26 turbines, 3 lijnopstellingen	Nordex N117	91,5	117	150	52-78

In de onderstaande tabel staat de hoeveelheid toe te voegen verharding per alternatief. Deze verharding bestaat uit kraanopstelplaatsen, fundaties en toevoerwegen. Het betreft ruime (worst-case) aannames. Het verschil in oppervlakte komt door het verschil in afmetingen; de aanname is dat een grotere windturbine een grotere kraanopstelplaats nodig heeft en een iets bredere weg.

Tabel 3.3 Oppervlakte verharding per alternatief in m²

#	Kraanopstelplaats	Fundatie	Wegen[16]
A1, B1 en C1	46.475 (60x40 per opstelplaats)	530 m2 per turbine	circa 5m breed
A2, B2 en C2	26.400 (30x55 per opstelplaats)	315 m2 per turbine	circa 4m breed

Het totaal is een de optelsom plus 10% en afgerond

[16] De uitwerking van de wegen (oppervlakte) vindt plaats voor het Voorkeursalternatief, ter onderbouwing van het ruimtelijk plan. Er is voor de berekening in het MER uitgegaan van, zoveel als mogelijk, aansluiting op de dichtstbij gelegen openbare weg.

4 WERKWIJZE MILIEUBEOORDELING

4.1 Beoordelingskader voor de effectbeoordeling

De omvang van het studiegebied – het gebied waarbinnen zich mogelijke effecten kunnen voordoen – verschilt per milieuaspect. Het studiegebied is meestal groter dan het plangebied: het gebied waarbinnen zich de voorgenomen activiteit (in dit geval het windpark) afspeelt.

De verwachte effecten worden beschreven en beoordeeld. De autonome situatie fungeert als referentie voor de beoordeling van de effecten. De effectbeschrijving wordt waar mogelijk en zinvol met cijfers onderbouwd. Indien het niet mogelijk is om de effecten te kwantificeren, is de beschrijving kwalitatief.

Naast blijvende effecten wordt ook aandacht besteed aan tijdelijke en/of omkeerbare gevolgen, zoals bij de aanlegfase. Ook wordt, waar zinvol, aangegeven of cumulatie met andere effecten en plannen kan optreden.

De effecten worden per milieuaspect beschreven aan de hand van beoordelingscriteria. Soms is dit een harde parameterwaarde die door de overheid is aangewezen als een norm (getal), bijvoorbeeld de grenswaarde voor geluidhinder. Echter, vaak zijn de geëigende parameters niet zo duidelijk omschreven. Deze moeten dan worden herleid uit het voorgenomen beleid op het gebied van de verschillende milieuaspecten. In Tabel 4.1 is per milieuaspect aangegeven welke criteria worden gebruikt en de wijze waarop de effecten worden beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

De effecten van de windturbines worden onderzocht voor elk aspect. De effecten van het transformatorstation worden alleen voor de relevante (lees waar effecten worden verwacht) aspecten beschouwd. Dit zijn: geluid, ecologie, landschap, bodem en water en veiligheid.

Tabel 4.1 Beoordelingskader

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Geluid	- Aantal geluidgevoelige objecten binnen de L_{den} 47 dB en de L_{den} 47 dB en L_{den} 42 dB contour - Aantal woningen binnen deze contouren - Effect op nabijgelegen stiltegebieden - Cumulatieve effecten	Kwantitatief en kwalitatief
Slagschaduw	- Het aantal woningen binnen drie slagschaduwduurcontouren (0, 6 en 15 uur)	Kwantitatief
Flora en fauna	- Beschermde gebieden (Natura 2000, NNN en overige beschermde gebieden) - Beschermde soorten (vogels, vleermuizen, habitattypen) - Stiltegebied	Kwalitatief en kwantitatief
Cultuurhistorie en archeologie	- Beïnvloeding cultuurhistorische waarden - Aantasting archeologische waarden	Kwalitatief
Landschap	- Effect op bestaande landschappelijke waarden - Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstellingen - Samenhang met andere windparken - Visuele invloed (incl. verlichting)	Kwalitatief
Waterhuishouding en bodem	- Grondwater - Oppervlaktewater - Bodemkwaliteit	Kwalitatief
Veiligheid	- Bebouwing - Verkeer en vervoer (lucht, weg, water, rail) - Industrie - Leidingen en kabels (onder-/bovengronds) - Dijkveiligheid - Straalpaden - Defensieradar	Kwantitatief, afstand tot objecten en infrastructuur
Elektriciteits-opbrengst	- Elektriciteitsproductie - Parkeffect windturbines onderling - Emissiereductie: CO_2, NO_x en SO_2	Kwantitatief, in kWh/jaar Kwantitatief, in percentage Kwantitatief, in ton/jaar
Ruimtegebruik	- Oppervlaktebeslag windturbines en bijbehorende infrastructuur - Mogelijkheid tot meervoudig ruimtegebruik	Kwantitatief, in ha Kwalitatief

Om de effecten van de alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Scoringsmethodiek

Score	Oordeel ten opzicht van de referentiesituatie
--	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering
-	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering
0	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie
+	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering
++	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering

Indien de effecten marginaal (zeer klein) zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

Zoals uit het beoordelingskader (Tabel 4.1) blijkt, staat dit MER uitgebreid stil bij effecten van windturbines door geluid, slagschaduw, veiligheid en landschap. Daarmee wordt thematisch ingegaan op aspecten die van belang zijn voor de kwaliteit van de leefomgeving. Uit zienswijzen bij projecten voor windenergie blijkt dat er bij omwonenden zorgen kunnen bestaan over de mogelijke gevolgen van windenergie op de kwaliteit van de leefomgeving en daarmee hun gezondheid. Zie kader 4.1, waarin kort de stand van zaken met betrekking tot gezondheid en windenergie is belicht.

Kader 4.1 Windturbines en gezondheid

Naar de effecten van windturbines op de gezondheid door omwonenden, is door het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in 2013 onderzoek gedaan. Het geluid van windturbines is minder luid dan van andere bronnen, zoals verkeer en industrie, maar wordt sneller als hinderlijk ervaren. Dit wordt vooral veroorzaakt door het karakter van het geluid (zoeven en zwiepen). In 2015 heeft het Kennisplatform Windenergie (RIVM, RuG, GGD Amsterdam en ECN) een Kennisbericht uitgebracht. Hieruit blijkt dat op basis van de beschikbare studies een duidelijk verband is aangetoond tussen windturbines en hinder. Tussen (laagfrequent) windturbinegeluid en gezondheidseffecten, zoals vermoeidheid, hoge bloeddruk en windturbinesyndroom is geen verband aangetoond. Naast de blootstelling aan geluid spelen persoonlijke factoren en de feitelijke situatie een rol bij de mate waarin mensen hinder door windturbines ervaren. Zo blijkt dat mensen bij gelijke geluidsniveaus meer hinder ondervinden als zij vanuit huis een windturbine kunnen zien.

Ook economische aspecten beïnvloeden hinder door windturbines: mensen die een economisch belang hebben bij een windturbine rapporteren minder hinder. Andere factoren waarmee bij de interpretatie van hinderscores rekening moet worden gehouden, zijn de mate waarin mensen gevoelig zijn voor geluid, de afbreuk van privacy en sociale acceptatie. Geconcludeerd wordt dat sommige mensen hinder ervaren (zoals irritatie, boosheid en onbehagen) als zij het gevoel hebben dat hun omgevings- of levenskwaliteit verslechtert door de plaatsing van windturbines. Hierdoor kunnen gezondheidsklachten ontstaan. Op basis van de huidige wetenschappelijke inzichten is voor directe effecten van windturbines op de gezondheid geen bewijs. Het RIVM-rapport uit 2013 en het Kennisbericht uit 2015 dekken onderzoek tot en met 2014. Recent zijn in het kader van een update Community Guidelines Noise van de WHO voor zowel 'slaap', 'hartvaatziekten' als 'hinder' de meest recente publicaties op het gebied van windturbinegeluid beoordeeld door het RIVM (augustus 2017). Deze recent uitgevoerde review bevestigen de conclusies van het RIVM-rapport 2013 en het Kennisbericht 2015.

Op basis van bovenstaande is het aspect gezondheid niet als apart thema in dit MER opgenomen. Het komt aan bod door onderzoek te doen naar landschap, slagschaduw en geluid. Voor slagschaduw en geluid is daarbij ook naar de belasting van woningen onder de gestelde norm gekeken.

5 GELUID

5.1 Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria

5.1.1 Inleiding

Windturbines produceren zowel mechanisch als aerodynamisch geluid. Het mechanische geluid is afkomstig uit het overbrengen van de energie vanuit de wieken naar de generator en uit de generator zelf. Het aerodynamische geluid is afkomstig van de hoge snelheid waarmee de wieken door de lucht snijden. Het mechanische geluid is meestal vele malen lager dan het aerodynamische geluid.

Er is veel onderzoek gedaan naar geluid en de effecten van blootstelling aan geluid. Op basis hiervan zijn relaties bepaald tussen de hinderbeleving en de blootstelling aan geluidniveaus. Dit zijn dosis-effectrelaties waarbij met de mate van blootstelling een bepaalde mate van effect gepaard gaat. Deze relaties vormen de basis voor de geluidwetgeving in Nederland (zie paragraaf 5.1.2).

Dit hoofdstuk is gebaseerd op het akoestisch onderzoek (opgenomen in bijlage 3 van dit MER). Daarin zijn de uitgangspunten van het akoestisch onderzoek opgenomen. Dit hoofdstuk beschrijft de effecten van de verschillende alternatieven.

5.1.2 Regelgeving geluid in Nederland

Het Activiteitenbesluit

Het Activiteitenbesluit (Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, Barim) is het kader voor de toetsing van geluid van windturbines. In het Activiteitenbesluit wordt voor de normstelling van geluid getoetst aan de waarden L_{den} = 47 dB en L_{night} = 41 dB. Deze norm geldt voor geluidgevoelige objecten, waaronder woningen van derden en kwetsbare locaties zoals scholen en ziekenhuizen worden verstaan. De L_{den} (Engels: *Level day-evening-night*) is een maat om de (gemiddelde) geluidbelasting door omgevingslawaai uit te drukken. Hierbij wordt de geluidbelasting die optreedt gedurende de nacht en de avond zwaarder meegewogen dan geluid overdag. In het algemeen kan gesteld worden dat wanneer aan de norm van L_{den} = 47 dB kan worden voldaan, ook wordt voldaan aan de norm van L_{night} = 41 dB. Dat is dan ook de reden dat verder in dit hoofdstuk wordt getoetst aan de norm van L_{den} = 47 dB. Uiteraard is ook getoetst aan de L_{night} = 41 dB. De verdere uitleg is te vinden in bijlage 3.

Laagfrequent geluid

In het besluit ‘wijziging milieuregels windturbines’ (2010) is voor windturbines de norm voor de geluidbelasting buiten aan de gevel gesteld op L_{den} = 47 dB. Bij deze normen is uitgegaan van windturbinegeluid en de mate van hinderlijkheid die wordt ervaren op basis van empirisch onderzoek. Daarbij is ook rekening gehouden met het optreden van laagfrequent geluid, dat altijd een onderdeel van het geluidspectrum van windturbinegeluid is. Nederland heeft geen aparte norm voor laagfrequent geluid waaraan moet worden getoetst.

Kader 5.1 Laagfrequent geluid

Het bereik van het menselijk gehoor ligt tussen 20 en 20.000 Hertz (Hz). Geluid onder de 100 Hz is voor veel mensen moeilijker te horen. Laagfrequent geluid is geluid met een frequentie beneden 200 Hz. Bijna alle geluidbronnen produceren (ook) laagfrequent geluid. In de meeste gevallen wordt dit overstemd door hoger frequent geluid en dus niet als zodanig gehoord. Het is meestal mechanisch gegeneerd geluid. Laagfrequent geluid wordt op verschillende manieren opgewekt. Bekende bronnen zijn gasturbines, transformatoren, wegverkeer en windturbines.

Laagfrequent geluid dempt door gevels en op grotere afstand minder uit dan normaal geluid; op meer dan vijf kilometer afstand van sterke geluidbronnen blijft alleen laagfrequent geluid over. Ook kan in woningen en gebouwen versterking van het geluid ontstaan (zogenaamde 'resonantie'). Er is geen Nederlandse wettelijke norm voor laagfrequent geluid van windturbine, de wettelijk norm van L_{den}=47 dB houdt hier rekening met laagfrequent geluid. In Denemarken geldt sinds januari 2012 een aparte geluidnorm van 20dB (A) voor laag frequent geluid. In enkele projecten, zoals Windpark Lage Weide is getoetst aan de Deense norm voor laagfrequent geluid en hieruit blijkt dat met toepassing van de L_{den}=47 dB norm ook afdoende bescherming tegen laagfrequent geluid wordt geboden.

Het RIVM heeft op verzoek van de GGD'en de invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden door windturbines onderzocht. Hierin wordt gesproken over het laagfrequente geluid vanwege windturbines en dat er geen bewijs bestaat dat dit een factor van belang is. De mate van bescherming en de normering worden eveneens beschouwd in een literatuuronderzoek naar laagfrequent geluid van windturbines van RVO (voorheen Agentschap NL). Ook hier zijn geen aanwijzingen dat het aandeel laagfrequent geluid een bijzondere dan wel belangrijke rol speelt. De Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu concludeert in een brief over laagfrequent geluid het volgende: "Laagfrequent geluid draagt inderdaad voor een klein deel bij in de hinderervaring van windturbinegeluid. Echter, deze hinder acht ik op een verantwoorde manier voldoende beperkt door de huidige norm." Onderzoek naar specifiek laagfrequent geluid is voor windpark Kroningswind dan ook niet verder beschouwd.

Bron: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), factsheet laag frequent geluid, juni 2013

Stiltegebieden

Binnen de provincie Zuid-Holland ligt een aantal stiltegebieden. Deze gebieden zijn vastgelegd in de Provinciale Milieuverordening (versie 2014). Er ligt een stiltegebied in het plangebied van Windpark Kroningswind en net daarbuiten. Dit betreft het stiltegebied Haringvliet. Op basis van de provinciale verordening geldt voor de stiltegebieden als richtwaarde voor de maximale geluidbelasting vanwege een geluidbron een geluidsniveau van 40 dB(A) gemiddeld. In dit MER wordt de geluidbelasting van het windpark op stiltegebieden bepaald en kwalitatief beoordeeld.

5.1.3 Methodiek

Om de geluideffecten van de alternatieven van windpark Kroningswind in kaart te brengen is een akoestisch onderzoek uitgevoerd (zie bijlage 3). Hierbij wordt met behulp van een computermodel de totale geluidproductie van alle windturbines van het windpark berekend en worden de geluideffecten op de omgeving inzichtelijk gemaakt. Factoren die bij de berekening van het geluid van belang zijn bestaan uit:

- De bronsterkte van de windturbines (hoeveel geluid maakt de turbine?);
- De plaatsing van de turbines ten opzichte van geluidgevoelige objecten (geluid dempt uit over afstand);
- De aard van de omgeving (hoeveel wordt het geluid afgeschermd en gereflecteerd);

- Het windklimaat op de locatie op basis van KNMI-data (de windsnelheid bepaalt de bronsterkte).

Gekozen windturbinetype voor berekeningen

Elk type windturbine is uniek als geluidbron. De sterkte van de bron - de geluidemissie - verschilt per type turbine. Voor de beoordeling van effecten per alternatief aangaande het geluid is een turbinetype gehanteerd waarvan de geluidproductie, vergeleken met andere turbinetypes binnen dezelfde klasse (range aan ashoogte en rotordiameter), gemiddeld is (zie Figuur 5.2) én instellingen heeft waardoor turbines geprogrammeerd kunnen worden om minder geluid te produceren. Door deze situatie voor wat betreft geluid te hanteren, wordt de realistisch te verwachten geluidemissie van het windpark in de verschillende alternatieven in beeld gebracht. Op deze wijze worden mogelijke knelpunten inzichtelijk gemaakt en kunnen de alternatieven goed met elkaar vergeleken worden. Tabel 5.1 geeft een overzicht van de gehanteerde referentieturbines en de bijbehorende afmetingen.

Tabel 5.1 Gehanteerde turbinetypes en ashoogte

Alternatief	Turbinetype	Rotordiameter	Ashoogte
Alternatief A1, B1 en C1	Lagerwey LW136	136 meter	132 meter
Alternatief A2, B2 en C2	Nordex N117	117 meter	91,5 meter

Kader 5.2 Keuze referentiewindturbine

Om een realistische effectbeoordeling te kunnen maken wordt een referentiewindturbine gekozen zie voor zijn klasse een gemiddelde geluidemissie veroorzaakt. Dit betekent dat niet wordt gerekend met de stilste windturbine (om geen onderschatting van de effecten te veroorzaken), maar ook geen windturbine met een erg hoge geluidemissie die bijvoorbeeld ontworpen is voor offshore (waar geluid geen rol speelt). De effectbeoordeling komt daarmee goed overeen met de werkelijk verwachtte geluidbelasting op de omgeving. Om te ondervangen dat ten alle tijden wordt voldaan aan het Activiteitenbesluit zal in het Bestemmingsplan een voorwaarde met die strekking worden opgenomen. Voor de volledigheid is in een gevoeligheidsanalyse voor het voorkeursalternatief (zie paragraaf 15.12), onderzocht wat de effecten zijn bij toepassing van een worst-case windturbine.

Geluidcontouren en toetspunten

Om de geluideffecten van de alternatieven te beschrijven is bekeken of, hoeveel en welke woningen van derden[17] een gevelbelasting van meer dan L_{den} = 47 dB kan optreden. Dit is op basis van de in Tabel 5.1 genoemde windturbines en door middel van een stapsgewijze methode in kaart gebracht.

Ten eerste zijn de woningen van derden in kaart gebracht. Vervolgens zijn met een raster met meetpunten per alternatief de geluidcontouren berekend. Hierbij wordt voor alle meetpunten in het raster de geluidbelasting berekend. In deze berekening is rekening gehouden met geluid vanaf meerdere kanten indien turbines vanaf meerdere kanten ten opzichte van de meetpunten zijn gesitueerd. Daar waar de meetpunten in het raster de L_{den} = 47 dB contour aangeven, ligt de grens van de geluidcontour ten opzichte van de bron. Ook andere (lagere) geluidniveaus (zoals L_{den} = 42 dB) zijn op deze wijze op een kaart weergegeven. Deze geluidcontouren zijn

[17] Het gaat hier om woningen van mensen die geen binding met het windpark hebben.

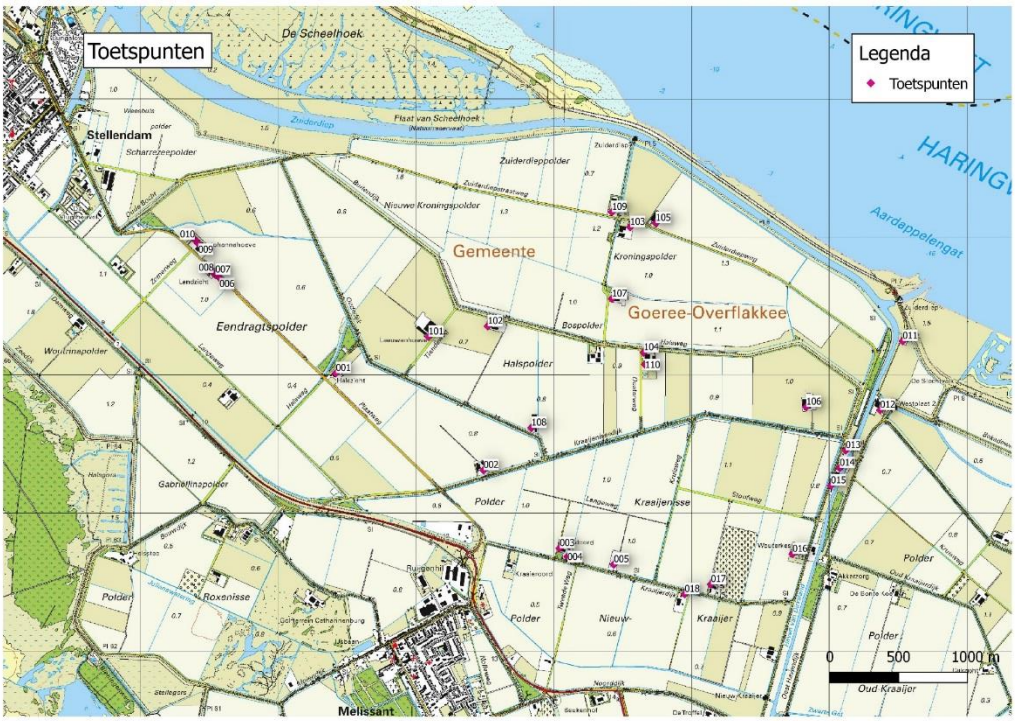
gebaseerd op puntberekeningen (het geluidniveau op een bepaald punt), en niet op de geluidbelasting op de gevel, wat de basis voor de geluidnorm is. Hierdoor kunnen woningen (net) binnen de op de kaarten weergegeven contouren liggen, terwijl de gevelbelasting op de woning lager is. Op basis van deze contour wordt onderzocht hoeveel woningen van derden eventueel belast zouden kunnen worden met L_{den} = 47 dB. De geluidcontouren op kaart zijn voldoende nauwkeurig om het aantal woningen binnen bepaalde geluidcontouren, en het daarvan afgeleide aantal gehinderden, te bepalen (zie ook kopje 'gehinderden'), maar de contourenkaarten zijn nadrukkelijk niet geschikt voor het toetsen aan de wettelijke norm.

Als tweede stap zijn verschillende toetspunten aangewezen. Deze toetspunten zijn bepaald op basis van de uitkomsten van de voorgaande stap. De volgende adressen zijn als maatgevend, zijnde de woningen met de hoogste geluidbelasting van een groep woningen, geselecteerd:

Tabel 5.2 Toetspunten (woningen van derden)

Nr	Adres	Nr	Adres	Nr	Adres
1	Plaatweg 7	7	Plaatweg 4	13	West Havendijk 63
2	Kraaijenissedijk 2	8	Plaatweg 2	14	West Havendijk 61a
3	Kraaijerdijk 23	9	Plaatweg 3	15	West Havendijk 59
4	Kraaijerdijk 25	10	Plaatweg 1	16	West Havendijk 47
5	Kraaijerdijk 27	11	Oost Havendijk 26	17	Kraaijerdijk 31
6	Plaatweg 6	12	Oost Havendijk 24	18	Kraaijerdijk 2a

Figuur 5.1 Toetspunten



* De toetspunten met nummers 101 en hoger betreffen de woningen in de sfeer van de inrichting

Voor alle woningen binnen het plangebied en de ring direct buiten het plangebied is de geluidbelasting op de gevel van deze toetspunten berekend. In deze berekening is uitgegaan van een vlak (gevel), zodat aangetoond kan worden of wel of niet aan de geluidnorm kan worden voldaan. De resultaten van deze (gevel)berekeningen zijn voor alle toetspunten terug te vinden in de verschillende tabellen in bijlage 3. Bij het bepalen van de toetspunten zijn woningen binnen de sfeer van de inrichting wel beschouwd, maar er is voor deze woningen niet getoetst aan de wettelijke norm (zie Kader 5.2).

Kader 5.3 Woningen in de sfeer van de inrichting

In de invloedsfeer van de windturbines van windpark Kroningswind bevinden zich tien woningen van mede-initiatiefnemers, dan wel woningen waarvan met de eigenaar of huurder een overeenkomst is gesloten, waardoor zij deelnemen in het project die betrokken zijn bij de ontwikkeling van het windpark (vanaf nu vermeld als initiatiefnemers). Deze woningen liggen binnen het plangebied en tevens binnen de wettelijke geluid- en slagschaduwcontouren. De binding van deze bewoners met windpark bestaat uit een organisatorische, functionele en/of technische binding. Deze woningen van initiatiefnemers zijn niet beschermd tegen de overlast die hij/zij zelf veroorzaken, volgens de milieu wet- en regelgeving. Om deze reden hoeven deze woningen van initiatiefnemers die binnen de geluid- en slagschaduw-contouren liggen niet te voldoen aan de normen voor geluid en slagschaduw van de windturbines zelf. In het kader van een goede ruimtelijke ordening en ter bescherming van de initiatiefnemers dient een aanvaardbaar woon- en leefklimaat gehandhaafd te worden. Om dit inzichtelijk te maken zijn ook de gevolgen voor ook de betreffende woningen van initiatiefnemers in kaart gebracht. Hiermee kan in het Bestemmingsplan worden gemotiveerd of er sprake is van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat.

Gehinderden

Om de effecten op de omgeving goed in kaart te brengen, is ook gekeken naar de geluidbelasting beneden de wettelijke norm. Hiervoor is het aantal gehinderden[18] binnen de geluidcontouren met een lagere waarde (L_{den} = 42 dB en L_{den} = 37 dB) in kaart gebracht. Bij deze lagere geluidniveaus ervaart een beperkt percentage van de bevolking het geluid binnenshuis nog als hinderlijk. Het begrip gehinderden betekent hier ‘personen die een bepaalde mate van gevoel van afkeer, boosheid, onbehagen, onvoldaanheid, of gekwetstheid ervaren, als gevolg van een bepaalde blootstelling aan geluid’[19]. De percentages zijn bepaald op basis van het rapport ‘Hinder door geluid van windturbines’ (TNO, 2008). Met behulp van deze percentages en op basis van een gemiddelde woonbezetting van 2,2 persoon per woning (CBS Statline, 2015) is het aantal (potentieel) gehinderden bepaald[20].

Cumulatie van geluid

Geluidoverlast kan bestaan als gevolg van geluid van verschillende bronnen, zoals industrie- en wegverkeerlawaai. Door cumulatie (stapeling) van verschillende geluidbronnen is de totale geluidbelasting van het gebied in kaart gebracht. Er zijn geen normen voor cumulatieve geluidbelasting. Een gangbare methodiek om cumulatieve geluideffecten te beoordelen is de ‘Methode Miedema’. In deze methode wordt de akoestische kwaliteit van de omgeving bepaald voor en ná toevoeging van een nieuwe geluidbron. Hiermee kan de leefomgeving objectief worden beoordeeld. Cumulatie met andere bronnen wordt beschouwd als er sprake is van

[18] Het gaat hier mensen die geen binding met het windpark hebben.
[19] Gezondheidsraad 1999/14: Grote luchthavens en gezondheid.
[20] Dit onderzoek wordt bruikbaar geacht voor de vergelijking van alternatieven, alleen dient wel opgemerkt te worden dat bij het onderzoek van TNO beperkte data zijn gebruikt wat betreft de dosis-effectrelatie. Dit betekent dat het aantal gehinderden dat wordt berekend met enige voorzichtigheid moet worden geïnterpreteerd.

blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (bijlage 3, hoofdstuk 4).

Voor windpark Kroningswind kan cumulatie van geluid optreden met het wegverkeerslawaai van de omliggende wegen. Industrielawaai (vanuit de haven van Stellendam) en scheepvaartlawaai (afkomstig van de vaarweg over het Haringvliet) ontstaat op een zodanig grote afstand, dat dit ter plaatste van het plangebied verwaarloosbaar is en niet nader wordt beschouwd.

In de wettelijk voorgeschreven rekenmethodiek wordt de gecumuleerde geluidbelasting (L_{cum}), bepaald, waarbij rekening gehouden wordt met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen. Het ene geluid wordt, bij dezelfde geluidniveaus, namelijk als hinderlijker ervaren dan het andere. De uiteindelijk berekende cumulatieve waarde is geen feitelijk geluidniveau. Om die reden is aan de getallen een waardering gekoppeld van ‘goed’ tot ‘slecht’. De verandering in de klassen in deze ‘methode Miedema’ zijn een maat om de relatieve bijdrage van de windturbines aan de geluidskwaliteit van de omgeving te beoordelen.

Tabel 5.3 Classificatie omgevingskwaliteit volgens Methode Miedema

Kwaliteit van de akoestische omgeving	Geluidklasse
Goed	< 50 dB
Redelijk	50 - 55 dB
Matig	55 - 60 dB
Tamelijk slecht	60 - 65 dB
Slecht	65 - 70 dB
Zeer slecht	>70 dB

* De categorie ‘zeer slecht’ is in onderhavig MER niet aan de orde (valt buiten de waardering)

Stiltegebieden

Er ligt een stiltegebied ter plaatse van het plangebied: Haringvliet - Overflakkee. Voor het bepalen van het effect van de alternatieven op dit stiltegebied wordt de geluidbelasting ter hoogte van het stiltegebied bepaald. Hiervoor wordt hetzelfde rekenmodel gebruikt als voor het bepalen van de geluidsbelasting op toetspunten. Hiertoe is op basis van de geluidcontourenkaart van de diverse alternatieven een beoordeling van het optredende geluidniveau gemaakt. Vervolgens is een kwalitatieve beoordeling van het effect op de ‘heersende rust’ gegeven.

5.1.4 Beoordelingskader

Op basis van het voorgaande is het volgende beoordelingskader gehanteerd voor geluid.

Tabel 5.4 Beoordelingskader geluid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Aantal woningen van derden boven de wettelijke geluidnorm (L_{den} = 47 dB)	Kwantitatief in het aantal geluidgevoelige objecten
Aantal geluidgevoelige objecten binnen twee geluidniveau contouren: L_{den} = 37-42 dB en L_{den} = 42-47 dB	Kwantitatief in het aantal geluidgevoelige objecten

Maximaal aantal te verwachten gehinderden in de geluidcontouren L_{den} = 37-42 dB en L_{den} = 42-47 dB	Kwantitatief in het aantal gehinderden
Gecumuleerde geluidbelasting op de omgeving t.g.v. industrie, weg- en scheepvaartverkeer en de turbines	Kwalitatieve beoordeling van de verandering in akoestische kwaliteit van de omgeving
Geluidbelasting op stiltegebieden	Kwantitatief in hoeveelheid dB(A) en kwalitatief v.w.b. de verandering van de mate van 'stilte'

Toekenning scores

De effecten van de verschillende alternatieven worden vergeleken met de effecten zoals deze zich reeds in de referentiesituatie manifesteren. Een toename van het aantal geluidgevoelige objecten binnen de verschillende contouren en een toename van het aantal gehinderden resulteren in een negatieve score, een afname in een positieve score. In onderstaande tabel wordt de toekenning van de scores weergegeven. Als voorbeeld: stel dat in alternatief A2 er 40 te verwachten gehinderden in de geluidcontour van L_{den} = 37 dB meer aanwezig zijn dan in de referentiesituatie, dan resulteert dat in een score van (-), want volgens de tabel bij 'Maximaal aantal te verwachten gehinderden in de geluidcontour van L_{den} = 37 dB' is sprake van deze score als er tussen 1 en 50 gehinderden meer zijn ten opzichte van de referentiesituatie. De aantallen die de grens tussen de scores aangeven zijn gekozen om voldoende onderscheidend te zijn voor de alternatieven.

Tabel 5.5 Toekenning scores effecten ten behoeve van de vergelijking van de alternatieven

Beoordelingscriteria	**Effectbeoordeling (toename t.o.v. referentiesituatie)****		
Aantal geluidgevoelige objecten binnen twee geluidniveau contouren L_{den} = 37-42 dB L_{den} = 42-47 dB	**0**	**-**	**--**
	0	≤ 10	> 10
	0	≤ 20	> 20
Aantal woningen van derden boven de wettelijke geluidnorm (L_{den} = 47 dB)*	0	1-5	> 5
Maximaal aantal te verwachten gehinderden in de geluidcontour van L_{den} =37 dB	0	≤ 20	> 20
Cumulatieve situatie	Geen verandering in akoestische kwaliteit	Beperkte verandering (< 9 woningen met verandering in akoestische kwaliteit)	Aanzienlijke verandering (> 9 woningen met verandering in akoestische kwaliteit)
Stiltegebied	Geen merkbare toename t.o.v. heersende geluid niveau (≤ 1 dB)	Beperkte toename t.o.v. heersende geluid niveau (≤ 3 dB)	Grote toename t.o.v. heersende geluid niveau (> 5dB)

*Dit is vóór mitigerende maatregelen en alleen bedoeld voor de vergelijking van de alternatieven. In de eindsituatie zal het windpark aan de wettelijke normen moeten voldoen.

**Er is geen positieve score op dit aspect mogelijk

Voor het toekennen van scores aan de cumulatieve geluidbelasting wordt de kwaliteit van de akoestische omgeving gehanteerd zoals opgenomen in tabel 5.6. De beoordeling wordt gedaan

op basis van de kwaliteit van de referentiesituatie in vergelijking met de situatie van de alternatieven na toevoeging van het windturbinegeluid.

Tabel 5.6 Waardering van cumulatieve geluidbelasting**

Kwaliteit van de akoestische omgeving	Lcum dB(A)	Score
Goed	< 50	++
Redelijk	< 55	+
Matig	< 60	0
Tamelijk slecht	< 65	-
Slecht	< 70	--

* De categorie 'zeer slecht' is in onderhavig MER niet aan de orde (valt buiten de waardering)

** Nadere informatie over de totstandkoming van de beoordeling is te vinden in de akoestische rapportage in bijlage 3.

5.2 Referentiesituatie

De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie en autonome ontwikkeling. Het gebied is op dit moment voornamelijk in gebruik als landbouwgrond, met agrarische bedrijven met zowel akkerbouw en veeteelt. De hierbij horende geluidbelasting is relatief beperkt. De enige andere geluidbelasting is afkomstig van wegverkeerslawaai, met name de N215, die zich ten zuiden van het plangebied bevindt.

Huidige situatie

De huidige situatie bestaat uit de volgende geluidbronnen:

- Wegverkeer: voor de verkeersintensiteiten en verdelingen is gebruik gemaakt van het rapport "Wegverkeerslawaai in 2008" van DGMR[21] en van het akoestisch rapport bijgevoegd bij het bestemmingsplan "Omlegging N215"[22]. Hieruit blijkt dat er op dit moment beperkt sprake is van geluidbelasting ten gevolgen van wegverkeer.

Autonome ontwikkelingen

Er zijn geen autonome ontwikkelingen die relevant zijn voor de geluidbelasting op het plangebied.

5.3 Beoordeling effecten per alternatief

5.3.1 Aantal geluidgevoelige objecten met een geluidbelasting boven de norm

De aangemerkte toetspunten zijn weergegeven in Tabel 5.7 in de kolom 'Nr.'. Dit zijn de toetspunten, zoals in paragraaf 5.1.2. beschreven. Alleen voor de representatieve toetspunten zijn de geluidniveaus opgenomen. ***Vetgedrukte cursieve*** waarden in Tabel 5.7 zijn waarden boven de geluidnorm, waar dus mitigerende maatregelen nodig zijn om aan de geluidnorm te kunnen voldoen. Het gaat hier om de geluidbelasting zonder mitigerende maatregelen, deze belasting is vooral bedoeld voor de vergelijking van de alternatieven. Deze resultaten geven nadrukkelijk niet de eindsituatie weer.

[21] Geluidskaarten Goeree-Overflakkee, Rapport V.2008.0829.00.R001, versie 002 def, 24 december 2009.
[22] NL.IMRO.1924.DLDN215-BP30, 06-02-2014

Tabel 5.7 Geluidniveaus alternatieven, zonder mitigatie

Nr*	Alt A1		Alt B1		Alt C1		Alt A2		Alt B2		Alt C2	
	LNIGHT	*LDEN*	*LNIGHT*	*LDEN*	*LNIGHT*	*LDEN*	*LNIGHT*	*LDEN*	*LNIGHT*	*LDEN*	*LNIGHT*	*LDEN*
1	36	43	41	***48***	*43*	***50***	34	41	41	47	41	***48***
2	34	41	39	45	40	47	33	39	40	46	41	47
3	31	37	36	42	36	43	29	35	35	41	35	42
4	31	37	35	42	36	42	28	35	34	41	35	41
5	31	37	35	41	36	42	28	35	34	41	35	41
6	36	42	37	44	38	44	34	40	36	43	37	43
7	37	43	38	44	39	45	35	41	37	43	38	44
8	36	42	38	44	38	45	34	40	37	43	37	44
9	37	43	38	44	37	44	34	40	36	42	36	42
10	35	42	36	43	37	43	34	40	35	42	36	42
11	40	46	39	45	40	47	38	44	39	46	39	46
12	38	45	38	44	39	45	36	42	37	43	38	44
13	37	43	38	44	39	45	34	41	36	42	37	43
14	36	42	37	44	38	45	33	40	35	41	36	42
15	35	42	37	43	38	44	32	39	34	41	36	42
16	32	38	34	40	35	41	29	35	32	38	33	39
17	31	37	34	40	35	41	27	34	31	38	32	38
18	30	36	33	40	34	41	27	33	31	37	32	38

* Nr. staat voor toetspunt-nummer, corresponderend met de adressen zoals opgenomen in tabel 5.2

Uit deze tabel wordt duidelijk dat voor de alternatieven B1, C1 en C2 mitigatie nodig is. Op toetspunt 1 wordt namelijk een hogere geluidbelasting berekend dan wettelijk toegestaan. Voor de overige beoordelingscriteria, zoals het aantal gehinderden, is de situatie na toepassing van mitigerende maatregelen, relevanter dan de situatie zonder mitigatie (de situatie waarbij zonder mitigatie niet aan de wettelijke norm wordt voldaan zal zich in praktijk namelijk niet voordoen). Dat is de reden dat hierna eerst de mitigerende maatregelen aan de orde komen.

5.3.2 Mitigerende maatregelen

Geluidbelasting kan worden beperkt door toepassing van mitigerende maatregelen. Zo hebben (de meeste) windturbines verschillende geluidmodi waarbij de snelheid van de rotorbladen wordt beperkt bij specifieke windsnelheden, waardoor de geluidproductie wordt verminderd. Toepassing van een dergelijke geluidmodus zorgt tegelijkertijd voor een vermindering van de energieproductie (zie voor de bepaling daarvan hoofdstuk 12). Ook kan de windturbine eventueel op grotere afstand worden verplaatst, waardoor de geluidbelasting op de omgeving wordt verminderd. Een andere mogelijkheid is het toepassen van een stillere turbine. Voor het onderhavige MER is het plaatsen van turbines op grotere afstand en/of laten vervallen van turbines niet als mogelijke mitigerende maatregel meegenomen. Het verplaatsen van één of enkele turbines binnen het plangebied is gezien de beschikbare ruimte slechts zeer beperkte mogelijk en levert naar verwachting geen winst op, aangezien vanuit beeldkwaliteit en energieopbrengst (windafvang) dan andere (meer negatieve) effecten ontstaan.

Voor geluid geldt dat met de eerder genoemde mitigerende maatregelen in principe altijd aan de wettelijke norm kan worden voldaan. De geluidberekeningen (zonder mitigatie) uit de vorige paragraaf laten zien waar zich aandachtspunten voor geluid bevinden.

Op basis van de resultaten is gekeken of knelpunten oplosbaar zijn met het toepassen van geluidsmodi. Met de in bijlage 3 beschreven mitigerende maatregelen kan aan de geluidnormen worden voldaan; Tabel 5.8 geeft de geluidbelasting mét mitigerende maatregelen. De geluidbelasting die vervolgens optreedt op de toetspunten is in de volgende tabel opgenomen. Het blijkt dat bij alle woningen van derden bij alle alternatieven aan de geluidnorm kan worden voldaan.

Tabel 5.8 Geluidniveaus alternatieven na mitigatie

Nr	Alt A1		Alt B1		Alt C1		Alt A2		Alt B2		Alt C2	
	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}
1	36	43	41	47	40	47	34	41	41	47	41	47
2	34	41	39	45	40	46	33	39	40	46	40	47
3	31	37	36	45	36	43	29	35	35	41	35	42
4	31	37	35	42	36	42	28	35	34	41	35	41
5	31	37	35	41	36	42	28	35	34	41	34	41
6	36	42	37	43	37	43	34	40	36	43	37	43
7	37	43	38	43	37	44	35	41	37	43	38	44
8	36	42	38	44	37	43	34	40	37	43	37	44
9	37	43	38	44	37	43	34	40	36	42	36	42
10	35	42	36	44	35	42	34	40	35	42	36	42
11	40	46	39	44	40	47	38	44	39	46	39	46
12	38	45	38	43	39	45	36	42	37	43	38	44
13	37	43	38	44	39	45	34	41	36	42	37	43
14	36	42	37	44	38	45	33	40	35	41	36	42
15	35	42	37	42	38	44	32	39	34	41	36	42
16	32	38	34	43	35	41	29	35	32	38	33	39
17	31	37	34	43	35	41	27	34	31	38	32	38
18	30	36	33	45	34	40	27	33	31	37	32	38

In bijlage 3 zijn kaarten opgenomen met daarop de geluidcontouren van elk alternatief ná mitigatie. Figuur 5.2 geeft als voorbeeld de L_{den} =47 dB contour voor alternatief B1 ná mitigatie.

Figuur 5.2 Geluidcontour L_{den} = 47 dB voor alternatief B1 mét mitigatie ter illustratie. Voor de andere alternatieven zijn vergelijkbare kaarten opgenomen in bijlage 3.



5.3.3 Aantal geluidgevoelige objecten binnen geluidcontouren 37-42 dB en 42-47dB

In de volgende tabel is het aantal geluidgevoelige objecten weergegeven binnen twee geluidcontouren (37-42 dB en 42-47 dB), ná het uitvoeren van de mitigerende maatregelen uit de voorgaande paragraaf. De geluidniveaus bij deze geluidgevoelige objecten liggen beneden de geluidnorm.

Tabel 5.9 Aantal geluidgevoelige objecten binnen twee geluidniveau contouren (met mitigatie)

Beoordelingscriteria	Aantal geluidgevoelige objecten (na mitigatie)	
	37-42 dB	42-47 dB
Alternatief A1	12	6
Alternatief A2	11	1
Alternatief B1	22	12
Alternatief B2	17	7
Alternatief C1	37	12
Alternatief C2	20	8

Uit Tabel 5.9 blijkt dat bij alternatief C1 de meeste geluidgevoelige objecten binnen de genoemde contouren liggen. Bij alternatief A2 liggen de minste geluidgevoelige objecten binnen de genoemde contouren. Bij de andere alternatieven liggen de aantallen tussen deze alternatieven in. De beoordeling van het criterium 'aantal geluidgevoelige objecten binnen twee geluidniveau contouren' staat in Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Beoordeling alternatieven aan het criterium 'Aantal geluidgevoelige objecten binnen twee geluidniveaucontouren' (na toepassen van mitigatie)

Beoordelingscriteria	Aantal geluidgevoelige objecten (na toepassing van mitigatie)	
	Score 37-42 dB	Score 42 – 47 dB
Alternatief A1	-	-
Alternatief A2	-	-
Alternatief B1	--	--
Alternatief B2	-	-
Alternatief C1	--	--
Alternatief C2	--	-

5.3.4 Aantal gehinderden

Op basis van de dosis-hinderrelatie uit het TNO rapport "Hinder door geluid van windturbines", d.d. oktober 2008, kenmerk 2008-D-R1051/B" kan bepaald worden hoeveel mensen gemiddeld gezien gehinderd worden door het geluid van de windturbine.

Per woning waarvan de geluidbelasting hoger is dan 37 dB L_{den} wordt bij verschillende geluidniveaus het percentage gehinderden bepaald op basis van de dosis-hinderrelatie uit het

TNO rapport. Vervolgens wordt het gevonden percentage vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal van 2,2 personen per huishouden[23] om zo het aantal gehinderde personen voor de woning te bepalen. Tenslotte worden al deze aantallen gehinderde personen per woning opgeteld. Het resultaat staat weergegeven in onderstaande tabel. De geluidbelasting van hoger dan 37 dB L_{DEN} is gekozen omdat daaronder de bijdrage van het windpark aan het aantal gehinderden niet meer significant is.

Tabel 5.11 Beoordeling alternatieven aan het criterium 'Maximaal aantal te verwachten gehinderden binnen twee geluidcontouren', na toepassen van mitigatie

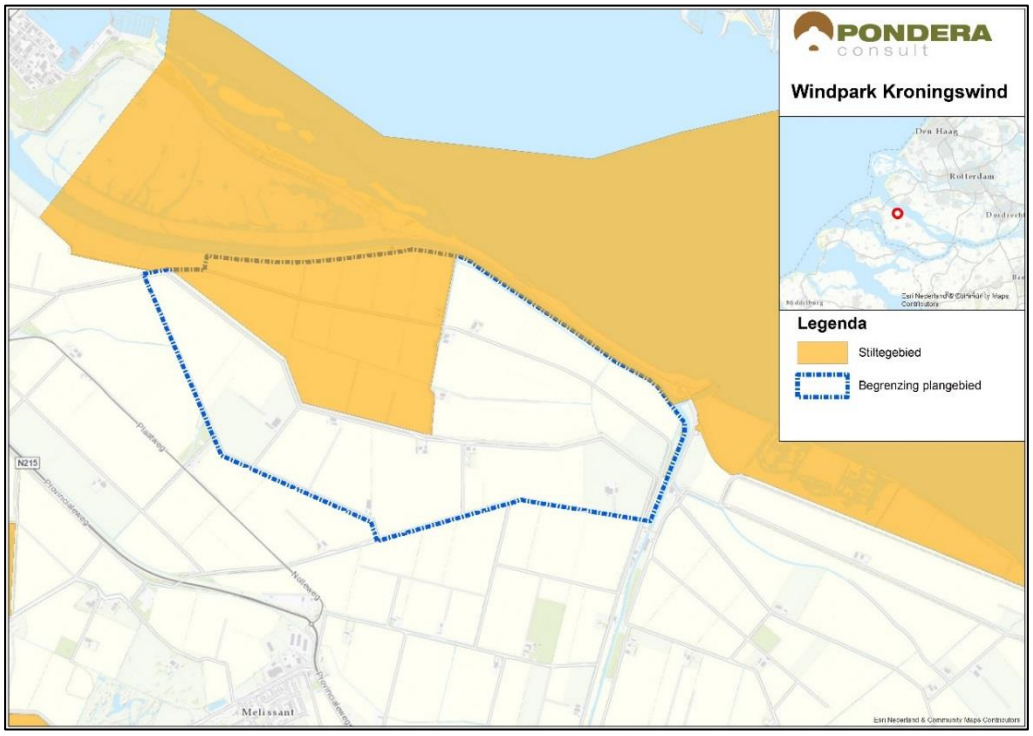
Beoordelingscriteria	Totaal aantal te verwachten gehinderden (Lden >37 dB) na toepassing van mitigatie	Score
Alternatief A1	15	-
Alternatief A2	7	-
Alternatief B1	28	--
Alternatief B2	18	-
Alternatief C1	37	--
Alternatief C2	22	--

5.3.5 Stiltegebieden

De stiltegebieden binnen de provincie Zuid-Holland zijn vastgelegd in de Provinciale Milieuverordening (herziende versie van maart 2015) en bestaat uit in totaal zestien gebieden. De 'heersende rust' moet hier zoveel mogelijk worden behouden. Hiervoor zijn de gebieden zo gekozen dat een geluidniveau van 40 dB(A) op de grens van het gebied niet wordt overschreden. De meeste van deze gebieden liggen op een dusdanige afstand (> 2,5 kilometer) dat een effect op de 'heersende rust in het gebied' op voorhand is uitgesloten. De geluidbelasting als gevolg van de windturbines is te laag op deze afstand. Het stiltegebied Haringvliet-Goeree ligt echter in het plangebied (zie figuur 5.3).

[23] http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl2114-Huishoudens.html?i=15-12, 9 juni 2015

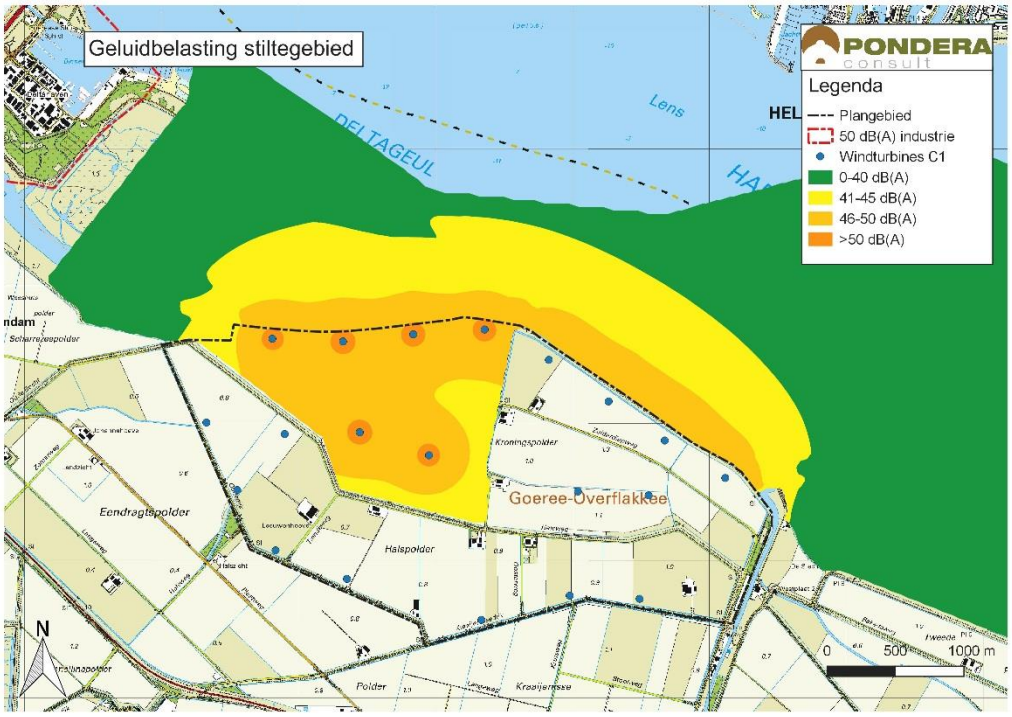
Figuur 5.3 Stiltegebieden



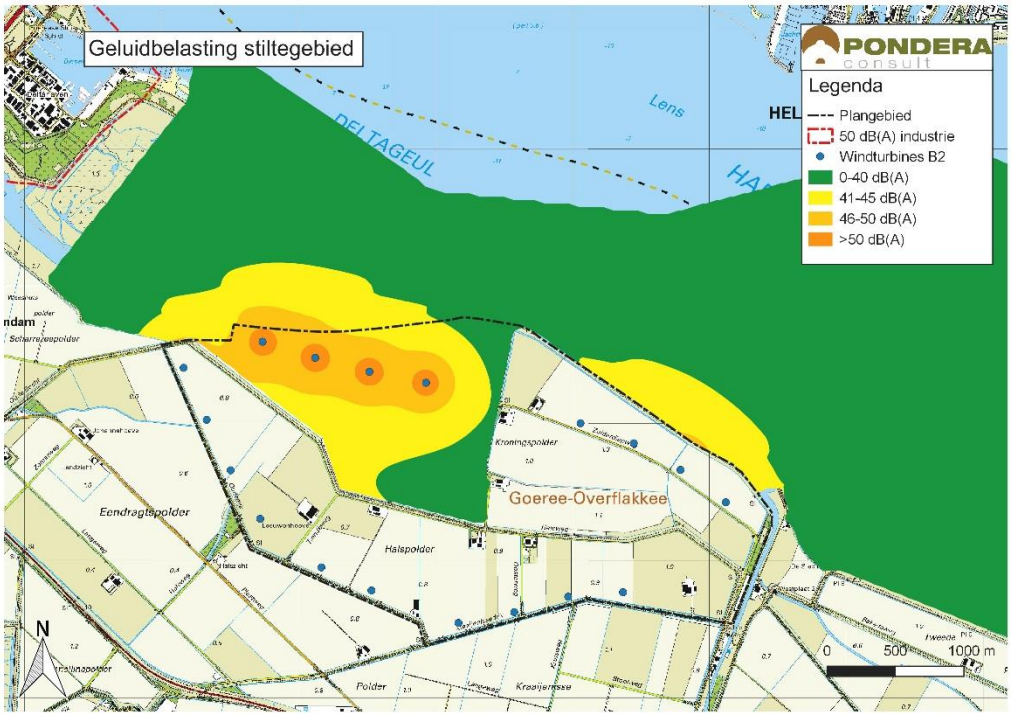
Bron: Pondera Consult

Om een indicatie te geven van de verwachten geluidbelasting binnen het stiltegebied, zijn de geluidcontouren berekend binnen het stiltegebied van de zes alternatieven (met eventuele geluidmitigatie). Deze geven een indicatie van de verwachtte geluidbelasting door de windturbines op dit stiltegebied. Voor deze contouren zijn de L_{night}-contouren gehanteerd, omdat dit ongewogen jaargemiddelden betreft. In Figuur 5.4 en Figuur 5.5 zijn de geluidcontouren L_{night} op een waarneemhoogte +5m weergegeven voor de alternatieven met de hoogste (C1) en laagste (B2) geluidbelasting op de gebieden.

Figuur 5.4 L_{night}-contouren alternatief C1 binnen stiltegebied



Figuur 5.5 L_{night}-contouren alternatief B2 binnen stiltegebied



De geluidbelasting ten gevolge van de windturbines zal binnen, maar ook op de grens van het plangebied, de streefwaarde van 40 dB(A) overschrijden. Er is dus sprake van een aantasting van de 'heersende rust' in het gebied. Een alternatief met veel en hoge windturbines (C1) leidt tot circa 700 meter vanaf de rand van het plangebied tot een jaargemiddelde geluidbelasting van meer dan 40 dB(A). Tot circa 300 meter is de geluidbelasting boven de 45 dB(A). Bij alternatieven met lagere, en zuidelijker gesitueerde windturbines (B2), is er op enkele stukken langs het plangebied tot circa 500 meter vanaf de rand een jaargemiddelde geluidbelasting van meer dan 40 dB(A). Een (jaargemiddelde) geluidbelasting van meer dan 45 dB(A) is op een klein deel van het beoogde stiltegebied verwacht.

Het plangebied is door de provincie Zuid-Holland echter tevens aangemerkt als gebied voor windenergie. De aanwezigheid van een stiltegebied staat daarmee de plaatsing van windturbines niet direct in de weg aangezien in de regels in de Provinciale Milieuverordening (PMV) voor stiltegebieden niet van toepassing zijn op inrichtingen (een windpark).

In alle gevallen is sprake van een hogere geluidbelasting dan in de huidige situatie. Omdat het gebied is aangemerkt voor windenergie kan een toename van het geluidniveau op het stiltegebied als aanvaardbaar worden beschouwd. Er is om deze reden toch een neutrale score toegekend voor alle alternatieven.

Tabel 5.12 Effectbeoordeling stiltegebieden

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Effect op stiltegebieden	0	0	0	0	0	0

5.3.6 Cumulatie (Methode Miedema)

Cumulatie met andere bronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4).

In Tabel 5.13 zijn per toetspunt de geluidbelastingen gegeven van het wegverkeer (VL) en de berekende jaargemiddelde geluidniveaus L_{cum} met het toekomstige windpark. Hierbij is voor woningen waar op meerdere gevels is gerekend het resultaat gegeven van de gevel waar de geluidbelasting (van het windpark,verkeerslawaai of cumulatief) het grootst is. De geluidbelasting ten gevolge van windturbines is gecorrigeerd op basis van het reken- en meetvoorschrift en daarna vergeleken met de referentiesituatie.

Tabel 5.13 Resultaten cumulatieve geluidbelasting na mitigerende maatregelen (windturbines)

Toets-punt	Adres	Referentiesituatie L_{vl}= L_{cum}[dB(A)]	Met WP Kroningswind					
			A1	B1	C1	A2	B2	C2
1	Plaatweg 7	53	55	59	59	54	59	59
2	Kraaijenissedijk 2	47	50	57	58	49	57	58
3	Kraaijerdijk 23	45	46	51	50	46	50	50
4	Kraaijerdijk 25	46	47	51	50	46	50	50

Toets-punt	Adres	Referentiesituatie L_{vl}= L_{cum}[dB(A)]	Met WP Kroningswind					
			A1	B1	C1	A2	B2	C2
5	Kraaijerdijk 27	43	45	50	49	44	48	49
6	Plaatweg 6	60	60	61	61	60	61	61
7	Plaatweg 4	59	60	60	60	60	60	60
8	Plaatweg 2	57	58	58	58	58	58	58
9	Plaatweg 3	50	54	54	53	52	53	53
10	Plaatweg 1	51	53	53	53	52	53	53
11	Oost Havendijk 26	31	57	57	55	53	55	55
12	Oost Havendijk 24	34	54	55	53	49	51	53
13	West Havendijk 63	49	53	55	53	51	52	53
14	West Havendijk 61a	48	52	55	52	50	51	52
15	West Havendijk 59	53	55	56	55	54	54	55
16	West Havendijk 47	41	45	49	46	42	45	46
17	Kraaijerdijk 31	37	42	48	44	39	43	44
18	Kraaijerdijk 2a	39	42	47	44	40	44	44

Uit tabel 5.13 blijkt dat voor de woningen waar cumulatie aan de orde is, de toevoeging als gevolg van de windturbines beperkt is tot enkele dB's. In de meeste gevallen zal dan ook het bestaande geluidniveau (als gevolg van het reeds aanwezige wegverkeerslawaai) maatgevend zijn, bijvoorbeeld aan de Plaatweg en de West Havendijk. In gevallen waar op dit moment geen of weinig geluid van bestaande bronnen aanwezig is wordende windturbines maatgevend. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de woningen aan de Oost Havendijk. De windturbines voegen echter wel in alle gevallen geluid toe aan de bestaande situatie, waardoor de effectbeoordeling negatief is.

In onderstaande tabel is de effectbeoordeling voor het aspect cumulatie opgenomen.

Tabel 5.14 Cumulatie

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling (t.o.v. referentiesituatie)					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Cumulatieve geluidbelasting	-	-	--	-	-	-

5.4 Effecten op eigen woningen

In kader 5.2. is aangegeven dat er een tiental woningen van initiatiefnemers in het plangebied aanwezig is. Deze woningen worden beschouwd als woningen in de sfeer van de inrichting en daarom niet getoetst aan de normen voor geluid en slagschaduw. Wel is voor deze woningen inzichtelijk gemaakt welke geluid- en slagschaduwbelasting optreedt als gevolg van de windturbines. In onderstaande tabel is deze informatie voor geluid opgenomen. De berekende waarden geven de optredende geluidbelasting aan, waarbij al rekening is gehouden met de toepassing van mitigerende maatregelen die genomen worden om de geluidbelasting bij woningen van derden te beperken tot binnen de wettelijke normen.

Tabel 5.15 Geluidbelasting op woningen in de sfeer van de inrichting

Adres	Alt A1		Alt B1		Alt C1		Alt A2		Alt B2		Alt C2	
	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}
Tiendeweg 1[1]	41	47	43	50	44	50	40	47	44	50	44	51
Halsweg 2	42	48	41	48	43	50	43	49	41	47	43	50
Zuiderdiepweg 1	43	49	42	48	44	50	42	48	40	46	43	50
Oosterweg 1	41	48	42	48	44	50	41	48	41	48	43	50
Zuiderdiepweg 2	44	50	43	49	45	51	43	49	42	48	44	50
Kraaijenissedijk 12[1]	42	49	43	49	43	50	40	46	40	46	42	48
Heuvelweg 1	41	47	40	47	43	50	41	47	39	45	44	50
Oudedijk 1	38	44	41	47	42	48	38	44	44	50	44	50
Zuiderdiepweg 4	43	50	42	49	44	51	42	49	40	46	43	50
Oosterweg 3	41	48	42	49	44	50	41	48	42	48	44	50

[1] Binnen het bouwblok van deze woningen kan op termijn een tweede woning worden gerealiseerd. de geluidbelasting op deze nieuw te bouwen woningen zijn vergelijkbaar met de belasting op de reeds bestaande woning.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de effecten op de eigen woningen sterk verschillen tussen de alternatieven. Voor alle alternatieven geldt dat er tot maximaal 4 dB L_{den} boven de wettelijke norm voor woningen van derden wordt veroorzaakt. De alternatieven zijn hierin beperkt onderscheidend, waarbij de alternatieven C1 en C2 de meeste effecten veroorzaken. Omdat deze effecten veroorzaakt worden door de initiatiefnemer van het windpark zelf, hoeven hiervoor geen verdere mitigerende maatregelen te worden genomen.

5.5 Effecten aanlegfase en netaansluiting

5.5.1 Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase (gedurende circa 1 jaar) kunnen werkzaamheden voor de bouw van het windturbinepark geluid produceren, dit is echter van tijdelijke aard. Te denken valt aan het heien van de turbinefundaties en het vrachtverkeer voor het aanleveren van grond en onderdelen voor de windturbines. De geluidbelasting van de aanlegfase is niet onderscheidend voor de verschillende alternatieven.

5.5.2 Netaansluiting

Naast de windturbines is ook een klein transformatorstation voorzien. Het betreft een enkele transformator met een vermogen van circa 75 MVA, die wordt gerealiseerd op het perceel aan de Halsweg 3 dat door de initiatiefnemer zal worden aangekocht (zie figuur 3.2). Deze is voor alle alternatieven gelijk en daarmee niet onderscheidend.

Het akoestische effect van het transformatorstation is op basis van de VNG-publicatie 'Bedrijven en Milieuzonering' (2009) beoordeeld. Volgens de VNG-richtlijn geldt voor een elektriciteitsdistributiebedrijf, met transformatorvermogen van 10-100 MVA de richtafstand voor

het aspect geluid (grootste aan te houden afstand) van 50 meter tot aan een rustige woonwijk. Voor de richtafstand ten opzichte van een gemengd gebied, zoals het buitengebied, is ook nog eens een kleinere afstand van 30 meter aan te houden. Het transformatorstation krijgt een vermogen van circa 75 MVA. De dichtstbijzijnde woning van derden in de omgeving van het transformatorstation ligt op een afstand van ruim 1.000 meter tot aan de rand van het terrein waar het transformatorstation gerealiseerd kan worden. Er wordt ruim aan de adviesafstand uit de VNG-richtlijn voldaan, waarmee geen nader onderzoek nodig is.

5.6 Samenvatting effectbeoordeling

In onderstaande tabel is de samenvatting van de effectbeoordeling opgenomen.

Tabel 5.16 Beoordeling alternatieven

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling (t.o.v. referentiesituatie)					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Aantal woningen van derden boven de wettelijke geluidnorm (L_{den} = 47 dB) (voor mitigatie)	0	0	-	0	-	-
Aantal geluidgevoelige objecten binnen twee geluidniveaucontouren (na mitigatie) L_{den} = 37-42 dB	-	-	--	-	--	--
L_{den} = 42-47 dB	-	-	--	-	--	-
Maximaal aantal te verwachten gehinderden in de geluidcontour van L_{den} =37 dB	-	-	--	-	--	--
Cumulatieve geluidbelasting	-	-	--	-	-	-
Geluidbelasting op stiltegebieden	0	0	0	0	0	0

Uit de tabel valt af te leiden dat alternatieven A1, A2 en B2 relatief goed scoren ten opzichte van de andere alternatieven.

6 SLAGSCHADUW

6.1 Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria

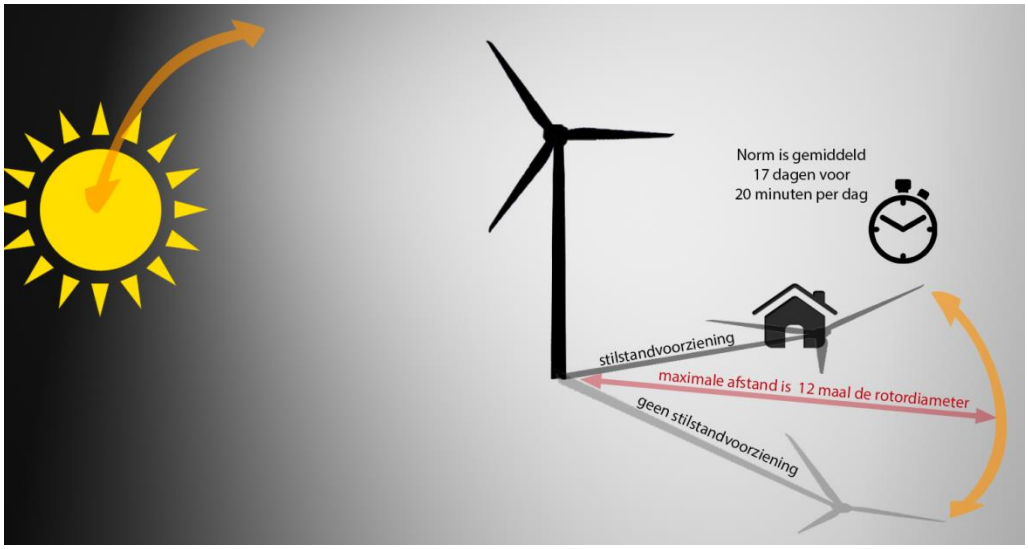
6.1.1 Regelgeving slagschaduw

De draaiende rotorbladen van windturbines kunnen een bewegende schaduw op hun omgeving werpen. Deze ‘slagschaduw’ kan onder bepaalde omstandigheden als hinderlijk worden ervaren. De mate van hinder wordt onder meer bepaald door de frequentie en de intensiteit van de flikkering en de blootstellingsduur. Daarbij zijn de afstand tot de windturbines, de aanwezigheid en stand van de zon en het al dan niet draaien van de windturbines bepalende aspecten.

De flikkerfrequentie (aantal schaduwbladen per minuut) van de slagschaduw is van invloed op de mate van hinderlijkheid van de slagschaduw. In de Nota van Toelichting bij de Activiteitenregeling milieubeheer (Rarim) is gesteld dat flikkerfrequenties tussen 2,5 en 14 Hz als hinderlijk worden ervaren. De windturbines die in dit MER onderzocht worden en uiteindelijk gerealiseerd gaan worden hebben een lager toerental, waardoor een dergelijke flikkering niet optreedt.

Uit de Rarim volgt dat windturbines een automatische stilstandvoorziening dienen te bezitten indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten (veelal woningen), voor zover de afstand tussen de woningen of andere gevoelige bestemmingen minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden. Dit is in onderstaande figuur weergegeven.

Figuur 6.1 Schematische weergave slagschaduw en werking norm



Voor de beoordeling van het aspect slagschaduw is aangesloten bij de Rarim. Hiervoor is de wettelijke maximale duur van slagschaduw (20 minuten per dag gedurende gemiddeld 17 dagen per jaar) vertaald naar een slagschaduwduur op jaarbasis. Dit betekent een totale slagschaduwduur van 5 uur en 40 minuten per jaar (17 dagen x 20 minuten = 340 minuten of 5

uur en 40 minuten). Afgerond naar boven is dit een slagschaduwduur van 6 uur per jaar en daarmee is dit een worst case benadering. Alle dagen en tijden waarop slagschaduw optreedt tellen daarbij mee, totdat opgeteld zes uur bereikt is. Voor de effectbeoordeling wordt bepaald hoeveel woningen binnen deze schaduwduurcontour liggen.

Dit is een strengere benadering van de norm dan wettelijk vereist, aangezien volgens de norm alleen dagen van meer dan 20 minuten meetellen. Voor de woningen die buiten de 6-uurcontour liggen kan dan ook met zekerheid gesteld worden dat aan de Rarim is voldaan. Aanvullend op de 6-uur-contour worden twee andere slagschaduwduurcontouren (0 en 16 uur) gepresenteerd, inclusief het aantal woningen dat binnen deze contouren ligt. Dit wordt ten behoeve van de vergelijking van de alternatieven gedaan.

6.1.2 Bepaling duur slagschaduw

Op basis van de maximale afmetingen van windturbines binnen de verschillende alternatieven, de gang van de zon en een minimale zonhoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële hinderduur is een theoretisch maximum en vanuit hier is de verwachte hinderduur berekend door het toepassen van correcties (zoals kans op zonneschijn en kans dat de windsnelheid en richting zodanig is dat de turbine draait en de rotor ongunstig staat ten opzichte van de zon). Als gevolg van deze correcties is de verwachte hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële hinderduur.

Van de alternatieven zijn de schaduwduren ter hoogte van woningen in het omliggende gebied berekend met het programma WindPro. Als toetspunten zijn dezelfde woningen gehanteerd als voor het akoestische onderzoek. Verwezen wordt naar paragraaf 5.1.2 voor een omschrijving van deze toetspunten.

Kader 6.1 Verschil in slagschaduwpotentie en optredende slagschaduw op woningen

De aantallen woningen vermeld in dit hoofdstuk zijn alle woningen die potentieel slagschaduw kunnen ondervinden. In de werkelijkheid zijn er vaak obstakels aanwezig in de nabije omgeving die slagschaduw op de woning voorkomen. Zo zal bij een tweetal huizenrijen dicht achter elkaar alleen slagschaduw optreden bij de eerste rij. Ook kunnen hoge begroeiing, de oriëntatie van een woning of overige aanwezige bebouwing, zoals schuren, in de praktijk slagschaduw geheel of gedeeltelijk teniet doen. De gemelde waarden van het potentieel aantal woningen met slagschaduwhinder is dan ook worst-case.

In bijlage 3 is het slagschaduwonderzoek, gezamenlijk met het akoestisch onderzoek opgenomen. De afmetingen die zijn gehanteerd betreffen:

- Alternatief A1, B1 en C1 – rotordiameter 136 meter en ashoogte 132 meter;
- Alternatief A2, B2 en C2 – rotordiameter 117 meter en ashoogte 91,5 meter.

Dit betreffen de maximale afmetingen behorende bij de turbineklassen die zijn gehanteerd voor de alternatieven.

6.1.3 Beoordelingscriteria en scoremethodiek

De beoordelingscriteria voor het aspect slagschaduw zijn in tabel 6.1 weergegeven. Een positieve score is niet mogelijk voor dit milieuaspect.

Tabel 6.1 Toelichting scores slagschaduw

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling		
	0	**-**	**--**
Aantal woningen binnen de 6 uurs contour	0	0-10	> 10
Aantal woningen binnen de 16 uurs contour	0	1-3	> 3
Aantal woningen binnen 0- 6 uur per jaar contour	0	0-20	> 20

6.2 Referentiesituatie

Huidige situatie

In de huidige situatie zijn geen windturbines aanwezig en is dus ook geen sprake van slagschaduw.

Autonome ontwikkelingen

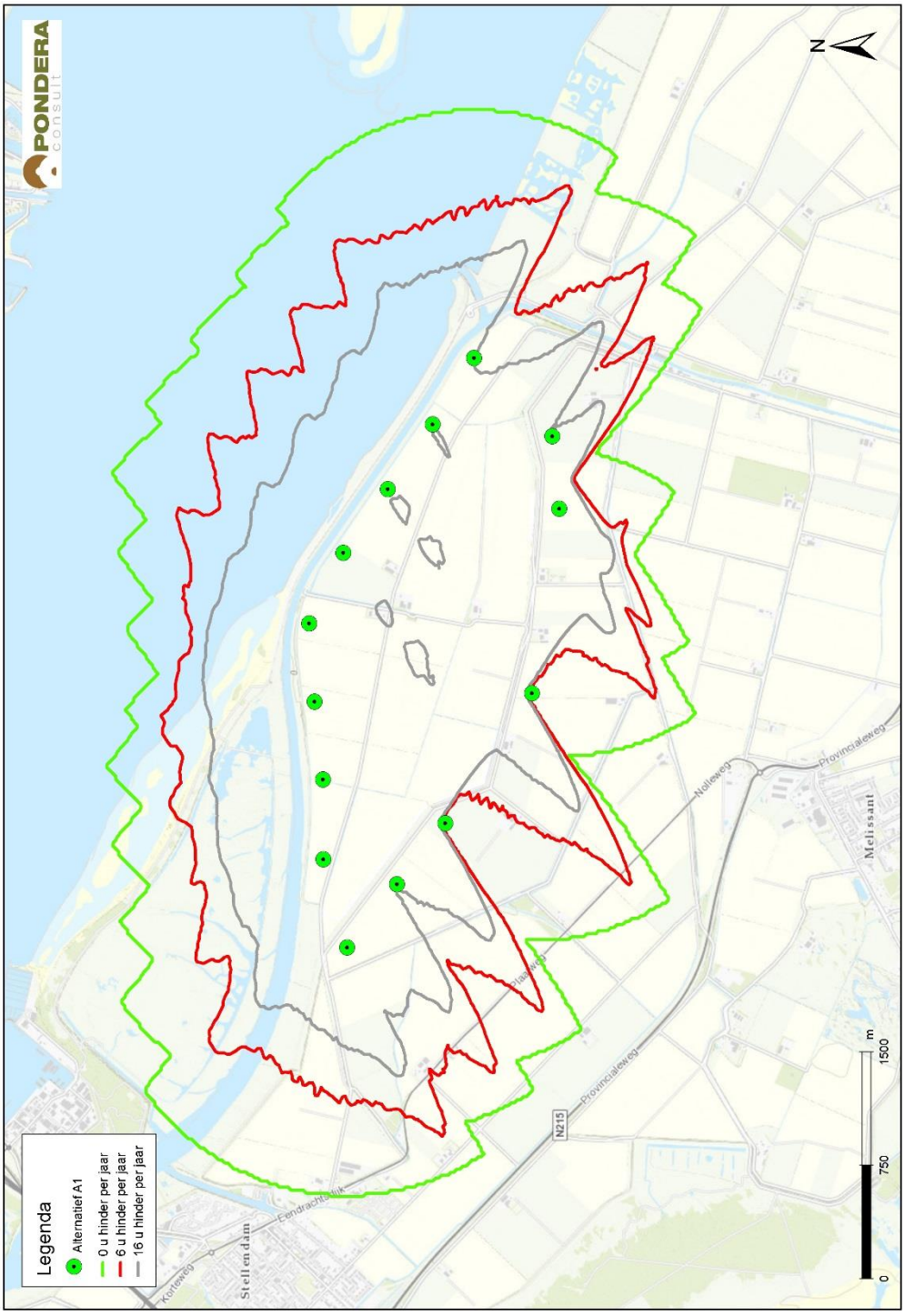
Voor het aspect slagschaduw zijn er geen relevante autonome ontwikkelingen in het gebied voorzien.

6.3 Beoordeling effecten per alternatief

6.3.1 Alternatief A1 en A2

In Figuur 6.2 is ter illustratie voor alternatief A1 met een gekleurde lijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt. Deze contouren geven een goede weergave van de jaarlijks te verwachten slagschaduwduur in de omgeving en het verloop daarvan. Voor toetsing aan normen wordt altijd gekeken naar de optredende slagschaduw op een specifieke gevel van een gevoelig object.

Figuur 6.2 Slagschaduwcontour alternatief A1 (contouren van de overige alternatieven zijn weergegeven in bijlage 3)



Overschrijding van de norm voor de jaarlijkse hinderduur kan mogelijk optreden bij de woningen binnen de rode 5-uurcontour. Bij woningen buiten de rode 5-uurcontour wordt aan de norm voor de maximale hinderduur voldaan.

Bij alternatief A1 liggen circa vijf woningen binnen de 5-15 uurcontouren en circa 20 woningen binnen de 0-5 uurcontouren. Bij alternatief A2 zijn dit er respectievelijk acht en twee woningen. Er zijn geen woningen met meer dan 15 uur slagschaduw per jaar.

Tabel 6.2 Aantal woningen binnen tijdsduurcontour slagschaduw alternatief A1 en A2

Alternatief A	Periode aan slagschaduw		
	0 – 5 uur	5 – 15 uur	>15 uur
Aantal woningen alternatief A1	20	5	0
Aantal woningen alternatief A2	8	2	0

6.3.2 Alternatief B1 en B2

In bijlage 3 is voor alternatief B1 en B2 een figuur opgenomen waarop net als hierboven in figuur 6.2 bij alternatief A1 met een gekleurde lijn is aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt. Overschrijding van de norm voor de jaarlijkse hinderduur kan mogelijk optreden bij de woningen binnen de rode 5-uurcontour. Bij woningen buiten de rode 5-uuscontour wordt zeker aan de norm voor de maximale hinderduur voldaan. Bij alternatief B1 liggen 10 woningen binnen de 5-15 uurcontouren en 23 woningen binnen de 0-5 uurcontouren. Bij alternatief B2 zijn dit er respectievelijk 8 en 13. Er zijn respectievelijk 4 woningen en 1 woning met meer dan 15 uur slagschaduw per jaar.

Tabel 6.3 Aantal woningen binnen tijdsduurcontour slagschaduw alternatief B1 en B2

Alternatief B	Periode aan slagschaduw		
	0 – 5 uur	5 – 15 uur	>15 uur
Aantal woningen alternatief B1	23	10	4
Aantal woningen alternatief B2	13	8	1

6.3.1 Alternatief C1 en C2

In bijlage 3 is voor alternatief C1 en C2 een figuur opgenomen waarop net als hierboven in figuur 6.2 bij alternatief A1 met een gekleurde lijn is aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt. Overschrijding van de norm voor de jaarlijkse hinderduur kan mogelijk optreden bij de woningen binnen de rode 5-uurcontour. Bij woningen buiten de rode 5-uurcontour wordt zeker aan de norm voor de maximale hinderduur voldaan. Bij alternatief C1 liggen 12 woningen binnen de 5-15 uurcontouren en 16 woningen binnen de 0-5 uurcontouren. Bij alternatief C2 zijn dit er respectievelijk 8 en 13. In alternatief C1 liggen 5 woningen binnen de 15-uurcontour.

Tabel 6.4 Aantal woningen binnen tijdsduurcontour slagschaduw alternatief C1 en C2

Alternatief C	Periode aan slagschaduw		
	0 – 5 uur	5 – 15 uur	>15 uur
Aantal woningen alternatief C1	16	12	5
Aantal woningen alternatief C2	13	8	0

Tot slot wordt in tabel 6.8 de slagschaduwhinderduur in uur per jaar voor de individuele toetspunten (op de gevel van woningen) gegeven per alternatief (zie paragraaf 5.1.2 voor een beschrijving van de toetspunten). De vetgedrukte getallen geven aan waar een overschrijding van de norm plaatsvindt.

Tabel 6.5 Slagschaduwhinder in uren voor toetspunten

Nr	Adres	Alt A1	Alt A2	AltB1	Alt B2	Alt C1	Alt C2
1	Plaatweg 7	1:01	--	4:30	4:18	***41:10***	4:31
2	Kraaijenissedijk 2	--	--	***10:45***	***11:01***	***9:57***	***10:35***
3	Kraaijerdijk 23	--	--	--	--	--	--
4	Kraaijerdijk 25	--	--	--	--	--	--
5	Kraaijerdijk 27	--	--	--	--	--	--
6	Plaatweg 6	***6:17***	4:29	***8:45***	***12:44***	***22:30***	***13:35***
7	Plaatweg 4	5:24	5:55	***7:47***	***8:53***	***21:00***	***9:38***
8	Plaatweg 2	5:12	5:50	***7:18***	***7:48***	***18:19***	***8:31***
9	Plaatweg 3	***9:20***	1:37	***17:55***	***6:55***	***10:08***	***6:24***
10	Plaatweg 1	***11:52***	2:26	***17:06***	***9:18***	***8:51***	***8:33***
11	Oost Havendijk 26	4:29	1:26	***18:02***	***27:48***	***7:37***	5:14
12	Oost Havendijk 24	***16:14***	4:29	5:16	1:35	***8:19***	1:59
13	West Havendijk 63	***6:04***	3:03	***18:57***	***6:46***	***20:54***	***8:58***
14	West Havendijk 61a	--	--	4:24	5:46	***7:09***	***6:26***
15	West Havendijk 59	--	--	***6:22***	2:01	***6:37***	3:26
16	West Havendijk 47	--	--	--	--	--	--
17	Kraaijerdijk 31	--	--	--	--	--	--
18	Kraaijerdijk 2a	--	--	--	--	--	--

Uit de tabel valt af te lezen dat voor alle alternatieven, met uitzondering van alternatief A2, mitigerende maatregelen voor slagschaduw moeten worden getroffen om te voldoen aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Die norm is hier vertaald naar maximaal 6 uur slagschaduw per jaar (zie ook paragraaf 6.1.1.). Alternatief C1 veroorzaakt de meeste slagschaduw nabij woningen van derden.

In Tabel 6.6 is de beoordeling van de verschillende alternatieven voor mitigatie weergegeven. De beoordeling is ten opzichte van de referentiesituatie, zonder windturbines.

Tabel 6.6 Score beoordelingscriteria aspect slagschaduw voor mitigatie

	Alt A1	Alt A2	AltB1	Alt B2	Alt C1	Alt C2
Beoordeling aantal woningen 5-15 uur per jaar	-	-	-	-	--	-
Beoordeling aantal woningen binnen 15 uur per jaar	0	0	-	--	--	0
Beoordeling aantal woningen 0-6 uur per jaar	--	-	--	-	-	-

6.4 Effecten op woningen in de sfeer van de inrichting

In hoofdstuk 5 (kader 5.2.) is aangegeven dat er een tiental woningen van initiatiefnemers in het plangebied aanwezig is. Deze woningen worden beschouwd als woningen in de sfeer van de inrichting en hoeven niet getoetst te worden aan de normen voor geluid en slagschaduw. In het kader van een goede ruimtelijke ordening en ter bescherming van de initiatiefnemers dient een aanvaardbaar woon- en leefklimaat gehandhaafd te worden. Om dit inzichtelijk te maken zijn ook de gevolgen voor de betreffende woningen van initiatiefnemers in kaart gebracht. Hiermee kan in het bestemmingsplan worden gemotiveerd of er sprake is van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat. In onderstaande tabel is de slagschaduwbelasting op woningen in de sfeer van de inrichting opgenomen. Bij de waarden in tabel 6.7 is nog geen rekening gehouden met eventuele positieve effecten van mitigerende maatregelen die getroffen worden om de slagschaduw bij woningen van derden te beperken.

Tabel 6.7 Slagschaduwbelasting (uu:mm per jaar) op woningen in de sfeer van de inrichting

Adres	Alt A1	Alt A2	AltB1	Alt B2	Alt C1	Alt C2
Tiendeweg 1[1]	6:02	5:29	62:03	63:51	79:30	65:57
Halsweg 2	20:02	29:15	33:27	22:30	36:43	26:38
Zuiderdiepweg 1	22:51	22:54	41:43	22:44	38:44	50:15
Oosterweg 1	28:54	31:51	31:34	23:46	40:59	34:10
Zuiderdiepweg 2	40:41	13:05	45:52	28:27	53:27	24:02
Kraaijenissedijk 12[1]	16:40	7:42	54:50	16:24	45:38	21:58
Heuvelweg 1	21:00	26:43	11:48	6:01	45:06	45:16
Oudedijk 1	2:22	0:34	39:03	54:00	38:18	56:48
Zuiderdiepweg 4	13:10	15:06	46:18	22:34	33:22	50:11
Oosterweg 3	34:08	33:33	37:43	34:34	48:34	35:41

[1] Binnen het bouwblok van deze woningen kan op termijn een tweede woning worden gerealiseerd. de slagschaduwbelastingen op deze nieuw te bouwen woningen zijn vergelijkbaar met de belasting op de reeds bestaande woning.

Om een beoordeling te geven van de optredende slagschaduw kan gekeken worden naar het relatieve voorkomen van slagschaduw op jaarbasis. Als voorbeeld wordt Oosterweg 1 bekeken. In alternatief C1 ontvangt deze woning 40:59 uur slagschaduw per jaar. Dit is circa 0,9% van de daglichtperiode per jaar en daarmee relatief bescheiden. In bijlage 3 is tevens opgenomen op welke tijdstippen van de dag de slagschaduw kan optreden en hoe lang deze duur per dag maximaal is. In het kader van een goede ruimtelijke ordening zijn de verwachtte hinderduren bij de woningen in de sfeer van de inrichting acceptabel, omdat zelfs in de worst case situatie nog steeds sprake is van een zeer beperkt deel van de totale daglichtperiode (circa 1,7% van de tijd). Ook in vergelijking met de normstelling, die 19 minuten per dag (ofwel circa 110 uur per jaar) aanvaardbaar acht, is de optredende belasting acceptabel.

6.5 Effecten aanlegfase en netaansluiting

6.5.1 Aanlegfase

Voor de aanlegfase is het aspect slagschaduw niet relevant en wordt om die reden niet beschouwd.

6.5.2 Netaansluiting

De netaansluiting is niet relevant voor het aspect slagschaduw en wordt om die reden niet beschouwd.

6.6 Mitigerende maatregelen

Een mogelijke mitigerende maatregel voor slagschaduwhinder kan bestaan uit een stilstandregeling. Met een dergelijke voorziening kan de rotor, wanneer er slagschaduw op de woningen van derden kan optreden, tijdelijk worden stilgezet om slagschaduw te voorkomen. In de windturbinebesturing wordt hiervoor een kalender van dagen en tijden geprogrammeerd waarin de rotor wordt gestopt als de zonneschijnsensor (onderdeel van het systeem voor de stilstand regeling) aangeeft dat de zon schijnt en op een dergelijke positie ten opzichte van de turbines staat dat slagschaduwhinder op een gevoelig object kan optreden. Met de stilstand regeling is er bij geen van de woningen van derden sprake van een overschrijding van de norm. De stilstandkalenders omvatten de tijdstippen en het bruto aantal uren stilstand van de windturbines per jaar. In de praktijk zal het aantal uren productieverlies (netto stilstand uren) minder zijn dan de bruto uren. Dit komt voort uit het feit dat een windturbine niet hoeft te worden stilgezet als de zon niet schijnt, omdat er op die momenten ook geen slagschaduwhinder kan optreden. In een latere fase wanneer er meer bekend is over het windturbinetype kan per woning beoordeeld worden of slagschaduwhinder voor dit gekozen type ook zorgt voor een overschrijding van de norm en of de stilstandregeling daadwerkelijk benodigd is. De productieverliezen variëren per alternatief van 0% tot 0,1% voor het gehele windpark.

Tabel 6.10 Mitigerende maatregelen

Mitigatie	Indicatie productieverlies
Alternatief A1	0,03%
Alternatief A2	0%
Alternatief B1	0,1%
Alternatief B2	0,05%
Alternatief C1	0,1%
Alternatief C2	0,02%

Hoofdstuk 12 gaat nader in op de effecten op de energieproductie van de mitigerende maatregelen.

6.7 Cumulatie

Cumulatie is niet aan de orde, aangezien zich geen andere windturbines in de nabije omgeving bevinden. In de berekeningen is reeds de cumulatieve slagschaduw van alle turbines in het windpark Kroningswind gezamenlijk beschouwd.

6.8 Samenvatting effectbeoordeling

Voor het MER is per alternatief bepaald wat de effecten zijn, welke windturbines een stilstandregeling moeten krijgen en is een inschatting gemaakt van de totale netto stilstandduur. Netto stilstandduur wil zeggen, de verwachte stilstand wanneer rekening is gehouden met de verwachte aantal uren zonneschijn per jaar. Wanneer het voorkeursalternatief is vastgesteld zal per individuele woningen nauwkeurig kunnen worden bepaald op welke dagen en tijden, welke windturbine moet worden stilgezet en wat het mogelijke effect op de energieopbrengst is (zie hoofdstuk 12).

Tabel 6.11 Aantal woningen binnen de verschillende tijdsduur-contouren van slagschaduw

Alternatief	Aantal woningen met jaarlijkse slagschaduwduur van:		
	0 – 5 uur	5 – 15 uur	>15 uur
Alternatief A1	20	5	0
Alternatief A2	8	2	0
Alternatief B1	23	10	4
Alternatief B2	13	8	1
Alternatief C1	16	12	5
Alternatief C2	13	8	0

Na toepassing van mitigerende maatregelen zijn er geen woningen waar meer dan 6 uur slagschaduwhinder per jaar optreedt. Voor woningen met minder dan 6 uur slagschaduw per jaar, hoeven geen maatregelen te worden getroffen. Een stilstandvoorziening voor een woning met meer dan 6 uur slagschaduwhinder heeft ook invloed op eventuele achterliggende woningen die gelijktijdig slagschaduwhinder ondervinden. De hoeveelheid woningen die minder dan zes uur slagschaduwhinder ondervinden, is niet bepaald voor de situatie met mitigatie.

De situatie zonder mitigatie is een representatieve maat voor de beoordeling van de resterende slagschaduwhinder om de verschillende alternatieven onderling te vergelijken. De scores vóór toepassing van de mitigerende maatregelen blijven dus gelden voor de beoordelingscriteria van minder en meer dan 6 uur slagschaduw per jaar. De beoordeling voor het aantal woningen met meer dan 6 uur slagschaduwhinder vindt plaats op basis van het aantal woningen dat binnen de contouren 5-15 uur en meer dan 15 uur valt. De beoordeling wordt in tabel 6.12 weergegeven.

Voor de woningen die binnen de 0-5 uur contour vallen worden geen mitigerende maatregelen toegepast, omdat dit niet nodig is binnen de wet. Hiervoor wijzigt de beoordeling daarom ook niet na mitigatie. Tabel 6.12 bevat dus alleen een beoordeling van woningen die binnen de andere twee contouren zijn gelegen. Aangezien dit in alle gevallen 0 woningen zijn (er wordt immers gemitigeerd) is de score in alle alternatieven neutraal (0).

Tabel 6.12 Score beoordelingscriteria aspect slagschaduw na mitigatie

Alternatief	Aantal woningen met jaarlijkse slagschaduwduur van:	
	5 – 15 uur	>15 uur
Alternatief A1	0	0
Alternatief A2	0	0
Alternatief B1	0	0
Alternatief B2	0	0
Alternatief C1	0	0
Alternatief C2	0	0

7 ECOLOGIE

7.1 Beleid en wetgeving

De bouw (aanlegfase) en het gebruik (exploitatiefase) van Windpark Kroningswind kan effecten hebben op de in en om het gebied aanwezige beschermde natuurwaarden. Er liggen in de nabijheid diverse Natura 2000-gebieden. Door de aanleg en de draaiende windturbines kunnen er met name voor vogels en vleermuizen effecten zijn door aanvaring, verstoring en barrièrewerking. Naar verwachting ondervinden andere soorten flora en fauna weinig tot geen effecten van het windpark.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op het achtergrondrapport (Natuurtoets Windpark Kroningswind in bijlage 5). Dit achtergrondrapport beschrijft de effecten van windturbines op de aanwezige natuurwaarden tijdens de aanleg- en exploitatiefase van Windpark Kroningswind. In dit hoofdstuk staan eerst de effecten tijdens de exploitatiefase, in paragraaf 7.5 tijdens de aanleg.

In de beoordeling is rekening gehouden met de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) en ander natuurbeleid. Er is onderzocht hoe de bouw en het gebruik van de geplande windturbines zich verhoudt tot:

- Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2 van de Wnb);
- Beschermde soorten (hoofdstuk 3 van de Wnb);
- Het Natuurnetwerk Nederland (NNN; voormalig EHS);
- Het provinciaal natuurbeleid.

De Wet natuurbescherming (verder Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet.

Natura 2000-gebieden

Gebiedsbescherming is in de Wet natuurbescherming beschreven in ‘Hoofdstuk 2 Natura 2000-gebieden’. Criterium voor de beoordeling zijn significante effecten op de instandhoudingsdoelen voor de betreffende gebieden en het functioneren van het gebied. Van significante effecten is sprake indien een instandhoudingdoelstelling van het Natura 2000-gebied in gevaar kan komen.[24] Hierbij wordt ook gekeken naar externe werking en cumulatie (in samenhang met de effecten van andere plannen en projecten).

[24] Waar in dit rapport wordt gesproken over ‘effecten’ wordt in het kader van de Wnb bedoeld: het verslechteren van de kwaliteit van natuurlijke habitats en of habitats van soorten in een Natura 2000-gebied en/of verstoring (inclusief sterfte) van soorten waarvoor het gebied is aangewezen.

Kader 7.1 Externe werking

Niet alleen activiteiten in een Natura 2000-gebied hebben invloed op de instandhoudingsdoelen van het gebied, ook activiteiten buiten het gebied kunnen de natuurwaarden in een gebied beïnvloeden. Dit wordt 'externe werking' genoemd. Externe werking treedt op wanneer er, ongeacht de locatie, een effect ontstaat door ruimtelijke overlap tussen het invloedsgebied van een instandhoudingsdoelstelling en een invloedsgebied van de activiteit (in dit geval een windpark) buiten het Natura 2000-gebied waarvoor de instandhoudingsdoelstelling gevoelig is. Een voorbeeld van externe werking zijn vogels, die broeden in een verder weg gelegen beschermd natuurgebied en die foerageren in / nabij het gebied van de activiteit. Als het een voor de vogelkolonie essentieel foerageergebied betreft, kan een verstoring hiervan leiden tot negatieve effecten in het Natura 2000-gebied. Naast foerageergebieden, kunnen hier ook vliegroutes onder vallen. Externe werking is niet van toepassing voor gebieden in het Natuurnetwerk Nederland.

Beschermde soorten

De bescherming van soorten is in de Wnb beschreven in 'Hoofdstuk 3 Soorten'. Bij de realisatie van Windpark Kroningswind moet rekening worden gehouden met het huidige voorkomen van beschermde soorten planten en dieren in het plangebied. Als de voorgenomen ingreep (aanleg en gebruik windpark) leidt tot het overtreden van verbodsbepalingen van beschermde soorten, moet worden nagegaan of een vrijstelling geldt of dat een ontheffing moet worden verkregen. De Wet natuurbescherming onderscheidt bij de bescherming van soorten drie beschermingsregimes:

- Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn (Wnb § 3.1);
- Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn (Wnb § 3.2);
- Beschermingsregime andere soorten (Wnb § 3.3).

Met het in werking treden van de Wet natuurbescherming (d.d. 1 januari 2017) is het beschermingsregime voor een aantal soorten veranderd dan wel vervallen. Ook is een aantal soorten beschermd die dat voorheen niet waren. Voor soorten vallend onder 'Beschermingsregime andere soorten' kan de provincie een vrijstelling verlenen voor handelingen in het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden (Wnb Art. 3.10 lid 2a).

Natuurnetwerk Nederland (NNN, voorheen EHS)

De NNN is een Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden.[25] Voor deze gebieden geldt een planologisch beschermingsregime. Activiteiten in deze gebieden zijn alleen toegestaan als ze geen negatieve effecten hebben op de wezenlijke kenmerken en waarden of als deze kunnen worden tegengegaan met mitigerende maatregelen. Is er wel significant negatief effect op deze kenmerken en waarden, dan geldt het 'nee, tenzij-regime'. Een project kan dan alleen doorgaan als er geen reële alternatieven zijn en als sprake is van een groot openbaar belang. Dit beschermingsregime is verankerd in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR), Besluit Algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en in Verordening Ruimte 2014.

Het provinciaal natuurbeleid

Het plangebied valt niet onder beleidsmatig door de provincie beschermde weidevogel- of ganzenopvanggebieden. Zodoende wordt er in dit hoofdstuk niet ingegaan op de effecten voor

[25] https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/inhoud/natuurnetwerk-nederland; geraadpleegd d.d. 17 januari 2018.

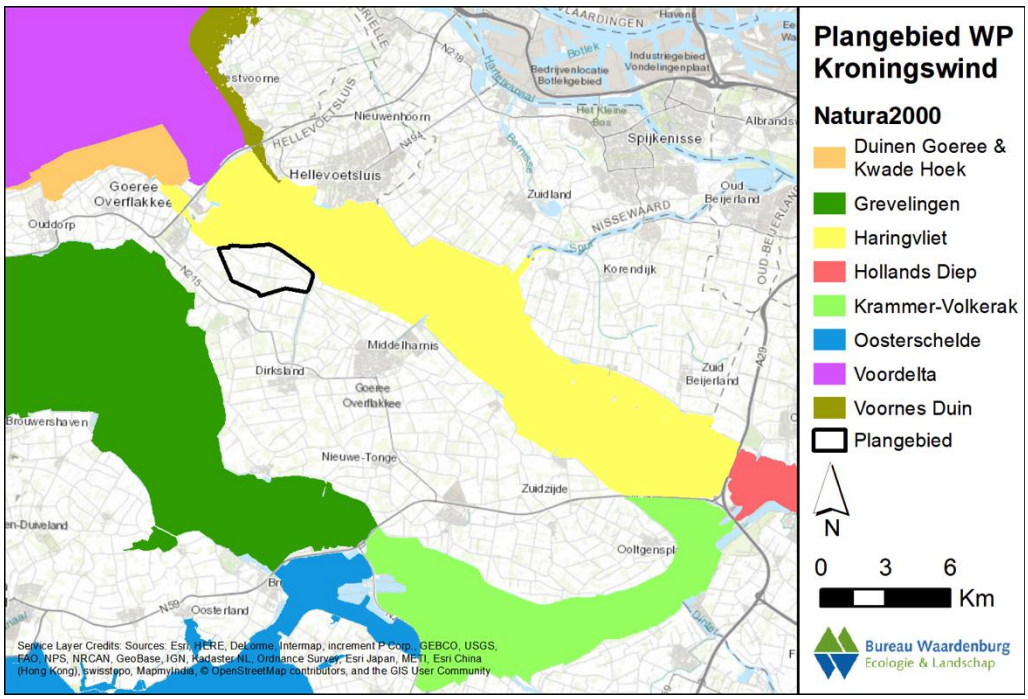
deze gebieden. De dijken langs de Halsweg, Oude Dijk en Kraaijenissedijk, zijn in het provinciale Natuurbeheerplan wel aangewezen als ‘bloemdijk’ (beheertype N12.01).

7.2 Beoordelingskader

7.2.1 Natura 2000-gebieden

Het plangebied van Windpark Kroningswind ligt niet in een Natura 2000-gebied. Wel liggen er verschillende Natura 2000-gebieden in de ruime omgeving van het plangebied: Haringvliet, Grevelingen, Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Krammer-Volkerak, Oosterschelde en Hollands Diep (zie figuur 7.1). Als de bouw of het gebruik van het windpark negatieve effecten heeft op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze acht bovenstaande Natura 2000-gebieden, is een vergunning op grond van de Wnb vereist. Ook kunnen maatregelen nodig zijn om negatieve effecten te voorkomen, te verminderen of te compenseren.

Figuur 7.1 Natura 2000 gebieden in omgeving van windpark Kroninsgwind



Figuur 7.2 Natura 2000-gebieden in de omgeving van Windpark Kroningswind

De effecten op Natura 2000-gebieden worden beoordeeld aan de hand van drie hieronder beschreven criteria.

Aantal aanvaringsslachtoffers

Het exploiteren van windturbines leidt in potentie tot additionele sterfte van vogels; dit is de extra sterfte op de natuurlijke jaarlijkse sterfte. Dit effect heeft mogelijk doorwerking op de populatie en daarmee ook op het bereiken van de instandhoudingdoelstellingen voor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. De toename van het aantal aanvaringsslachtoffers wordt beoordeeld waarbij de waardering afhankelijk is van het aantal aanvaringsslachtoffers onder de

soorten waarvoor het gebied is aangewezen (dit heet kwalificerende soorten) en het behalen van de instandhoudingdoelstellingen. Om te beoordelen of er mogelijk sprake is van significante effecten op de (vogel)soorten waarvoor deze Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, is in kaart gebracht wat de 1% mortaliteitsnorm is van deze kwalificerende soorten.

Kader 7.2 uitleg 1% mortaliteitsnorm

De 1% mortaliteitsnorm is een criterium, inhoudende dat iedere tol van minder dan 1% van de totale jaarlijkse sterfte van de betrokken populatie moet worden beschouwd als een kleine hoeveelheid. De 1%-norm is geen drempel, waarboven per definitie en op voorhand sprake is van een significant negatief effect. Het overschrijden van de 1%-norm wordt gehanteerd als 'alarmbel', waarboven het effect dat optreedt nader moet worden geïnterpreteerd. Bij een additionele sterfte van minder dan 1% van de natuurlijke sterfte is er in het geheel geen effect merkbaar op de populatie. De toepasbaarheid van deze norm als beoordelingskader binnen de Wet Natuurbescherming is door de Raad van State bevestigd (o.a. ABRvS 1 april 2009, 200801465/1/R2).

Het aantal aanvaringen wordt o.a. bepaald door de rotoroppervlakte en toerental van de windturbines en het aantal vogels dat door het windpark vliegt. Als het rotoroppervlak groter is, is de kans op aanvaringsslachtoffers vaak groter. De meeste aanvaringen vinden plaats in het donker of tijdens situaties met slecht zicht. Dit houdt in dat soorten die zich voornamelijk in het donker verplaatsen het grootste risico lopen. Dit betreft met name soorten die in de schemer/donker dagelijks heen en weer vliegen tussen slaapplaats en foerageergebied. 's Nachts foeragerende soorten en 's nachts trekkende vogels die op lage hoogte vliegen lopen daarom een groter risico.

Verstoring leefgebieden

In de exploitatiefase is het mogelijk dat door de windturbines verstoring optreedt op lokaal rustende en foeragerende vogels. Verstoring kan het gevolg zijn van een toename van geluid, beweging van rotoren, verlichting en menselijke activiteit. Verstoring kan ertoe leiden dat het gebied minder geschikt wordt voor (kwalificerende) soorten met als gevolg dat het behouden of behalen van instandhoudingsdoelstellingen van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden in gevaar komt. De verstorende werking van windturbines voor vogels verschilt tussen soortgroepen en varieert van enkele tientallen tot honderden meters. Wanneer in dit MER over verstoring in de gebruiksfase wordt gesproken, wordt de totale verstorende werking van de windturbines op vogels bedoeld, die wordt veroorzaakt door de combinatie van geluid, beweging (ook door onderhoudsmedewerkers), slagschaduw en de fysieke aanwezigheid van een hoog opgaand element in een open landschap.

Barrièrewerking

Bij nadering van een windpark passen veel vogels hun vliegroutes aan door het gehele park of individuele windturbines te vermijden. Dit kan tot barrièrewerking leiden door het onbereikbaar worden van rust- of foerageergebieden. Verder treedt een verhoogd energieverbruik en tijdverlies op door uitwijkgedrag.

7.2.2 Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Het plangebied van Windpark Kroningswind maakt geen deel uit van het Natuurnetwerk Nederland, met uitzondering van het deelgebied Blok De Wit in de Zuiderdieppolder. In de directe omgeving buiten het plangebied liggen meerdere gebieden die deel uitmaken van het

Natuurnetwerk Nederland (bijvoorbeeld Plaat van Scheelhoek). Voor het NNN in de provincie Zuid-Holland geldt geen externe werking. Daarom zijn effecten op deze gebieden op voorhand uit te sluiten.

Figuur 7.3 'Blok de Wit' - Zuiderdieppolder



Bron: Ontwerpbestemmingsplan Zuiderdieppolder, 2017[26]

7.2.3 Soortenbescherming

De bescherming van soorten is in de Wnb beschreven in 'Hoofdstuk 3. Soorten'. Bij de realisatie van Windpark Kroningswind moet rekening worden gehouden met het huidige voorkomen van beschermde soorten planten en dieren in het plangebied. Als de voorgenomen ingreep leidt tot het overtreden van verbodsbepalingen betreffende beschermde soorten, moet worden nagegaan of een vrijstelling geldt of dat een ontheffing moet worden verkregen.

De toetsing bestaat uit een bepaling en beoordeling van de huidige aanwezigheid van beschermde soorten planten en dieren in het plangebied, de functie die het plangebied en de directe omgeving voor deze soorten vervult en de te verwachten effecten van de voorgenomen inrichtingsvarianten van het windpark op beschermde soorten. Dit wordt samengevat door aan te geven of er door de windturbines effecten zijn op de 'gunstige staat van instandhouding' (GSI) van soorten.

Additionele sterfte

Het exploiteren van windturbines leidt in potentie tot additionele sterfte van vogels en vleermuizen. Wanneer het aantal dodelijke slachtoffers hoog is, dan heeft dit mogelijk ook doorwerking op de gunstige staat van instandhouding van deze soorten. Met behulp van de 1%

[26] http://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.1924.Zuiderdiep-BP20/b_NL.IMRO.1924.Zuiderdiep-BP20_tb2.pdf

mortaliteitsnorm (zie Kader 7.2) is bepaald of de additionele sterfte de gunstige staat van instandhouding van de betrokken populatie van de soort in gevaar kan brengen. Bij een sterfte van niet meer dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte kunnen effecten op de gunstige staat van instandhouding bij voorbaat worden uitgesloten.

7.2.4 Uitleg score effectbeoordeling

Voor de effecten op natuur wordt steeds onderscheid gemaakt in effecten op beschermde soorten en effecten op beschermde gebieden, in dit geval op Natura 2000-gebieden. In de onderstaande tabel is de score van de effectbeoordeling uitgelegd.

Tabel 7.1 Toekenning effectscores natuur

Score	Toelichting en gevolgen
0	Effecten klein of afwezig: • Geen overtredingen van verbodsbepalingen voor soorten • Geen effecten op doelen van beschermde gebieden
0/-	Effecten beperkt: • Geen effecten op gunstige staat van instandhouding, wellicht overtredingen van verbodsbepalingen voor soorten die waarschijnlijk mitigeerbaar zijn • Kleine effecten op doelen van beschermde gebieden waarvoor een vergunningprocedure doorlopen kan worden
-	Effecten redelijk tot groot: • Geen effecten op gunstige staat van instandhouding, waarschijnlijk overtreding van verbodsbepalingen voor soorten die gemitigeerd moeten worden om ontheffing te krijgen • Wezenlijke effecten op doelen van beschermde gebieden waarvoor een vergunningprocedure doorlopen moet worden
--	Effecten groot tot zeer groot: • Overtredingen van verbodsbepalingen en effecten op gunstige staat van instandhouding. Mitigatie of planaanpassing noodzakelijk om ontheffing te krijgen • Significante effecten op behalen van doelen van beschermde gebieden niet op voorhand uit te sluiten, waarvoor een passende beoordeling doorlopen moet worden

7.3 Referentiesituatie

Deze paragraaf beschrijft de referentiesituatie voor de gebieden en soorten die van belang zijn. Bepaalde gebieden en soorten zijn buiten beschouwing gelaten omdat daar geen (significante) effecten op verwacht worden. Dit is omschreven in het achtergrondrapport (de natuurtoets in bijlage 5). De effectbeoordeling van de gebieden en soorten die nader zijn onderzocht, staan vervolgens in paragraaf 7.4 (gebruiksfase) en 7.5 (aanlegfase).

7.3.1 Beschermde gebieden

Het windpark grenst aan het Natura 2000-gebied Haringvliet en ligt op circa 2,5 - 4 km afstand van Natura 2000-gebieden Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen (figuur 8.1). Andere Natura 2000-gebieden, zoals Oosterschelde en Krammer-Volkerak, liggen op (veel) grotere afstanden en worden verder buiten beschouwing gelaten

omdat op voorhand effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden met zekerheid kan worden uitgesloten.

Habitattypen

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor beschermde habitattypen (zie tabel 4.1 natuurtoets in bijlage 5). Omdat de windturbines buiten de begrenzing van de Natura 2000-gebieden gebouwd worden, is met zekerheid geen sprake van verlies van areaal van de beschermde habitattypen door ruimtebeslag.

Daarnaast is er geen sprake van relevante emissie van schadelijke stoffen naar lucht, water en of bodem of van veranderingen in grond- of oppervlaktewateren. Weliswaar wordt in de aanlegfase gebruik gemaakt van vracht- en kraanwagens die stikstof kunnen uitstoten, maar vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden, afstand tot Natura 2000-gebieden en het ontbreken van stikstofgevoelige habitattypen in die gebieden, is dergelijke emissie verwaarloosbaar.

Soorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor Habitatrichtlijnsoorten van bijlage II (zie tabel 4.1 in bijlage 5). Het gaat hierbij om de nauwe korfslak (Voornes Duin en Duinen Goeree & Kwade Hoek), zeeprik, rivierprik, elft, fint en/of zalm (Haringvliet en Voordelta), bittervoorn en rivierdonderpad (Haringvliet), noordse woelmuis (Haringvliet, Voornes Duin, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen), groenknolorchis, (Voornes Duin en Grevelingen) en de gewone zeehond en/of grijze zeehond (Voordelta). Het plangebied van Windpark Kroningswind biedt voor deze soorten niet over het juiste habitat en/of soorten komen niet voor in het plangebied. Hierdoor kunnen negatieve effecten van de bouw en het gebruik van de windturbines op deze soorten binnen de begrenzing van de Natura 2000-gebieden op voorhand met zekerheid worden uitgesloten.

Broedvogels

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden, behalve de Voordelta, zijn aangewezen voor een aantal broedvogelsoorten. In tabel 4.1 van de natuurtoets (zie bijlage 5) is een overzicht gegeven van de soorten broedvogels uit Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied die mogelijk een relatie hebben met het plangebied van Windpark Kroningswind. Samengevat hebben broedvogels (bruine kiekendief, kluut, bontbekplevier, strandplevier, zwartkopmeeuw, grote stern, visdief, dwergstern) uit het Haringvliet, plus bruine kiekendief en visdief uit Grevelingen en lepelaar uit Voornes Duin, mogelijk een relatie met het plangebied. (Significant) verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de overige soorten broedvogels in de relevante Natura 2000-gebieden zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten omdat deze geen binding hebben met het plangebied.

Niet-broedvogels

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden, behalve de Voornes Duin, zijn aangewezen voor een aantal niet-broedvogelsoorten. In tabel 4.1 van de natuurtoets (zie bijlage 5) is een overzicht weergegeven van de soorten niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied die mogelijk een relatie hebben met het plangebied van Windpark Kroningswind. Samengevat hebben de fuut (Haringvliet), kleine zwaan, kolgans, grauwe gans en brandgans (Haringvliet, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen), aantal eendensoorten

en meerkoet (Haringvliet en Grevelingen), goudplevier, kievit en wulp (Haringvliet en Grevelingen) mogelijk een relatie met het plangebied. (Significant) verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de overige soorten niet-broedvogels in de vijf relevante Natura 2000-gebieden zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten omdat deze geen binding hebben met het plangebied.

NNN en overige gebieden

In alle alternatieven zijn windturbines gepland binnen het deelgebied Blok de Wit en dus binnen het NNN; in alternatief A1, A2 en C1 betreft het 4 of 5 windturbines langs de noordrand van het gebied, in alternatief A2, B1, B2 en C2 betreft het 3 of 4 windturbines langs de zuidrand van het gebied. In alle alternatieven is dus sprake van ruimtebeslag en aantasting van de omvang van het NNN. Omdat het gebied al was aangewezen als windontwikkelingsgebied voordat het werd toegevoegd aan het provinciale NNN zal echter voor het ruimtebeslag geen compensatieopgave gelden. De provincie heeft tevens laten weten over te gaan tot aanpassing van de NNN begrenzing, teneinde deze discrepantie op te heffen. Deze aanpassing is met de Actualisatie van de provinciale Verordening Ruimte 2018 doorgevoerd[27].

De dijken in de polder zijn deels aangewezen als Bloemdijken in het Natuurbeheerplan. Geen van de turbinelocaties is echter op deze dijken gepland. De werkzaamheden vinden op minimaal enkele tientallen meters buiten het beschermde gebied plaats. Effecten op het beheertype Bloemdijken zijn op voorhand uitgesloten en daarom niet verder beschouwd.

7.3.2 Beschermde soorten

In de onderstaande paragraaf is in verschillende tabellen en tekst een samenvatting opgenomen van de meest voorkomende soorten en de betekenis van het plangebied voor deze soorten opgenomen. De uitgebreide beschrijving is opgenomen in het achtergrondrapport (zie bijlage 5).

Vogels

Broedvogels

Tabel 7.2Voorkomen broedvogels en betekenis plangebied

Hoofdcategorie soort	Betekenis plangebied
Broedvogels in het plangebied	
Akker- en weidevogels	Typische akkervogels zoals scholekster, kievit, gele kwikstaart, veldleeuwerik en graspieper Weidevogels als grutto en wulp zijn zeldzaam/afwezig
Rode Lijst	Boeren- en huiszwaluw, grauwe vliegenvanger, huis- en ringmus en kerkuil (bebouwing en op de erven) Gele kwikstaart, graspieper, grutto, kneu en/of veldleeuwerik (akkers en graslanden) Boomvalk, groene specht en ransuil (bomenlanen) broeden en koekoek (struweel rand plangebied

[27] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/prb-2018-372.html

Hoofdcategorie soort	Betekenis plangebied
	Allen lage dichtheden
Jaarrrond beschermde nesten	Voornoemde Rode Lijst soorten (huismus, kerkuil, boomvalk en ransuil) Buizerd. Enkele broedparen
Broedvogels uit Natura 2000-gebieden in relatie tot het plangebied	
Kolonievogels	
Aalscholver, lepelaar, reigers	Broeden: in Quackjeswater (omgeving plangebied) Foerageren: Plaat van Scheelhoek en langs het Zuiderdiep (kleine groepjes /solitair) Vliegbewegingen: dagelijkse enkele tientallen over plangebied
Meeuwen	Broeden: grote aantallen op de Maasvlakte/Europoort (vooral kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen), de Slijkplaat (kokmeeuwen, zwartkopmeeuwen) en de vooroevers van de Plaat van Scheelhoek (kokmeeuwen) Foerageren: groot deel nabij de Haringvlietdam, deel binnendijks op akkers (ook plangebied) en buitendijks (op het Zuiderdiep, Haringvliet en Slikken van Flakkee) Vliegbewegingen: in broedseizoen passeren dagelijks grote aantallen meeuwen het plangebied en omgeving (kokmeeuwen, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en zwartkopmeeuw)
Sterns	Broeden: grote aantallen grote sterns op de Slijkplaat, relatief grote aantallen visdieven en kleine aantallen dwergsterns op de vooroever van de Plaat van Scheelhoek Foerageren: grote aantallen visdieven en grote sterns nabij de Haringvlietdam. Veel sterns op zee in de Voordelta Vliegbewegingen: sternensoorten relatief weinig vliegbewegingen over het plangebied (2015). Merendeel van de grote sterns volgde tijdens hun foerageervluchten de kustlijn of het Zuiderdiep. Grote stern: dagelijks enkele tientallen exemplaren over het plangebied van en naar de Grevelingen
Overige broedvogels	
Bruine kiekendief	Broeden: in de omgeving van het plangebied broedde in 2015 de bruine kiekendief, in Grevelingen enkele broedgevallen in de afgelopen vijf jaar en in de nabijgelegen ruigtes op de Plaat van Scheelhoek Vliegbewegingen: dagelijks meer dan 30 vliegbewegingen over het plangebied en omgeving
Steltlopers	Broedvoorkomen van de strand- en bontbekplevier kan worden uitgesloten en incidentele vliegbewegingen over plangebied vanwege afwezigheid geschikte habitattypen / foerageergebied in / nabij plangebied Kluut: incidentele vliegbewegingen over plangebied vanwege afwezigheid foerageergebied in / nabij plangebied

Tabel 7.3Voorkomen niet-broedvogels en betekenis plangebied

Hoofdcategorie soort	Betekenis plangebied
Slaapplaatsen	
	Zuiderdiep, de Slijkplaat, Kwade Hoek, Slikken van Flakkee en mogelijk in 't Kiekgat slaapplaats voor zwanen en ganzen. Zuiderdiep: vooral grauwe ganzen en brandganzen

Hoofdcategorie soort	Betekenis plangebied
	Slijkplaat: vooral kleine zwanen, kolganzen en toendrarietganzen. Op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek o.a. kleine zwanen en brandganzen.
Zwanen en ganzen	
Kleine zwanen	Komen onregelmatig voor in laag aantal Omliggende gebieden en de buitendijkse eilanden voor de Plaat van Scheelhoek worden door kleine aantallen gebruikt als slaapplaats
Brandganzen en grauwe ganzen	Relatief grote aantallen grauwe ganzen en brandganzen in en rond het plangebied. Brandganzen en grauwe ganzen die in en nabij het plangebied foerageren, slapen vooral op het Zuiderdiep, deel op de Plaat van Scheelhoek en voor de kust van de monding van het Zuiderdiep op het Haringvliet Veel vliegbewegingen
Toendrarietganzen en kolganzen	Kleine aantallen kolganzen verblijven in de omgeving van het plangebied. Toendrarietgans verblijft onregelmatig. In het plangebied regelmatig kleine aantallen vliegbewegingen kolganzen (klein aantal) en toendrarietganzen (verwaarloosbaar). Beide soorten overnachten niet of nauwelijks op het Zuiderdiep of op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek. Ze overnachten elders op o.a. de Kwade Hoek en de Slikken van Flakkee of mogelijk aan de noordzijde van het Haringvliet
Eenden en steltlopers	
Smient en wilde eend	In plangebied en omliggende polders verblijven gemiddeld enkele tientallen wilde eenden en nauwelijks smienten. Grotere aantallen van beide soorten verblijven overdag op het aangrenzende Zuiderdiep en op het Haringvliet waarvan in de avond een deel het binnendijkse agrarische gebied intrekt om te foerageren. Merendeel passeerde hierbij het plangebied
Goudplevier en kievit	In en nabij het plangebied pleisteren en foerageren binnendijks regelmatig groepen van vele tientallen goudplevieren en enkele honderden kieviten (tabel 6.5, figuur 6.17 en 6.18). In het plangebied waren in januari-februari 2015 in totaal 400 kieviten aanwezig. Goudplevieren zijn toen niet vastgesteld. Buitendijks verblijven overdag regelmatig wat grotere aantallen van beide soorten op de Plaat van Scheelhoek en de vooroever. Beide soorten foerageren zowel overdag als ‘s nachts. en verspreiden zich vooral ’s nachts over een ruimer gebied dan waar ze overdag verblijven. Vooral graslandpolders vormen favoriet foerageergebied. Er vanuit gaande dat dan ook uitwisseling plaatsvindt tussen binnendijkse en buitendijkse gebieden, zijn in het relevante seizoen over het plangebied dagelijks enkele honderden vliegbewegingen van beide soorten te verwachten (tabel 6.5).
Wulp	Slaaptrek van wulpen (vooroever van de Plaat van Scheelhoek). Vliegbewegingen waarvan het merendeel de dijk en het Zuiderdiep volgden, enkele vogels over de westzijde van het plangebied. Het dagelijks aantal vliegbewegingen van wulp over het plangebied bedraagt gemiddeld hooguit een tiental vogels per dag
Seizoenstrek	
	Boven het plangebied vindt de seizoenstrek in het voor- en najaar voornamelijk in een breed front plaats

Vleermuizen

Er zijn in het plangebied zeven soorten vleermuizen vastgesteld. Het merendeel van de opgenomen vleermuisactiviteit betroffen gewone dwergvleermuizen en ruige dwergvleermuizen. Iedere overige soort (laatvlieger, meervleermuis, rosse vleermuis, gewone grootoorvleermuis en tweekleurige vleermuis) betreft minder dan 1% van de vastgelegde activiteit. Uit het veldonderzoek komt naar voren dat het plangebied en omgeving voor twee soorten een (beperkte) foerageerfunctie heeft: gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis. De beplanting langs de Oude Dijk, de Kraaijenissedijk en langs de Zuiderdiepweg maken onderdeel uit van essentiële vliegroutes voor de lokale populatie gewone dwergvleermuizen en ruige dwergvleermuizen. Aanwijzingen ontbreken voor paarverblijven voor ruige dwergvleermuizen en winterverblijfplaatsen voor vleermuizen. Op basis van het aantal registraties van de ruige dwergvleermuis is het onwaarschijnlijk dat het plangebied en omgeving deel uitmaakt van een belangrijke migratieroute van de ruige dwergvleermuis; er lijkt eerder sprake van ongestuwde (breedfront) trek door het plangebied.

Voorkomen overige beschermde soorten

Tijdens de veldonderzoeken zijn geen grondgebonden zoogdieren vastgesteld. In de ruime omgeving van het plangebied komen van de strikt beschermde soorten grondgebonden zoogdieren alleen de waterspitsmuis en noordse woelmuis voor. In het plangebied en de directe omgeving zijn sloten niet geschikt als leefhabitat voor waterspitsmuis. Voor de noordse woelmuis zijn in het plangebied en de directe omgeving alleen buitendijks bij de Scheelhoek geschikte biotopen aanwezig.

Tijdens de veldbezoeken zijn geen beschermde flora, ongewervelden, vissen, amfibieën en reptielen aangetroffen. In de ruime omgeving van het plangebied zijn ook geen observaties van beschermde soorten uit deze soortgroepen bekend. De agrarische stukken land waarop en de sloten waarlangs de windturbines gepland zijn, bieden geen geschikt habitat voor beschermde soorten uit deze soortgroepen. Het voorkomen van beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën en reptielen in het plangebied kan daarom met zekerheid uitgesloten worden.

7.3.1 Autonome ontwikkeling

Blok de Wit

In de Zuiderdieppolder, in deelgebied ‘Blok de Wit’, zijn Natuurmonumenten en Gemeente Goeree-Overflakkee voornemens binnendijks een natuurgebied en enkele recreatieve componenten te realiseren. Het natuurgebied zal bestaan uit getijdennatuur met kreken, slikken en schorren. De recreatie componenten bestaan o.a. uit een trekpontje en een fietspad over de dijk ten noorden van het gebied. Om dit te realiseren wordt Blok de Wit o.a. vergraven en wordt een nieuwe dijk ten oosten en zuiden van het gebied aangelegd. Werkzaamheden worden buiten het broedseizoen en buiten de wintermaanden in de maanden augustus en september uitgevoerd. De effectbeoordeling is inclusief autonome ontwikkeling uitgevoerd.

Kierbesluit Haringvliet

Vanaf 2018 worden de Haringvlietsluizen op een kier gezet wanneer het waterpeil in het Haringvliet lager is dan op zee. Hierdoor kan zout water uit de Noordzee het Haringvliet instromen en zal een deel van het Haringvliet verzilten. Hierdoor zal ook de visintrek kunnen toenemen, mogelijk leidt dit tot positieve trends voor een aantal vogelsoorten. Omdat deze

ontwikkelingen nog onzeker zijn en niet gekwantificeerd is geen rekening gehouden met deze autonome ontwikkeling.

Het Natura 2000-gebieden Voordelta is aangewezen voor de gewone zeehond en/of grijze zeehond. Na opening van de sluizen is het mogelijk dat deze dieren ook in het Haringvliet zullen voorkomen. Echter, vanwege hun aquatische levensstijl en de grote afstand (> 7 km) van het plangebied tot geschikt habitat in het Natura 2000-gebied, kunnen effecten op de gewone en grijze zeehond worden uitgesloten.

7.4 Effectbeschrijving gebruiksfase

Op basis van de beste wetenschappelijke kennis zijn in de natuurtoets de effecten van de zes afzonderlijke alternatieven van Windpark Kroningswind op de beschermde gebieden en soorten in kaart gebracht en beoordeeld. De berekeningen voor effecten op natuur, bijvoorbeeld van het aantal aanvaringsslachtoffers, zijn deels gebaseerd op een aantal worst-case aannames zodat er daarmee geen onderschatting van de werkelijke situatie plaatsvindt. Dit is gedaan omdat op sommige punten gedetailleerde en locatie-specifieke informatie van betrokken soorten niet voorhanden is.

7.4.1 Effectbeschrijving vogels

De volgende effecten op vogels kunnen in theorie in de gebruiksfase optreden:

- Verstoring;
- Sterfte (aanvaringsslachtoffers);
- Barrièrewerking.

Verstoring

Ten gevolge van het geluid, de beweging en/of de fysieke aanwezigheid van (draaiende) windturbines kunnen vogels verstoord worden. Door de verstorende werking is het leefgebied in de directe omgeving van windturbines minder geschikt. Hierdoor kunnen vogels een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark verlaten. De verstoringsafstand verschilt per soort, ook de mate waarin vogels verstoord worden verschilt tussen soorten. Dergelijke effecten zijn met name aangetoond voor rustende vogels, maar ook voor foeragerende watervogels.

Broedvogels

Verstoring van kwalificerende broedvogelsoorten is, vanwege de geringe verstoringsafstanden van windturbines (veelal 50 meter of minder, maximaal 200 meter), in geen van de onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind aan de orde. De (zeer) beperkte verstoringseffecten in de gebruiksfase van het windpark zullen de gunstige staat van instandhouding van landelijk algemene(re) broedvogelsoorten niet beïnvloeden. Kiekendieven zijn weinig verstoringsgevoelig voor windturbines blijkt uit diverse onderzoeken. Daarnaast is de afstand van enkele honderden meters tussen de windturbines is verstoring voor de onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind uitgesloten.

Verstoring niet-broedvogels

- Futen (verstoringsafstand 150 meter): voor geen van de windturbines (in alle alternatieven) geldt dat binnen deze verstoringscontour open water van het Haringvliet, zodat met zekerheid in alle alternatieven geen sprake is van verstoringseffecten op de fuut.

- Aalscholver (verstoringsafstand 50 meter) en lepelaar (verstoringsafstand 250 meter). Aalscholver: voor geen van de windturbines (in alle alternatieven) geldt dat binnen deze verstoringscontour open water valt. Lepelaar bevindt zich meer verspreid over het Natura 2000-gebied Haringvliet zodat deze soort voldoende alternatieve locaties heeft om te rusten of slapen binnen het Natura 2000-gebied. Bovendien reikt de verstoringscontour niet of nauwelijks tot op de Plaat van Scheelhoek. Dit betekent dat met zekerheid in alle alternatieven geen sprake is van verstoringseffecten op de aalscholver en lepelaar.
- Kleine zwaan en ganzen (verstoringsafstand 400 meter):
  - De kleine zwaan komt overdag zeer weinig voor in de binnendijkse en buitendijkse gebieden in en nabij het plangebied, zodat in alle alternatieven verstoring van foerageergebied te verwaarlozen is.
  - De grauwe gans en brandgans en (veel mindere mate) kolgans zijn regelmatig in grotere aantallen aanwezig in zowel de binnendijkse als buitendijkse gebieden in en nabij het plangebied, zodat verstoring van binnendijks foerageergebied of buitendijkse slaapplaatsen niet op voorhand kan worden uitgesloten. In het verstoorde gebied kan 80% van de ganzen verstoord worden bij aanwezigheid van de geplande windturbines. Er is echter elders buiten het plangebied en in de directe omgeving voldoende geschikt foerageerhabitat beschikbaar waardoor wordt uitgesloten dat de geplande turbines (in alle alternatieven) een blijvend verstorend effect zullen hebben op de populaties van genoemde ganzensoorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden.
  - Specifiek voor de ganzenslaapplaats van het Zuiderdiep geldt dat deze benut wordt door de grauwe gans en brandgans. Onder meer kleine zwanen en kolganzen slapen vooral op de Slikken van Flakkee. De kleine zwaan (met ook veel brandganzen) slaapt daarnaast in kleinere aantallen ook op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek. Voor zowel kolgans als kleine zwaan geldt dus dat deze slapen buiten de verstorende invloedsfeer van windturbines (die immers 400 meter bedraagt). Voor zowel kolgans als kleine zwaan is in alle alternatieven een effect van verstoring van slaapplaatsen uitgesloten.
  - Op het Zuiderdiep slapen in de winter regelmatig meer dan duizend grauwe ganzen en brandganzen. Afhankelijk van de alternatief kunnen de windturbines aan de westkant een relatief groot deel van de slaapplaats op het Zuiderdiep verstoren. Een deel van de ganzen zal na realisatie van de windturbines elders in het Natura 2000-gebied gaan slapen. Dat kan binnen de Plaat van Scheelhoek, maar ook elders binnen het Natura 2000-gebied. Het is echter niet uit te sluiten dat een (onbekend) deel van de ganzen het Natura 2000-gebied definitief verlaat. Verstoring van deze slaapplaats is, in het kader van de Wnb-gebiedsbescherming, als een belangrijk negatief effect gescoord. Alternatieven A1, A2 en C1 scoren hiervoor het meest negatief omdat ze de meeste overlap hebben met de verstoringscontour met Zuiderdiep (belangrijk negatieve effecten), andere alternatieven scoren licht negatief omdat de invloedssfeer van de geplande windturbines veel minder ver over het Zuiderdiep reikt.
- Wilde eend en smient (verstoringsafstand 150 meter): binnen deze verstoringscontour van de geplande turbines valt in geen van de onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind open water van het Haringvliet, zodat geen van de alternatieven verstoringseffecten voor rustende eenden optreden. Door de plaatsing van de turbines wordt een deel van de binnen- en buitendijkse foerageergebieden minder aantrekkelijk voor wilde eenden en smienten, echter dit is een fractie van het totaal beschikbare areaal

foerageergebied in het plangebied en de omgeving. Bovendien is in de directe omgeving voldoende alternatief foerageergebied aanwezig.

- Overige eenden en meerkoet (verstoringsafstand 150 meter): binnen deze verstoringscontour van de windturbines valt in geen van de alternatieven van het windpark open water van het Haringvliet, zodat geen verstoringseffecten op deze soorten optreden.
- Steltlopers (verstoringscontour 150 meter): de buitendijkse gebieden liggen ruim buiten de verstoringscontour en er zijn andere geschikte foerageer- en rustgebieden te bereiken en voorhanden. De maatgevende verstoring is nul.

Sterfte (aanvaringsslachtoffers)

Rekening houdend met voornoemde factoren bedraagt het totale aantal slachtoffers voor Windpark Kroningswind, afhankelijk van het aantal windturbines, naar schatting tussen de 200 en de 400 slachtoffers per jaar (circa 15 slachtoffers per turbine per jaar). Dit is inclusief seizoenstrekkers en lokaal talrijke soorten, zoals meeuwen. Het hoogste aantal slachtoffers (circa 390 exemplaren) valt in alternatief C2 (26 turbines), het laagste aantal (circa 200 exemplaren) in alternatief B1 (13 turbines). In alle alternatieven gaat het grofweg om enkele honderden aanvaringsslachtoffers op jaarbasis.

<u>Aanvaringsslachtoffers onder broedvogels</u>

- Koloniebroeders: voor aalscholver, lepelaar, bruine kiekendief, zwartkopmeeuw, visdief, grote stern en dwergstern is met zekerheid geen sprake van meer dan incidentele sterfte (< 1 exemplaar per soort per jaar in het gehele windpark). Dit vanwege de relatief lage fluxen van deze broedvogelsoorten, de sowieso zeer geringe aanvaringskans voor een individuele vogel en de vliegbewegingen die van deze soorten merendeels bij daglicht plaatsvinden (wanneer de windturbines goed zichtbaar zijn) en beneden rotorhoogte. Voor de overige drie broedende meeuwensoorten komt het uit op één tot enkele slachtoffers op jaarbasis in het gehele windpark.
- Broedende roofvogels: gezien de afwezigheid van broedgevallen dichtbij de geplande windturbines, zullen aanvaringen van bruine kiekendief (of een van de andere voornoemde soorten roofvogels) met een van de geplande windturbines van Windpark Kroningswind hooguit incidenteel plaatsvinden (minder dan 1 exemplaar per soort op jaarbasis in het gehele windpark). Regelmatige vliegbewegingen van andere soorten roofvogels dan voornoemde soorten, zoals zeearend, komen in de huidige situatie niet voor. Op basis van het bovenstaande worden roofvogels die broeden in de omgeving van het plangebied hoogstens incidenteel slachtoffer van een aanvaring met een windturbine in het plangebied.
- Akkerbroedvogels. Kievit en scholekster komen in relatief lage dichtheden voor in het plangebied. Op jaarbasis gaat het daarom om een enkele scholekster en kievit die in het broedseizoen aanvaringsslachtoffer zal worden. Andere broedende soorten akkervogels (o.a. grutto, veldleeuwerik, gele kwikstaart, graspieper) worden hooguit incidenteel slachtoffer van een windturbine in Windpark Kroningswind. Dit vanwege hun schaarse voorkomen (o.a. grutto en veldleeuwerik) of omdat ze weinig risicovolle vliegbewegingen maken (o.a. gele kwikstaart en graspieper).
- Overige broedvogels: in en nabij het plangebied komen vooral algemene soorten van het open agrarische landschap voor. Voor veel van deze soorten is het aanvaringsrisico verwaarloosbaar klein, omdat hun actieradius beperkt is en ze geen dagelijkse

vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied in de donkerperiode maken en dus weinig risicovolle vliegbewegingen door het geplande windpark maken (o.a. duiven).

Aanvaringsslachtoffers onder niet-broedvogels

Voor het merendeel van de niet-broedvogelsoorten in en nabij het plangebied gaat het op jaarbasis om incidentele slachtoffers (o.a. kleine zwaan). Niet-broedvogelsoorten waarvoor op jaarbasis één of meerdere slachtoffers vallen, zijn soorten die overdag geregeld in hogere luchtlagen verkeren, zoals meeuwen, en soorten die in het donker foerageer- en slaaptrekvluchten maken, zoals ganzen en wilde eend. Van een selectie van soorten, waarvan bekend is dat ze het plangebied tijdens dagelijkse slaaptrekvluchten passeren en een binding hebben met nabijgelegen Natura 2000-gebieden is een ordegrootte van het jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers berekend. Het gaat hierbij per soort om hooguit enkele aanvaringsslachtoffers per jaar, met uitzondering van wilde eend en kievit waarbij tot een tiental slachtoffers op jaarbasis kunnen vallen. Alternatief C2 (beide turbinetypes) resulteert wel in het dubbele aantal slachtoffers onder wilde eend en kievit ten opzichte van alternatief A1 en B1.

Aanvaringsslachtoffers onder seizoenstrekkers

Op jaarbasis vallen naar schatting 200-400 aanvaringsslachtoffers onder vogels. Het overgrote deel van deze slachtoffers zal vallen onder vogels tijdens hun seizoenstrek. Het gaat hierbij om tientallen soorten, er trekken jaarlijks minimaal vele tientallen soorten over het plangebied. Voor algemene soorten, die in zeer grote aantallen het plangebied passeren, zoals lijsters, roodborst en spreeuw, kunnen op jaarbasis per soort enkele tientallen individuen slachtoffer worden van een aanvaring met de geplande windturbine. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend. Voor schaarse soorten, die in kleine aantallen het plangebied passeren, zoals roerdomp, kwartel en ransuil, zal jaarlijks minder dan één individu slachtoffer worden van een aanvaring met de windturbine.

Barrièrewerking

In algemene zin is er sprake van een effectieve barrière als vogels door een windpark hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken of dergelijke gebieden in belangrijke mate minder functioneel worden. Voor Windpark Kroningswind geldt in alle alternatieven dat noord-zuid verplaatsingen en west-oost verplaatsingen van watervogels zowel om het windpark als tussen de windturbines door kunnen plaatsvinden. Bij dergelijke relatief korte lijnopstellingen (maximaal 4 km lengte) bestaan voldoende mogelijkheden voor vogels om voor het windpark uit te wijken of tussen de turbines door te vliegen (tussenruimte 400 m of veelal meer). Er is in geen van de alternatieven sprake van barrièrewerking waarin foerageergebieden of slaapplaatsen onbereikbaar worden. Hooguit is sprake van enige hinder (vogels die omvliegen). De alternatieven zijn niet onderscheidend voor dit aspect.

7.4.2 Effectbeschrijving vleermuizen

De volgende effecten op vleermuizen kunnen in theorie in gebruiksfase optreden:

- Verstoring van verblijfplaatsen;
- Sterfte (aanvaringsslachtoffers).

Verstoring

Het functioneren van verblijfplaatsen kan wellicht worden aangetast wanneer de windturbines zodanig worden geplaatst dat de afstand tussen de verblijfplaatsen en de tip van de rotor minder dan 50 meter bedraagt. In dat geval zou het gebruikelijke zwermgedrag rond een verblijfplaats bemoeilijkt kunnen worden. Alle verblijfplaatsen bevinden zich op meer dan 100 meter afstand van de geplande turbinelocaties. Enkele paarplaatsen van gewone dwergvleermuis bevinden zich op minder dan 100 meter afstand van de dichtstbijzijnde geplande windturbine. Om de volgende redenen wordt verwacht dat de toekomstige windturbines in de gebruiksfase geen belemmering vormen voor het functioneren van deze paarplaatsen. Van Straalen & van der Valk (2014) vonden langs het Haringvliet geen verschil in het aantal paarplaatsen in de delen van de bomenrij op korte afstand van windturbines en de delen die daar verder vanaf stonden. Het zwermgedrag vindt plaats nabij de invliegopening van de verblijfplaats. Dit zijn scheuren van grote takken en ruimte onder schors van de hoofdstam die zich onder de boomkronen bevindt. De ruimte waar de vleermuizen zwermen wordt hierdoor fysiek gescheiden van de windturbines door het bladerdek van de boomkronen.

Om dezelfde redenen is er geen reden om aan te nemen dat het functioneren van vliegroutes negatief kan worden beïnvloed in de gebruiksfase van de windturbines. In de huidige situatie bevindt zich bij Battenoord (Overflakkee) een windturbine op ongeveer 15 meter afstand van een vliegroute van gewone en ruige dwergvleermuizen. Ondanks de operationele windturbine functioneert deze vliegroute (waarnemingen Bureau Waardenburg). De geplande windturbines (in alternatief B1, B2, C1 en C2) zijn op grotere afstand (ongeveer 50 meter) van bestaande vliegroutes langs bomenrijen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk gepland (in alternatief A1 en A2 staan de turbines > 400 meter afstand). Effecten van de exploitatie van de toekomstige windturbines op deze vliegroutes zijn daarom niet te verwachten. Dit geldt voor alle alternatieven.

Sterfte

Vleermuissoorten die zijn aangepast aan het vliegen en het foerageren in een open omgeving lopen het grootste risico om slachtoffer van een aanvaring met een windturbine te worden. In Nederland zijn deze zogenaamde risicosoorten de ruige dwergvleermuis, de gewone dwergvleermuis en de rosse vleermuis. Twee risicosoorten komen veel voor in het plangebied: gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis. De kans op slachtoffers is het grootst op locaties in bos en op locaties waar gestuwde trek plaatsvindt (kustzone, oevers grote meren). Ook op korte afstand van bos en bomenrijen is sprake van een verhoogd risico op slachtoffers.

De windturbinelocaties van de alternatieven zijn in twee verschillende categorieën ingedeeld:

1. Locaties met een verhoogd risico op aantal slachtoffers (windturbines binnen 200 meter van hoge begroeiing);
2. Locaties met een laag risico op aantal slachtoffers (windturbines in open gebied).

Windturbines nabij de Oude Dijk, Kraaijenissedijk, Zuiderdiepweg of haven van Dirksland hebben een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers; dit zijn dijken/wegen met beplanting die essentiële vliegroutes voor vleermuizen vormen.

Tabel 7.4 aantal windturbines per alternatief met verhoogd of laag risico op slachtoffers vleermuizen

	Verhoogd risico	Laag risico
Alternatief A1	2	12
Alternatief A2	3	15
Alternatief B1	13	0
Alternatief B2	18	0
Alternatief C1	8	12
Alternatief C2	14	12

Het aantal vleermuisslachtoffers dat naar schatting per alternatief van het Windpark Kroningswind per jaar zal vallen, staat in de onderstaande tabel. Het gaat bij de zes alternatieven om maximaal 34-94 slachtoffers per jaar (alle soorten samen). Op basis van hun voorkomen in het plangebied wordt aangenomen dat van de slachtoffers 50% ruige dwergvleermuizen zijn en 50% gewone dwergvleermuizen. Voor andere soorten is jaarlijkse sterfte uitgesloten. Alternatieven A hebben duidelijk minder slachtoffers dan de alternatieven B en C. Hiervan resulteren alternatieven B2 en C2 in het grootste aantal slachtoffers onder vleermuizen.

Tabel 7.5 Schatting aantal vleermuisslachtoffers op jaarbasis van Windpark Kroningswind

	Aantal windturbines	Aantal slachtoffers
Alternatief A1	14	34
Alternatief A2	18	45
Alternatief B1	13	65
Alternatief B2	18	90
Alternatief C1	20	64
Alternatief C2	26	94

Het onderzoek laat zien dat een effect op de gunstige staat van instandhouding van de relevante populatie van gewone dwergvleermuis en/of ruige dwergvleermuis niet op voorhand uit te sluiten is voor alle alternatieven. Dit dient in de vervolgfase (ontheffingsaanvraag Wnb) nader te worden onderzocht. In plaats daarvan kan ook het aantal slachtoffers onder beide soorten bij de windturbines met een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers verlaagd worden door mitigerende maatregelen.

7.4.3 Effectbeschrijving overige beschermde soorten

Het plangebied heeft geen betekenis voor strikt beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied. Effecten op deze soorten zijn uitgesloten, dit geldt voor alle alternatieven.

7.5 Effectbeschrijving effecten aanlegfase

Vogels

Tijdens de aanleg van het windpark zijn verschillende effecten op vogels mogelijk. Vogelaanvaringen zijn dan nog niet in beeld, maar verstoring kan wel optreden. Er moeten ontsluitingswegen worden aangelegd of verbreed, er wordt geregeld heen en weer gereden met vrachtwagens en personenauto's, gewerkt met draglines en grote kranen, en in het veld wordt heen en weer gelopen door landmeters en bouwers. Zo kunnen bouwwerkzaamheden leiden tot de verstoring van vogels en de vernietiging of verstoring van hun nesten en/of eieren. Op beperkte schaal kunnen deze werkzaamheden ook (tijdelijk) habitatverlies opleveren voor vogels. De verstorende invloed op rustende en foeragerende vogels die uitgaat van de hiervoor genoemde activiteiten moet minstens zo groot worden ingeschat als die van de aanwezigheid van de windturbines, maar bestrijkt een groter gebied. Daar staat tegenover dat het een tijdelijke verstoring betreft, die alleen optreedt in de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd.

Effecten op broedvogels

De geplande ingreep vindt plaats buiten de begrenzing van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Het plangebied (en directe omgeving) vormt geen of nauwelijks geschikt broed- of foerageerhabitat voor broedvogelsoorten waarvoor de in de ruime omgeving van het plangebied gelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen. Bovendien zijn effecten in de aanlegfase, als deze al optreden, tijdelijk van aard. In de omgeving van het plangebied is voldoende alternatief leefgebied beschikbaar. Er is geen sprake van maatgevende verstoring: vogels zullen (de directe omgeving van) het plangebied niet verlaten zodat in dit geval ook geen verslechtering van de kwaliteit van het leefgebied optreedt. Negatieve effecten van de aanleg van het geplande windpark op broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn met zekerheid uit te sluiten.

In het plangebied zijn jaarrond beschermde nesten van de buizerd, ransuil, kerkuil en huismus aanwezig. Nesten van deze soorten komen in de omgeving van het plangebied uitsluitend in bomen en gebouwen voor. Ten behoeve van de realisatie van de windturbines worden geen gebouwen gesloopt, met uitzondering van de gebouwen aan de Halsweg 3 (zie kader 7.3). Voor de bouw van de turbines en de aanleg van de toegangswegen moeten mogelijk wel bomen gekapt worden. Voor aanvang van de kapwerkzaamheden zullen de bomen (nogmaals) gecontroleerd worden op de aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten. Wanneer een jaarrond beschermde nest wordt aangetroffen in (of nabij) een te kappen boom is ontheffing van verbodsbepalingen zoals genoemd in artikel 3.1 van de Wnb nodig.

Voor overige vogels die in het plangebied en omgeving broeden zijn effecten in de aanlegfase met gepaste preventieve maatregelen (bijvoorbeeld niet bouwen in het broedseizoen) goed te voorkomen.

Effecten op niet-broedvogels

Negatieve effecten op rustende of foeragerende niet-broedvogels als gevolg van de tijdelijke verstoring tijdens de aanlegfase zijn uitgesloten. Dit omdat het gaat om een beperkte en tijdelijke verstoring van het totale areaal aan beschikbaar potentieel foerageergebied in de ruime omgeving en er voldoende alternatieve foerageer- en rustgebieden aanwezig zijn.

Vleermuizen

De volgende effecten op vleermuizen kunnen in theorie in de aanlegfase optreden:

- Aantasting van verblijfplaatsen in gebouwen of bomen (inclusief doorsnijding van vliegroutes en vernietiging essentieel foerageergebied);
- Verstoring van verblijfplaatsen.

De werkzaamheden die gemoeid zijn met de aanleg van windpark Kroningswind hebben geen negatief effect op vleermuizen. Aanname hierbij is dat ten behoeve van de realisatie van het windpark geen bomen worden gekapt waarin verblijfplaatsen zijn aangetroffen of gebouwen worden gesloopt. Verstoring of aantasting van paarverblijven en vliegroutes van gewone dwergvleermuizen en/of ruige dwergvleermuizen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk kan worden voorkomen door passende maatregelen te nemen. De alternatieven zijn na het nemen van maatregelen hierin niet onderscheidend.

Kader 7.3 Sloop gebouwen Halsweg 1-3

Op het perceel aan Halsweg 1-3 staan op dit moment nog een (vervallen) woonhuis en enkele oude schuren en loodsen. Deze zullen moeten worden gesloopt ten behoeve van de bouw van het transformatorstation en een windturbine van windpark Kroningswind. Ook zullen naar verwachting enkele bomen op het terrein moeten worden gekapt. In het kader van het milieueffectrapport is een onderzoek op locatie uitgevoerd door Bureau Waardenburg om inzichtelijk te maken of mogelijk sprake is van beschermde soorten in deze gebouwen en bomen op het perceel. Deze quickscan is opgenomen in bijlage 16. Uit de quickscan blijkt dat voorafgaand aan de sloop nog nader onderzoek moet worden gedaan naar de aanwezigheid van verblijfplaatsen van vleermuizen in de gebouwen en omringende opgaande begroeiing. Dit onderzoek zal conform het vleermuisprotocol worden uitgevoerd tijdens het vleermuisseizoen (juni – september). Ook zal een vervangende nestgelegenheid moeten worden gecreëerd voor de naar verwachting aanwezige kerkuil. Naar verwachting is ook een ontheffing in het kader van de Wnb nodig. Dit wordt echter in een later stadium door de aannemer aangevraagd.

Overige soorten

Het plangebied heeft geen betekenis voor strikt beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied.

7.6 Effectbeoordeling

7.6.1 In de gebruiksfase

Beschermde gebieden

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen. Voor de resterende soorten is onderzocht of deze soorten effecten (verstoring of additionele sterfte) van het windpark ondervinden.

In voorliggende paragraaf is geconcludeerd dat, met uitzondering van brandgans, het totaaleffect van Windpark Kroningswind verwaarloosbaar klein is. Voor brandgans kan voor

alternatieven A1, A2 en C1 niet worden uitgesloten dat verstoring van de slaapplaats op het Zuiderdiep resulteert in een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor deze soort in Natura 2000-gebied Haringvliet. Voor alle overige soorten broedvogels en niet-broedvogels zijn significant verstorende effecten (inclusief sterfte) met zekerheid uit te sluiten. Dit geldt voor alle alternatieven.

In de natuurtoets (bijlage 5, paragraaf 11.6) tevens een cumulatieve effectbeoordeling gemaakt met andere windparken op het eiland Goeree-Overflakkee. Voor de meeste soorten is voor de andere vijf windparken op het eiland, waarmee dient te worden gecumuleerd, geen sprake van additionele sterfte of betreft het hooguit incidentele sterfte (<1 slachtoffer per jaar in het desbetreffende windpark). Cumulatie draagt voor deze soorten dus niets bij aan de additionele sterfte in Windpark Kroningswind. Voor de overige soorten (kievit, wilde eend en grauwe gans) waarvoor wel cumulatief slachtoffers vallen, ligt de gecumuleerde additionele sterfte ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm en is ook in cumulatie een effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van beide Natura 2000-gebieden met zekerheid uitgesloten.

Beschermde soorten

Vogels

Op jaarbasis vallen naar schatting 200-400 aanvaringsslachtoffers onder vogels (alle soorten tezamen). In alle alternatieven gaat het grofweg om enkele honderden aanvaringsslachtoffers op jaarbasis.

Voor lokaal verblijvende soorten worden jaarlijks maximaal enkele aanvaringsslachtoffers per soort verwacht. Het gaat hierbij om soorten die in grote aantallen in het plangebied aanwezig zijn, die geregeld in de hogere luchtlagen verkeren en/of die in het donker foerageer- en of baltsvluchten maken. In het broedseizoen betreft dit bijvoorbeeld wilde eend, kokmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, boerenzwaluw, huiszwaluw, gierzwaluw, scholekster en kievit. In het winterhalfjaar betreft dit bijvoorbeeld grauwe gans, brandgans, wilde eend, smient, kokmeeuw, stormmeeuw, goudplevier en kievit. Het gaat hierbij per soort om hooguit enkele aanvaringsslachtoffers per jaar, met uitzondering van wilde eend en kievit waarbij tot een tiental slachtoffers op jaarbasis kunnen vallen. Dit geldt voor alle alternatieven. Alternatief C2 resulteert wel in het dubbele aantal slachtoffers onder wilde eend en kievit ten opzichte van alternatief A1 en B1.

Tenslotte worden onder vogelsoorten die in zeer grote aantallen passeren tijdens de seizoenstrek (o.a. merel, zanglijster, koperwiek, kramsvogel en spreeuw, maar daarnaast nog vele tientallen andere soorten) per soort maximaal enkele tientallen slachtoffers verwacht. Voor schaarse soorten, die in kleine aantallen het plangebied passeren, zoals roerdomp, kwartel en ransuil, zal jaarlijks <1 individu slachtoffer worden van een aanvaring met de windturbine. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

De landelijke populaties van alle voornoemde soorten broedvogels, niet-broedvogels of seizoenstrekkers bestaan uit vele tienduizenden tot honderdduizenden individuen of meer, waardoor de gunstige staat van instandhouding niet in het geding zal zijn. Voor alle betrokken

soorten gaat het om minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de relevante populatie. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

De aantallen aanvaringsslachtoffers onder lokaal, regionaal of landelijk schaarse of zeldzame vogelsoorten (inclusief Rode Lijstsoorten) zijn verwaarloosbaar klein. Voor dergelijke soorten is sprake van hooguit incidentele sterfte. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Vleermuizen

Een effect op de gunstige staat van instandhouding van de relevante populatie van gewone dwergvleermuis en/of ruige dwergvleermuis is niet voor alle alternatieven op voorhand uit te sluiten. Dit dient in de vervolgfase (ontheffingsaanvraag Wnb) nader te worden onderzocht. Alternatief is om het aantal slachtoffers onder beide soorten bij de windturbines met een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers te verlagen door mitigerende maatregelen. Het aantal slachtoffers voor het gehele windpark wordt daarmee verlaagd tot onder de 1%-mortaliteitsnorm, waarmee populatie-effecten op voorhand zijn uit te sluiten. De alternatieven zijn dan niet onderscheidend voor dit aspect. Effecten op de gunstige staat van instandhouding van relevante populaties van andere soorten vleermuizen (inclusief rosse vleermuis en laatvlieger) zijn uitgesloten. De sterfte als gevolg van het windpark betreft incidenten. De alternatieven zijn niet onderscheidend voor dit aspect.

Overige beschermde soorten

Het plangebied heeft geen betekenis voor strikt beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied. Effecten op deze soorten zijn uitgesloten, dit geldt voor alle alternatieven.

Tabel 7.6 Samenvatting beoordeling effecten gebruiksfase

Beoordelingscriterium	Alternatief A1	Alternatief A2	Alternatief B1	Alternatief B2	Alternatief C1	Alternatief C2
Gebiedsbescherming						
Natura 2000	-	-	0/-	0/-	-	0/-
Soortbescherming						
Vogels	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen	-*	-*	-	-	-	-
Overige soorten	0	0	0	0	0	0

* voor A1 en A2 geldt dat voor de gewone dwergvleermuis geen sprake is van overschrijding van de 1% norm

7.6.2 In de aanlegfase

Beschermde gebieden

In de aanlegfase is maatgevende verstoring (effect op draagkracht van het gebied) uitgesloten. In de aanlegfase zullen de verstorende effecten voor deze soorten slechts tijdelijk van aard en beperkt van omvang zijn en is er in de (ruime) omgeving van plangebied voldoende alternatief foerageergebied beschikbaar waar de tijdelijk verstoorde vogels gebruik van kunnen maken. Significant verstorende effecten van de aanleg van Windpark Kroningswind op het behalen van

de instandhoudingsdoelstellingen van genoemde soorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Beschermde soorten

Vogels

In het plangebied van Windpark Kroningswind broeden verschillende soorten vogels. Tijdens de werkzaamheden en de voorbereiding daarvan dient vernietiging / verstoring van nesten die in gebruik zijn door vogels voorkomen te worden. Dit kan bijvoorbeeld preventief door bomen en struiken buiten het broedseizoen te verwijderen en/of ruigten voortijdig te maaien. Het rooien van beplanting, maaien van ruigte of uitvoeren van bouwwerkzaamheden binnen het broedseizoen is mogelijk indien is vastgesteld dat met deze werkzaamheden geen nesten van vogels worden vernietigd / verstoord.

In het plangebied zijn (mogelijk) jaarrond beschermde nesten van de buizerd, boomvalk, ransuil, kerkuil en huismus aanwezig. Nesten van deze soorten komen in de omgeving van het plangebied uitsluitend in bomen en gebouwen voor. Ten behoeve van de realisatie van de windturbines worden geen gebouwen gesloopt, met uitzondering van de Halsweg 1-3 (zie kader 7.3). Voor de bouw van de turbines en de aanleg van de toegangswegen zullen mogelijk wel bomen gekapt moeten worden. Voor aanvang van de kapwerkzaamheden zullen de bomen (nogmaals) gecontroleerd worden op de aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten. Wanneer een jaarrond beschermd nest wordt aangetroffen in (of nabij) een te kappen boom is ontheffing van verbodsbepalingen zoals genoemd in artikel 3.1 van de Wnb nodig. Ook kunnen mitigerende maatregelen aan de orde zijn. Dit geldt voor alle alternatieven.

Het plangebied maakt deel uit van het functionele leefgebied van voornoemde soorten. Huismussen zijn sterk gebonden aan de bebouwde omgeving van de nestplaats en ondervinden met zekerheid geen effect van windturbines die op enkele honderden meters van bebouwing staan. Het oppervlaktebeslag van de windturbines ten opzichte van de (grote) actieradius van de buizerd, boomvalk, ransuil en kerkuil is dusdanig klein dat van aantasting van het functionele leefgebied van deze soorten geen sprake is. De verstoringsafstand van broedende roofvogels bedraagt tenminste 75 meter bij de meeste activiteiten die onder ruimtelijke inrichting of ontwikkeling vallen. Het is daarom niet uitgesloten dat broedende buizerds of boomvalken (indien aanwezig in het jaar waarin de windturbines gebouwd worden), verstoord worden door de aanleg van werkwegen, opstelplaatsen en bouw van de windturbines, indien deze werkzaamheden binnen een afstand van 75 meter van bomenlanen met bewoonde nesten van buizerd en/of boomvalk plaatsvinden. In het plangebied kan dit aan de orde zijn langs de zuidrand van het plangebied in de laanbeplanting langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk of indien windturbines op minder dan 75 meter afstand van hoog opgaande erfbeplanting worden opgericht. Bij alternatief B1, B2, C1 en C2 is hiervan mogelijk sprake bij zes tot acht windturbines langs voornoemde dijken. Bij alternatief A1 en A2 staan geen windturbines op dergelijke korte afstand van laan- of erfbeplanting en is een verstoring van jaarrond beschermde nesten in de aanlegfase uitgesloten. In de vervolgfase (aanvraag ontheffing Wnb voor het Voorkeursalternatief) dient nader te worden onderzocht of en waar buizerd en boomvalk precies in het plangebied broeden, of sprake kan zijn van wezenlijke verstoring in de aanlegfase en of alternatieve broedlocaties in de aanlegfase voorhanden zijn.

Vleermuizen

De werkzaamheden die gemoeid zijn met de aanleg van het windpark hebben geen negatief effect op vleermuizen. Aanname hierbij is dat ten behoeve van de realisatie van het windpark geen bomen worden gekapt waarin verblijfplaatsen zijn aangetroffen of gebouwen worden gesloopt. Verstoring of aantasting van paarverblijven en vliegroutes van gewone dwergvleermuizen en/of ruige dwergvleermuizen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk kan worden voorkomen door passende maatregelen te nemen. De alternatieven zijn na het nemen van maatregelen hierin niet onderscheidend.

Tabel 7.7 Samenvatting beoordeling effecten op beschermde gebieden / soorten tijdens aanlegfase

Beoordelingscriterium	Alternatief A1	Alternatief A2	Alternatief B1	Alternatief B2	Alternatief C1	Alternatief C2
Gebiedsbescherming						
Natura 2000	0	0	0	0	0	0
Soortbescherming						
Vogels	0/-	0/-	-	-	-	-
Vleermuizen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Overige soorten	0	0	0	0	0	0

7.6.3 Mitigerende maatregelen

Mitigatie broedvogels

Tijdens de werkzaamheden dient wezenlijke verstoring van broedende vogels en vernietiging van hun nesten en eieren te worden voorkomen. Dit kan door buiten het broedseizoen te werken. Het broedseizoen verschilt per soort. Voor het broedseizoen wordt in het kader van de Wnb geen standaard periode gehanteerd. Globaal moet rekening worden gehouden met de periode half maart tot en met half augustus.

Indien de werkzaamheden binnen dit seizoen zijn gepland, kunnen deze worden uitgevoerd indien is vastgesteld dat met de werkzaamheden geen in gebruik zijnde nesten wezenlijk worden verstoord of worden vernietigd. De kans hierop wordt verkleind door voorafgaand aan het broedseizoen het plangebied voor grondbroedende of in opgaande vegetatie broedende vogels ongeschikt te maken. Bijvoorbeeld door de vegetatie rondom de locaties waar gebouwd gaat worden te maaien of geheel te verwijderen. Dit zal worden vastgelegd in een ecologisch werkprotocol zodat conflicten met de Wnb in de aanlegfase worden voorkomen.

Mitigatie Vleermuizen

Aanlegfase

Tijdens de bouw van het windpark kan verstoring van vliegroutes van gewone en ruige dwergvleermuis en paarplaatsen van gewone dwergvleermuis worden voorkomen door:

- De bouw uit te voeren in de tijd van het jaar waarin vleermuizen niet actief zijn. De tijd waarin vleermuizen niet actief zijn is globaal van 1 november tot 1 maart, of;
- Ervoor te zorgen dat tijdens de bouw geen sprake zal zijn van een toename in de verlichting van de bomen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk. Wanneer uitsluitend

overdag gewerkt wordt of wanneer de verlichting de bomen langs de dijken niet zal aanlichten zijn effecten uit te sluiten.

Gebruiksfase

Door in ieder alternatief alle windturbines met een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen uit te rusten met een stilstandvoorziening, wordt het totaal aantal slachtoffers onder vleermuizen van het gehele windpark met circa 80% verlaagd. Hiermee zijn effecten op de populatie van gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis uit te sluiten. Het toepassen van een stilstandsvoorziening is een maatregel die in redelijkheid op deze locatie kan worden verlangd en naar verwachting ook doelmatig is, het aantal slachtoffers onder vleermuizen wordt daarmee sterk verkleind. Ten tijde van de vergunningverlening moet worden vastgesteld of voor het voorkeursalternatief een ontheffingsaanvraag noodzakelijk is of niet.

8 LANDSCHAP, CULTUURISTORIE EN ARCHEOLOGIE

8.1 Inleiding

Windturbines zijn technische installaties met omvangrijke afmetingen, waardoor deze over grote afstanden een relatie aangaan met het landschap waarin ze geplaatst worden. Ze markeren daarbij als een landmark de plek waar ze geplaatst worden, waardoor deze plek bedoeld of onbedoeld een grotere betekenis krijgt. De alternatieven in dit MER worden dan ook beoordeeld op de mate waarin de kwaliteit van het landschap en de daarmee samenhangende cultuurhistorie beïnvloed wordt. Het gaat hierbij om het effect op bestaande landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden, de herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling, de samenhang met andere windparken in de omgeving en de visuele invloed windpark Kroningswind.

8.2 Beleid

Hieronder staan voor het thema landschap, cultuurhistorie en archeologie de belangrijkste onderdelen vigerende ruimtelijke beleid voor het plangebied van windpark Kroningswind, verdeeld naar Rijks-, provinciaal en gemeentelijk beleid.

8.2.1 Rijksbeleid

SVIR en SvWOL

In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) heeft het Rijk gebieden aangewezen die op grond van de combinatie van landschappelijke en natuurlijke kenmerken, alsmede de gemiddelde windsnelheid, kansrijk zijn voor grootschalige winning van windenergie. Deze gebieden zijn nader uitgewerkt in de Structuurvisie Windenergie op land (SWOL). De SVIR geeft verder de grootschalige toepassing van windenergie als beleidsuitgangspunt aan.

In de SWOL worden inrichtingsprincipes benoemd die bij maken van een ruimtelijk ontwerp voor een grootschalig windturbinepark, zoals windpark Kroningswind, van belang zijn: de aansluiting bij het landschap, een herkenbare interne orde en de afstand tussen parken onderling. Als overkoepelend uitgangspunt voor landschap wordt, in aansluiting op de SVIR, uitgegaan van concentratie om effecten op landschap te beperken en de afwisseling in Nederlandse landschappen te behouden. In de SWOL is het plangebied voor Windpark Kroningswind (als onderdeel van de randzone van Goeree-Overflakkee) opgenomen als ‘gebied geschikt voor grootschalige windenergie’. In de SWOL worden als aandachtspunten voor de randzone Goeree-Overflakkee met betrekking tot landschap genoemd: het horizonbeslag vanuit woonkernen, de ruimtelijk-visuele interferentie met ontwikkelingen op Krammersluizen en de aantasting openheid / contact land-water.

Visie Erfgoed en Ruimte

De Visie Erfgoed en Ruimte (VER) geeft aan hoe het Rijk het onroerend cultureel erfgoed borgt in de ruimtelijke ordening, welke prioriteiten het kabinet daarbij stelt en hoe het wil samenwerken met publieke en private partijen. Vanuit een brede erfgoedvisie wordt ingezoomd op de meest actuele en urgente opgaven van nationaal belang. De visie is complementair aan de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. In de VER wordt onder andere gestreefd om de

synergie te versterken tussen inspanningen (publiek en privaat) die zijn gericht op de nationale belangen t.a.v. ecologie, economie en cultureel erfgoed.

Archeologie: Erfgoedwet en Monumentenwet

De Erfgoedwet borgt de bescherming van cultureel erfgoed. Het regelt de bescherming van gebouwen (rijks- of gemeentelijke monumenten), stads- of dorpsgezichten, van objecten/ensembles van de (voorlopige) UNESCO-Werelderfgoedlijst en van archeologische monumenten (AMK-terreinen). De wet verbiedt om zonder vergunning een beschermd monument “af te breken, te verstoren, te verplaatsen of in enig opzicht te wijzigen”. Totdat de nieuwe Omgevingswet ingaat blijven de artikelen uit de Monumentenwet (1988) die niet terugkomen in de Erfgoedwet van kracht, waaronder bescherming van archeologie in de fysieke leefomgeving en regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen.

8.2.2 Provinciaal beleid

Visie Ruimte en Mobiliteit en Verordening

In de Visie Ruimte en Mobiliteit (structuurvisie) en daaraan gekoppelde Verordening is door de provincie de koers geschetst voor de ruimtelijke inrichting van de provincie. Specifiek voor duurzame energie geeft de provincie aan dat zij streeft naar een substantiële verhoging van het aandeel duurzame energie in 2020 in Zuid-Holland. Hierbij wordt rekening gehouden met de kenmerken van Zuid-Holland, namelijk relatief veel industrie, weinig onbebouwde ruimte en veel windvermogen. Er zijn specifieke locaties aangewezen voor windenergie. Specifiek stelt de provincie:

“De locaties zijn het resultaat van een afweging tussen eisen vanuit windenergie en voorwaarden vanuit landschap en ruimtelijke kwaliteit. De locaties combineren windenergie met technische infrastructuur, grootschalige bedrijvigheid en grootschalige scheidslijnen tussen land en water.

Mede door de grote omvang en ruimtelijke invloed van moderne windturbines is het van belang om deze geconcentreerd te plaatsen in daarvoor geschikte gebieden en versnippering over de hele provincie te voorkomen. Daarbij wordt voorkeur gegeven aan enkelvoudige lijnopstellingen en clusters, in samenhang met en evenwijdig aan de betreffende infrastructuur en scheidslijnen. Bestaande opstellingen binnen de ‘locaties windenergie’ kunnen ter plaatse vervangen en opgeschaald worden. In gebieden die vanuit landschappelijk, cultuurhistorisch, ecologisch of recreatief oogpunt kwetsbaar zijn, is plaatsing uitgesloten.”

De locaties op Goeree-Overflakkee zijn specifiek vastgelegd in een gemeentelijke structuurvisie windenergie (zie paragraaf 2.5).

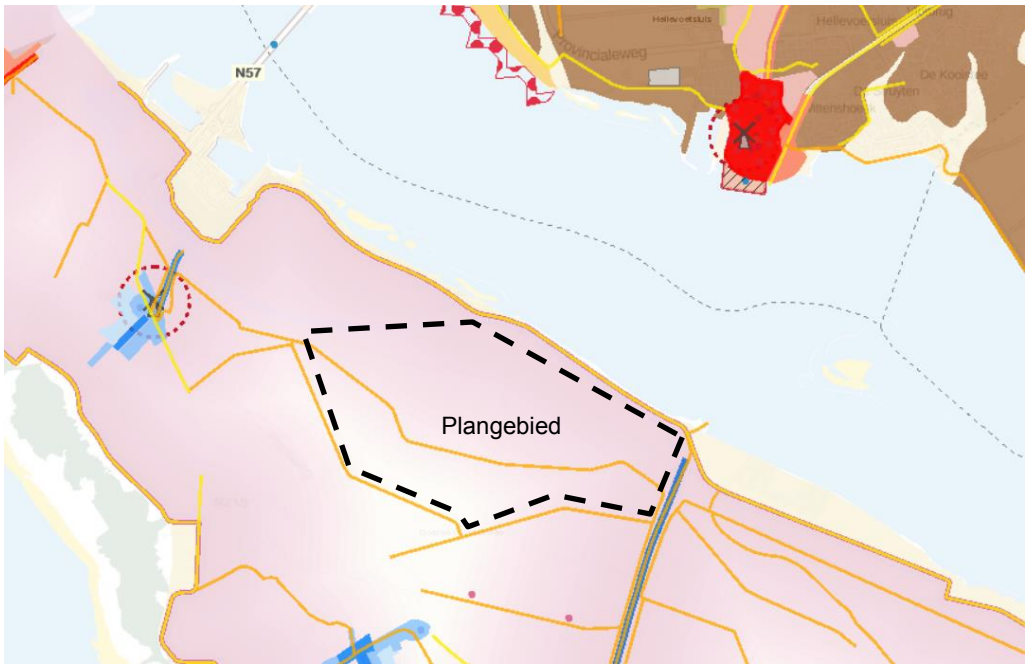
Erfgoed en Cultuurhistorie

De hoofdlijnen van de cultuurhistorische kenmerken en waarden van Zuid-Holland zijn vastgelegd op de cultuurhistorische kaart. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om waardevolle verkavelingspatronen of monumentale boerderijlinten. Dit is het schaalniveau waarop de provincie beleid voert. De cultuurhistorische kaart (CHS) kent drie verschillende thema’s:

- Archeologie (wordt in de volgende paragraaf afzonderlijk behandeld);
- Historische stedenbouw;
- Historisch landschap (historische geografie).

Daarnaast gaat in het provinciaal ruimtelijk beleid ten aanzien van cultuurhistorie extra aandacht uit naar een aantal bijzondere gebieden (werelderfgoed en kroonjuwelen) en thema's (molen- en landgoedbiotopen) waarvoor bijzonder beschermend beleid gevoerd wordt. Rijk en gemeenten hebben op hun beurt stads- en dorpsgezichten en monumentale objecten vastgelegd waarvoor beschermend beleid gevoerd wordt. Binnen de provinciale erfgoedgebieden bevinden zich veel stads- en dorpsgezichten en monumenten.

Figuur 8.1 Cultuurhistorische waardenkaart (CHW)



Bron: Provincie Zuid-Holland, 2017

Cultuurhistorische kroonjuwelen zijn unieke, zeer karakteristieke en gave goederensembles van het Zuid-Hollandse landschap. Er zijn 13 van deze gebieden. Het ruimtelijk beleid is gericht op behoud en versterking van cultuurhistorisch waardevolle structuren en ensembles via bescherming én passende ruimtelijke ontwikkeling. Deze zijn niet aanwezig in of rond het plangebied.

Door Unesco aangewezen gebieden van unieke en universele waarde. Zuid-Holland kent één definitief aangewezen erfgoed: het molengebied van Kinderdijk. Daarnaast zijn drie werelderfgoederen genomineerd: de Romeinse Limes, de Nieuwe Hollandse Waterlinie en de Van Nellefabriek in Rotterdam. Op Goeree-Overflakkee zijn geen UNESCO gebieden aanwezig.

De provincie vindt het tot slot van belang dat historische windmolens als beeldbepalende elementen gezien kunnen worden en kunnen blijven draaien. Daarom wordt hiervoor een beschermend beleid gevoerd voor de omgeving van deze molens doormiddel van een vastgelegde molenbiotoop van 400 meter.

Archeologie

Bij archeologie gaat het om de aanwezigheid van fysieke sporen in of op de bodem die informatie verschaffen over vroegere menselijke samenlevingen.

Archeologische waarden zijn in Nederland beschermd middels de Wet op de Archeologische Monumentenzorg 2007. Dit is onder andere vertaald in een Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) op zowel nationaal als provinciaal niveau. Deze IKAW laat zien hoe groot de 'trefkans' is om iets archeologisch waardevols aan te treffen. De provincie Zuid-Holland heeft tevens een archeologische waardenkaart vastgesteld die de trefkans voor archeologische sporen en monumenten weergeeft (zie onderstaande figuur). De provinciale waardenkaart is gehanteerd voor de beoordeling van de verschillende onderzoeksgebieden. De Monumentenwet 1988 is het wettelijk kader voor aanwijzing en bescherming van archeologische monumenten. De wettelijke bescherming van onroerende rijksmonumenten en door het rijk aangewezen stads- en dorpsgezichten is ook geregeld in de Monumentenwet.

De onderzoeksgebieden zijn beoordeeld op kans op een effect op bestaande en verwachte waarden. De ernst van het effect is de omvang van het effect maal de waarde van het de archeologische sporen.

Figuur 8.2 Indicatieve kaart archeologische waarden (IKAW)



Bron: IKAW, 2017

Op de IKAW is de kans aangegeven op het aantreffen van archeologisch waardevolle elementen. Deze trefkans heeft betrekking op de bovenste 1,2 meter van de ondergrond en geeft een indicatie van de te verwachten archeologische waarden die in de bodem te vinden kan zijn. De trefkans is gedefinieerd van zeer laag tot hoog.

8.2.3 Gemeentelijk beleid Goeree-Overflakkee

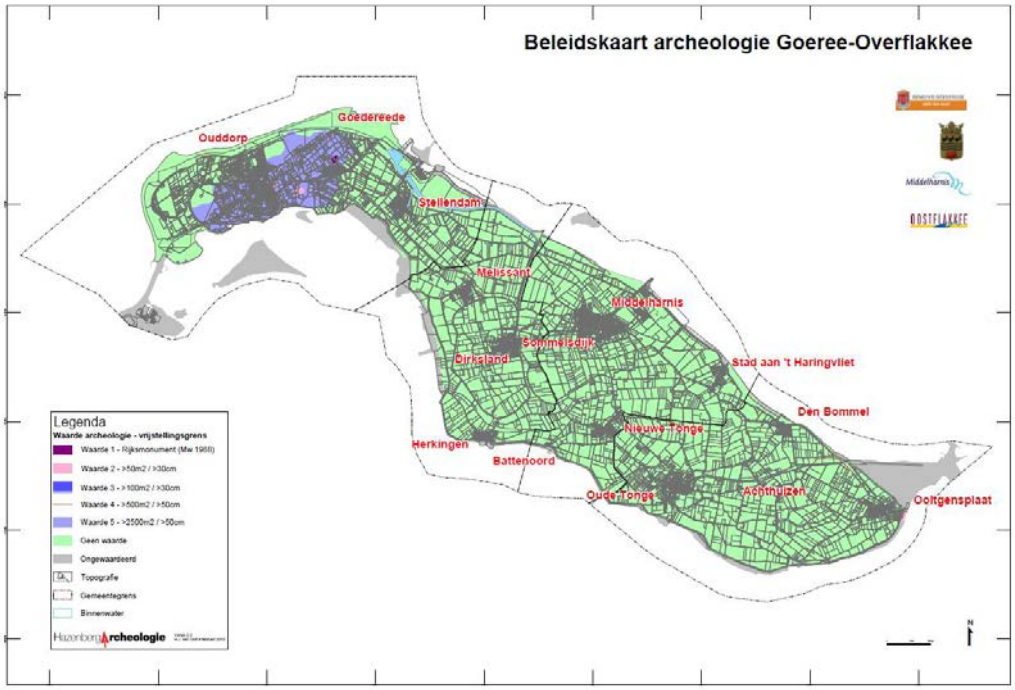
Structuurvisie windenergie Goeree-Overflakkee (2014)

De gemeente heeft in 2013 een planMER laten opstellen voor de locaties. Hierin is, onder andere op basis van landschappelijke argumenten, gekozen voor een bepaalde plaatsingsvisie. De plaatsingsvisie ‘clusters in de rand zone afgewisseld met vides’ heeft daarbij de voorkeur gekregen. Echter niet op alle locaties is een volwaardig cluster te realiseren. Op deze locaties wordt een lijnopstelling toegestaan. De locaties die voor windenergie zijn aangewezen zijn de Noordrand (plangebied windpark Kroningswind), Polder Van Pallandt, Anna Wilhelminapolder, Park Piet de Wit (bestaande opstelling) en Battenoert. Binnen deze locaties mogen windparken in clusters of lijnopstelling worden gerealiseerd.

Archeologie

De gemeente Goeree-Overflakkee heeft een eigen archeologische verwachtingswaardekaart, waarop het eiland is ingedeeld in een zestal ‘waarden’. Waarde 1 kent de hoogste beschermingscategorie, Waarde 5 de laagste. Er zijn tevens gebieden zonder verwachtingswaarde, veelal omdat deze reeds verstoord zijn en de kans op het aanwezig zijn van intacte archeologische waarden nihil is. Voor windpark Kroningswind geldt geen waarde.

Figuur 8.3 Gemeentelijke archeologische verwachtingswaardekaart



8.3 Methodiek en beoordelingskader

8.3.1 Beoordelingscriteria

Tabel 8.1 Beoordelingscriteria landschap, cultuurhistorie en archeologie

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Effect op bestaande landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden	Mate van aantasting karakteristieke landschappelijke (openheid en rust), archeologische en cultuurhistorische (beschermd stadsgezicht en havenkanaal) waarden
Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling	Mate waarin door keuze van opstellingsvorm en windturbinekenmerken een samenhangende en herkenbare opstelling wordt gerealiseerd
Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen	Mate waarin de keuze van opstellingsvorm en inpassing van de voet van de turbine aansluit bij landschappelijke structuren en patronen of deze juist aantast
Samenhang met andere windparken	Mate waarin de opstelling past in de ontwikkeling van windparken binnen de visuele invloedsfeer
Visuele invloed (inclusief verlichting)	Mate waarin de opstelling, met name door aantal, hoogte en uitstraling van turbines, de kwaliteit van de leefomgeving beïnvloedt

Op het schaalniveau van een initiatief voor (de uitbreiding van) één windpark hebben de niveaus van opstellingsvorm, windturbinekenmerken en inpassing op uiteenlopende wijze invloed op landschap en cultuurhistorie. Landschappelijke en cultuurhistorische waarden kunnen door een initiatief versterkt of aangetast worden. Deze effecten zijn mede aan de hand van visualisaties kwalitatief beoordeeld.

Daarnaast wordt de kwaliteit van het initiatief op zichzelf en in samenhang met omringende windturbineparken beoordeeld. Tot slot wordt ook aangegeven wat het effect ten aanzien van de visuele invloedsfeer is. Deze wordt bepaald door de omvang van de opstelling, de hoogte van de turbines en de eventuele noodzaak om (vanaf een bepaalde hoogte) verlichting aan te brengen.

Binnen het plangebied van Windpark Kroningswind is alleen sprake van zeer lage en lage trefkansen voor archeologie. Het deelaspect archeologie is daarmee niet onderscheidend voor de beoordeling van de verschillende alternatieven. Omdat er tevens geen (onderscheidende) effecten worden verwacht is dit aspect verder niet onderzocht.

8.3.2 Beoordelingscriteria en scores

Landschap

De *beoordelingscriteria* voor landschap zijn onderverdeeld in criteria waarbij de effecten op (bestaande) landschappelijke waarden worden beschreven, criteria waarbij effecten op de opstelling zelf en de herkenbaarheid daarvan worden beschreven en criteria waarbij de effecten op waarneming en beleving worden beschreven.

Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling

De herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling kan op een aantal niveaus beoordeeld worden, die afhankelijk van de schaal en fase van het te beoordelen project meer of minder relevant zijn. Van groot (schaal- en abstractieniveau) naar klein zijn dit:

3. Locatiekeuze: is er een goede keuze gemaakt ten aanzien van de plek waar het windpark geplaatst wordt?
4. Plaatsingsconcept: doet de wijze waarop de windturbines geplaatst worden recht aan de aanwezige landschappelijke kenmerken, en is de vorm van de opstelling duidelijk zichtbaar?
5. Opstellingsvorm: ondersteunt de keuze voor solitair, lijn, cluster of grid het plaatsingsconcept en is de beoogde vorm ook als zodanig herkenbaar?
6. Windturbinespecificaties: zowel de hoogte, en de daarmee samenhangende onderlinge afstand en draairichting van de windturbine, als het binnen één opstelling gehanteerde aantal windturbines is mede bepalend voor de visuele impact.
7. Inpassing: de wijze waarop de voet van de windturbine in het bestaande landschap 'landt', bepaalt sterk of een windturbine van dichtbij bekeken als goed ingepast beschouwd wordt.

Ad 1

De vraag of het plangebied Windpark Kroningswind vanuit landschappelijk oogpunt meer of minder geschikt is voor het plaatsen van windturbines heeft door de gemeente al op het niveau van de (op 19 juni 2014 vastgestelde) 'Partiële herziening Regionale structuurvisie Goeree-Overflakkee, Windenergie' plaatsgevonden. Daarbij zijn mogelijke combinaties van grote en kleine opstellingen van windturbines al op locatiekeuze beoordeeld. Op provinciaal niveau is een en ander vastgelegd in de Visie Ruimte en Mobiliteit (9 juli 2014). Daarmee is de locatiekeuze voor het Windpark Kroningswind voor de beoordeling in onderliggend rapport het uitgangspunt. Een beoordeling van landschappelijke effecten van het Windpark Kroningswind op het niveau van locatiekeuze heeft in dit MER dan ook niet plaatsgevonden.

Ad 2

Het plaatsingsconcept van de alternatieven van Windpark Kroningswind laat zich samenvatten als: een dubbele of driedubbele rij windturbines parallel aan de hoofdwaterkering die daarmee zowel de positie als de oriëntatie van de rand van het eiland markeren. Ook dit is al in een eerder stadium vastgelegd (zie punt 1). Alle beoordeelde alternatieven volgen dan ook dit concept, waardoor ook dit schaal- en abstractieniveau bij de beoordeling niet meer onderscheidend is, en daarom hier niet is meegenomen.

Ad 3

Hoewel het concept van een dubbele rij windturbines parallel aan de hoofdwaterkering door alle alternatieven wordt gevolgd, zijn er een paar alternatieven die zich onderscheiden doordat de zuidelijke lijn de in de noordelijke lijn aanwezige kromming volgt. Hierdoor wordt de oriëntatie van de hoofdwaterkering sterker benadrukt en vormen beide lijnopstellingen meer een eenheid. De opstellingsvorm is daarmee het hoogste schaal- en abstractieniveau waarop de beoordeling van het effect op landschap en cultuurhistorie plaatsvindt.

Ad 4

Binnen de alternatieven wordt onderscheid gemaakt tussen 'kleinere' en 'grotere' windturbines. De grotere turbines zijn over een grotere afstand zichtbaar, waarmee de invloedsfeer van het windpark dan ook groter is dan bij de toepassing van kleinere turbines. Aan de andere kant is bij grotere turbines de onderlinge plaatsingsafstand groter en draait de rotor (bij een gegeven windsnelheid) langzamer. Dit zorgt ervoor dat de toepassing van grotere turbines over het algemeen leidt tot een rustiger beeld, met dus een kleinere impact op het landschap. Daarnaast is het voor de ervaren eenheid binnen een windpark van belang dat indien mogelijk gebruik

wordt gemaakt van één type windturbine.

Ad 5

Waar de turbine zelf doorgaans de maat en schaal van de al aanwezige landschappelijke elementen overstijgt, daar gaat de voet van de windturbine en eventuele infrastructuur zoals regelapparatuur en afscheiding wel een relatie aan met bijvoorbeeld watergangen, sloten en beplanting. Voor de beoordeling van de alternatieven in dit MER is alleen de afstand tot watergangen licht onderscheidend.

Samenhang met andere windparken

In een concentratiegebied voor windenergie staan individuele opstellingen nooit op zichzelf. Daarom dient een windturbineopstelling altijd ook in samenhang met nabij gelegen opstellingen beoordeeld te worden. Indien sprake is van een regionale plaatsingsstrategie, dan is de mate waarin een opstelling hierbij aansluit maatgevend voor de beoordeling. Op Goeree-Overflakkee wordt, met uitzondering van Knooppunt Hellegatsplein, een plaatsingsstrategie gehanteerd waarbij opstellingen van windturbines in dubbele lijnen op groten onderlinge afstand langs de grens tussen land en water worden gesitueerd. Dit betreft een uitbreiding op de huidige situatie waarbij enkele lijnopstellingen langs de grens tussen land en water het beeld bepalen. Ook aan de overkant van het Haringvliet (met name Hoeksche Waard) is dit de situatie.

Visuele invloedsfeer

De mate waarin de opstelling de kwaliteit van de leefomgeving beïnvloedt, wordt met name bepaald door het aantal, de hoogte en de uitstraling van de windturbines. ’s Nachts is ook de eventueel op de windturbines te plaatsen verlichting van belang. Hoe groter het aantal en de hoogte van de windturbines, hoe groter de visuele invloedsfeer. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de afstand en de hoogte van windturbines door de meeste mensen vaak moeilijk te schatten is, en dat het beeld van grotere windturbines door hun lagere draaisnelheid doorgaans als rustiger ervaren wordt.

Verlichting

Het effect van (obstakel-)verlichting (het toepassen van verlichting van turbines ten behoeve van de luchtvaartveiligheid) op de waarneming is een belangrijk aandachtspunt bij de effectbeoordeling op landschap, zo leren ervaringen met andere windparken waaronder het Prinses Alexia Windpark. Ook de zienswijzen op de Notitie reikwijdte en detailniveau van Windpark Kroningswind vroegen aandacht voor dit onderwerp. Om die reden wordt verlichting apart behandeld en niet onder zichtbaarheid geschaard. In de regel wordt gesteld dat (obstakel)-verlichting een negatief landschappelijk effect heeft (ten opzichte van een referentiesituatie zonder obstakelverlichting). Dit effect wordt groter naarmate het aantal turbines en het aantal lampen toeneemt.

Kader 8.1 Circulaire luchtvaartverlichting

In verband met de veiligheid voor vliegverkeer moeten turbines met een tiphoogte van 150 meter en hoger verlichting voeren. Overdag is de verlichting wit, 's avonds en 's nachts is de verlichting als rode puntbronnen zichtbaar wat een negatief effect op het criterium zichtbaarheid heeft. Aangezien deze verlichting niet uitstraalt is er geen negatief effect op de duisternis. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILenT) bepaalt de eisen voor deze verlichting. Uitgangspunt hiervoor is de nieuwste circulaire, getiteld 'Informatieblad Aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland d.d. 30 september 2016'.

Hierin staat vermeld dat ofwel enkel de rand van een windpark verlicht dient te worden of dat alle windturbines van vastbrandende lampen kunnen worden voorzien in plaats van knipperende lampen. Dit laatste zal voor windpark Kroningswind worden toegepast, indien gekozen wordt voor een voorkeursalternatief met turbines hoger dan 150 meter. Tevens worden suggesties gedaan over de mogelijkheid tot dimmen van verlichting bij helder weer. Ook dit zal voor windpark Kroningswind worden toegepast. De lichthinder kan hierdoor aanzienlijk worden teruggebracht. Om dit alles te formaliseren zal een verlichtingsplan worden opgesteld, dat ter goedkeuring wordt voorgelegd aan ILenT. In het Bestemmingsplan moet daarvoor een voorwaardelijke verplichting in de regels worden opgenomen.

Momenteel wordt gewerkt aan pilotproject, waarin onderzocht wordt of radardetectie in de toekomst kan worden toegepast. Hierbij wordt de verlichting alleen ingeschakeld indien in de nabijheid van het windpark vliegtuigen worden gedetecteerd door middel van een radar in het windpark. De uitkomsten van deze pilot worden in de loop van 2018 verwacht.

Cultuurhistorische en archeologische waarden

Onder het aspect cultuurhistorie zijn drie onderdelen bekeken:

- Archeologie: dit betreft fysieke sporen in of op de bodem die informatie verschaffen over vroegere menselijke samenlevingen;
- Historische geografie: dit gaat om de wisselwerking tussen de mens en de fysieke omgeving. Die wisselwerking kan tot uiting komen in de landschappelijke elementen en ruimtelijke patronen;
- Historische (steden)bouwkunde: dit gaat zowel om de constructieve en technische kenmerken van gebouwen en tuinen, als om de architectuurhistorische aspecten. Op een hoger schaalniveau betreft dit ook de stedenbouwkundige waarden.

In onderstaande tabel wordt per criterium in woorden beschreven op welke wijze de scores in de effectbeoordeling scores tot stand komen.

Tabel 8.2 Uitleg score landschap, cultuurhistorie en archeologie

Beoordelings-criterium	Negatief (-)	Licht negatief (0/-)	Neutraal (0)	Licht positief (0/+)	Positief (+)
Effect op bestaande landschappelijke en cultuur-historische waarden	Karakteristieke landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden worden door het windpark in ernstige mate aangetast	Het windpark tast karakteristieke landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden slechts in beperkte mate aan.	Het windpark heeft geen effect op karakteristieke landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden	Niet van toepassing	Niet van toepassing
Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling	Deelopstellingen zijn samen niet herkenbaar als geheel en ordening van de windturbines zelf is niet herkenbaar	Deelopstellingen zijn samen niet herkenbaar als geheel of ordening van de windturbines zelf is niet herkenbaar	Deelopstellingen zijn samen beperkt herkenbaar als geheel of de ordening van de windturbines zelf is beperkt herkenbaar	Deelopstellingen zijn samen herkenbaar als geheel of de ordening van de windturbines zelf is herkenbaar	Deelopstellingen zijn samen herkenbaar als geheel en de ordening van de windturbines zelf is herkenbaar
Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen	De opstellingsvorm of de plaatsing van de turbinevoet tast de beleving van landschappelijke structuren en patronen aan	De opstellingsvorm sluit niet aan bij de landschappelijke structuur, maar de beleving daarvan wordt niet aangetast	De schappelijke structuren en patronen worden aangetast noch versterkt	De opstellingsvorm sluit goed aan bij de landschappelijke structuur	De opstellingsvorm sluit goed aan bij de landschappelijke structuur en maakt deze ook beter herkenbaar
Samenhang met andere windparken	Het windpark interfereert met nabij gelegen windparken en past niet binnen een regionaal plaatsingsprincipe	Het windpark interfereert met nabij gelegen windparken, maar past binnen een regionaal plaatsingsprincipe	Het windpark interfereert slechts beperkt met nabij gelegen windpark, en past binnen een regionaal plaatsingsprincipe	Het windpark interfereert niet met nabij gelegen windpark of het past goed binnen een regionaal plaatsingsprincipe	Het windpark interfereert niet met nabij gelegen windpark en past ook goed binnen een regionaal plaatsingsprincipe
Visuele impact (incl. verlichting)	De kwaliteit van de leefomgeving gaat door de hoeveelheid en grootte van de windturbines sterk achteruit	Door de relatief beperkte hoeveelheid en/of grootte van de winturbines blijft de impact op de omgeving beperkt	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing

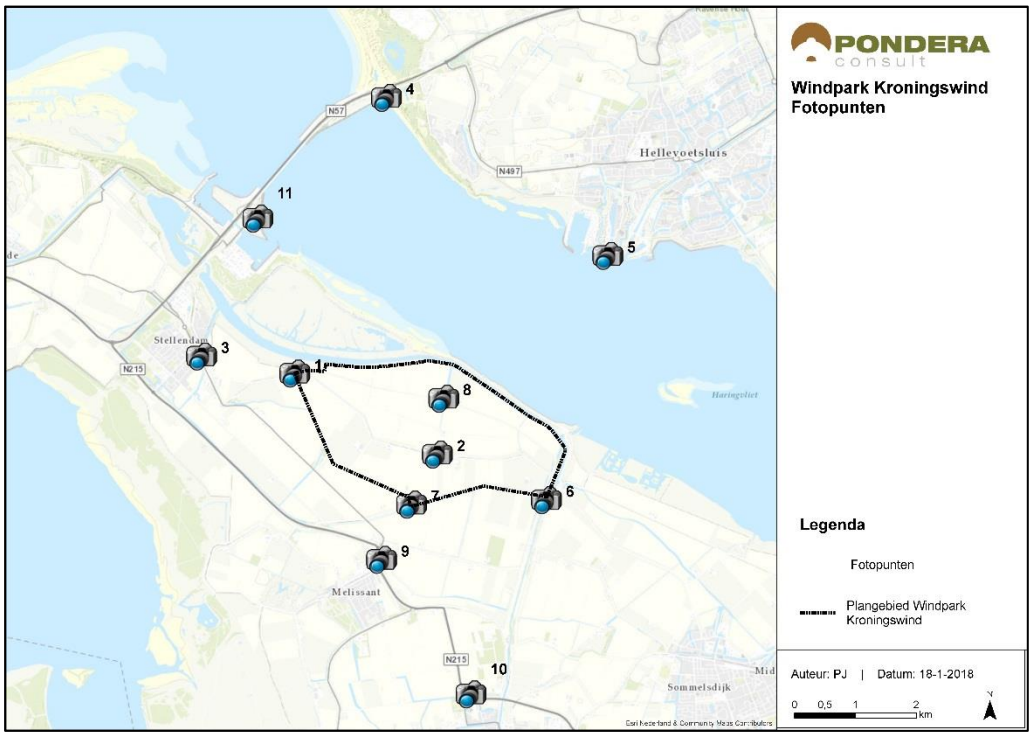
8.3.3 Visualisaties

Om een goede beoordeling te kunnen maken, zijn visualisaties van de situatie nodig. Voor de landschappelijke effectbeoordeling is in dit MER gebruik gemaakt van een 3D-computermodel, aangevuld met 360 graden bolfoto's vanaf meerdere standpunten. Het 3D-model is gemaakt door ROM3D. Voor een nadere toelichting wordt verwezen naar bijlage 15. In dit MER is een aantal beelden uit het 3D-model opgenomen, deze zijn uitsluitend bedoeld ter illustratie van de

tekst. Voor een goede weergave wordt verwezen naar het 3D-model, dat op aanvraag beschikbaar kan worden gesteld.

Met betrekking tot de keuze voor *standpunten* waarvandaan de effectbeoordeling wordt gedaan, wordt uitgegaan van de waarneming door mensen vanaf die punten (zie Figuur 8.4 voor een overzicht van de standpunten). Uitgangspunt daarbij is dat punten waarvandaan meer waarnemingen plaatsvinden (plekken waar (veel) mensen wonen of verblijven, dan wel plekken waar veel mensen langs komen) relevanter zijn dan plekken waarvandaan minder waarnemingen plaatsvinden. Ook belangrijke doorzichten en zichtlijnen worden vanaf deze standpunten zo goed mogelijk beschreven.

Figuur 8.4 Standpunten landschappelijke beoordeling



Bron: Pondera Consult

8.4 Referentiesituatie

8.4.1 Beschrijving referentiesituatie

Ontstaansgeschiedenis

Het landschap van het eiland Goeree-Overflakkee is het resultaat van een eeuwenlange strijd tegen het water. De eerste bewoning in het gebied ontstond op de hoger gelegen delen in het toenmalige kustmoeras. Door bedijking van de hoger gelegen platen werden de voor het eiland kenmerkende ringpolders aangelegd. Door opeenvolgende bedijkingen van aanwassen groeiden de polders aan elkaar en vormden zo de eilanden Goeree en Flakkee. In 1751 werden deze twee eilanden met elkaar verbonden door de aanleg van de Statendam. Ook langs de Statendam ontstonden aanwassen die weer bedijkt werden. De Kroningspolder is tussen 1846 en 1945 in verschillende fasen ingedijkt. De Oudendijk en de Buitendijk zijn door

de voortschrijdende indijking uit functie geraakte voormalige hoofdwaterkeringen. Ter hoogte van de Zuiderdiepweg en tussen de Zuiderdiepweg en de Buitendijk hebben ook voormalige hoofdwaterkeringen gelegen, maar deze zijn inmiddels verwijderd.

Huidig karakter

De huidige Kroningspolder manifesteert zich als een herkenbare aanwaspolder in het open zeekleipolderlandschap. De polder is overwegend in gebruik als akkerland. Het continue agrarische gebruik heeft ervoor gezorgd dat de openheid, rust en ruimte tot op de dag van vandaag gewaarborgd zijn. De beplantingen zijn terug te vinden aan de zuidelijke buitenrand van de polder (op de Oudendijk en Kraaijenissedijk) en op de erven van boerderijen en andere woonbebouwing. Overige dijken en wegen zijn onbeplant. Dit versterkt de voor het zeekleipolderlandschap karakteristieke openheid. De relatief jonge aanwaspolder is verder vrij grootschalig en rationeel verkaveld, hetgeen in principe goed aansluit bij de maat en schaal van moderne windturbines. Aan de noordrand wordt de Kroningspolder begrenst door achtereenvolgens de hoofdwaterkering, de oude geul het Spui / Zuiderdiep en het deels bedijkte gorzengebied Scheelhoek dat een Natura 2000 status heeft (zie ook paragraaf 8.4.2). De strikte scheiding tussen natuur- en cultuurlandschap is een bijzondere kwaliteit van dit gebied. Aan de oostrand wordt de Kroningspolder begrenst door het afgesloten havenkanaal van Dirksland; één van de karakteristieke havenkanalen van Goeree-Overflakkee.

8.4.2 Autonome ontwikkelingen

Buiten de hieronder beschreven ontwikkelingen worden er in het plangebied van windpark Kroningswind geen andere, wezenlijke veranderingen in de landschappelijke situatie voorzien. Uitzondering hierop vormt de natuurontwikkeling in ‘Blok de Wit’.

Natuurontwikkeling Zuiderdieppolder

In het noordwestelijke deel van het plangebied wordt in de Zuiderdieppolder gewerkt aan natuurontwikkeling. De agrarische bestemming wordt hierbij opgeheven en vervangen door een natuurbestemming. Hiertoe is in juli 2017 een ontwerpbestemmingsplan ter inzage gelegd. Uit dit ontwerpbestemmingsplan blijkt dat het landschap in de Zuiderdieppolder zal veranderen van een agrarisch karakter naar een brak nat natuurgebied (zie ook kader 3.1):

> *“Een gebied dat incidenteel met brak/zout water overstroomt en bestaat uit slikken, schorren, gorzen en natuurlijk open water.”*

Figuur 8.5 Schetsontwerp natuurontwikkeling Zuiderdieppolder



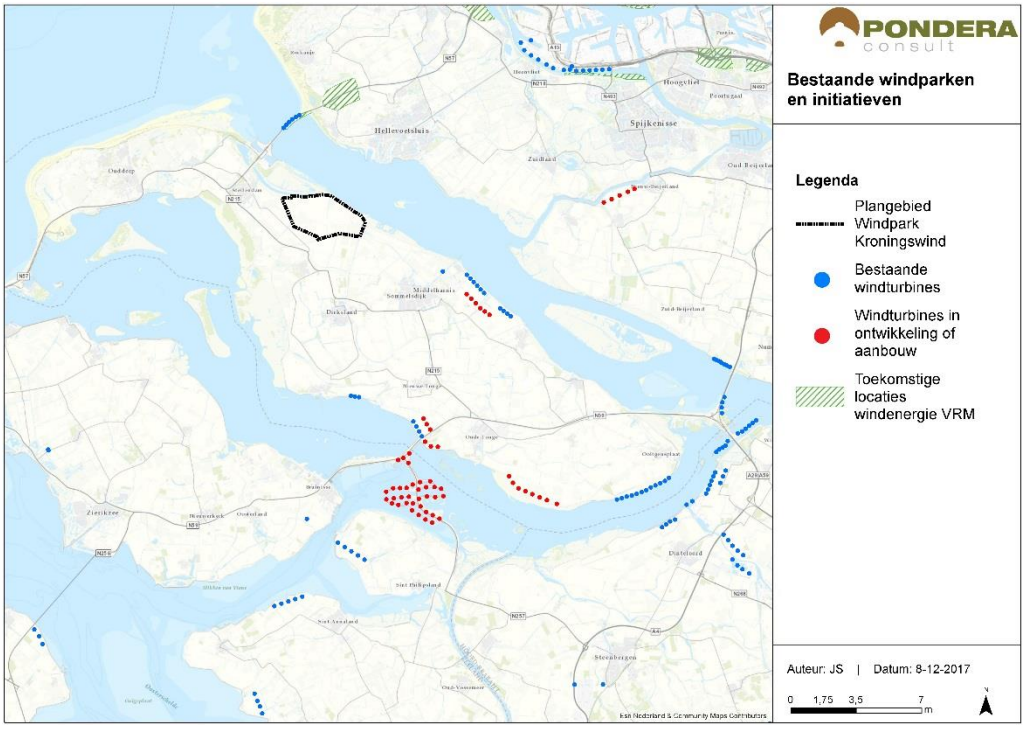
Bron: Ontwerpbestemmingsplan Zuiderdieppolder, 2017[28]

Overige windpark ontwikkelingen op Goeree-Overflakkee

Naast windpark Kroningswind worden nog zes andere windparklocaties ontwikkeld op het eiland. Deze locaties zijn in 2014 reeds vastgelegd in de Structuurvisie windenergie (zie ook paragraaf 2.5) en betreffen de windpark *Haringvliet*, *Suyderlandt, Blaakweg*, *Anna Wilhelminapolder*, *Piet de Wit* en *Hellegatsplein*. Van deze projecten is windpark Haringvliet, windpark Suyderlandt, windpark Blaakweg en windpark Anna-Wilhelminapolder inmiddels vergund en zijn de andere projecten in procedure. Alle windparken zullen in de periode 2018 – 2021 worden gerealiseerd. Daarnaast wordt op de grens met de provincie Zeeland windpark Krammer gebouwd. Dit windpark moet in 2019 operationeel zijn. In onderstaande kaart zijn de verschillende windparken opgenomen.

[28] http://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.1924.Zuiderdiep-BP20/b_NL.IMRO.1924.Zuiderdiep-BP20_tb2.pdf

Figuur 8.6 Overige windparken op en rond Goeree-Overflakkee



8.5 Beoordeling effecten per alternatief

Gebruikte visualisaties

Hieronder worden per alternatief de effecten op landschap en cultuurhistorie beoordeeld. De beoordeling is gedaan ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten zijn kwalitatief beoordeeld, met behulp van een 3D-model/fotovisualisaties. Dit hoofdstuk bevat enkele beelden uit het 3D-model. Deze zijn uitsluitend bedoeld ter illustratie. Meer beelden zijn opgenomen in bijlage 15. Vanwege de afmetingen van dit rapport komen de beelden niet tot hun recht. Het 3D-model is op aanvraag digitaal beschikbaar en zal dit tijdens informatieavonden worden getoond. Voor een goede weergave en om verschillen tussen de alternatieven beter te kunnen zien wordt verwezen naar het 3D-model. Om het 3D-model zo waarheidsgetrouw mogelijk te maken zijn vanaf de standpunten foto's gemaakt die in het 3D- model zijn opgenomen.

8.5.1 Effectbeoordeling per criterium

Hieronder worden de scores toegelicht per beoordelingscriterium:

Effect op bestaande landschappelijke en cultuurhistorische waarden

De cultuurhistorische waardenkaart van de provincie Zuid-Holland hecht met name waarde aan de Buitendijk en de Oudendijk, en aan het havenkanaal van Dirksland. Daarnaast is het open polderlandschap waarin de bedijkingsgeschiedenis nog goed leesbaar is een kenmerkende landschappelijke kwaliteit. Het effect op met name deze laatste kwaliteit wordt vooral bepaald door het aantal te plaatsen windturbines, en in mindere mate door hun grootte en positie. Doordat vrijwel alle alternatieven aansluiting zoeken bij de genoemde dijken worden deze waarden niet aangetast, maar eerder bevestigd of versterkt. In alle alternatieven wordt verder

ongeveer dezelfde afstand tot het havenkanaal van Dirksland bewaard. Bij de alternatieven met grotere turbines is de impact op het havenkanaal weliswaar groter, maar dit wordt gecompenseerd door het lagere aantal turbines bij deze alternatieven. Het is uiteindelijk dit lagere aantal turbines en hun grotere onderlinge afstand die ervoor zorgt dat de alternatieven met grotere turbines (A1 en B1) beter scoren dan de alternatieven met meer kleinere turbines (A2 en B2). Bij de alternatieven C1 en C2 wordt de score negatiever door het vergaand 'opvullen' van het plangebied met een grotere hoeveelheid windturbines die de karakteristieke openheid verder aantast.

Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling

Ook als het gaat om de herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling scoren de alternatieven met grotere turbines doorgaans beter dan de alternatieven met kleinere turbines. Dit is in eerste instantie verrassend, omdat het gebruik van grotere turbines door hun grotere onderlinge plaatsingsafstand er doorgaans toe leidt dat opstellingsvormen minder goed herkenbaar zijn. Een lijnopstelling met vijf kleinere turbines wordt doorgaans duidelijker als een lijn ervaren dan een lijnopstelling met drie grotere turbines. In dit geval zijn de lijnopstellingen echter opgehangen aan lineaire landschappelijke elementen met een deels (zeer) kronkelig verloop: de dijken. De alternatieven met kleinere turbines hebben de neiging om deze kronkelingen duidelijker te markeren dan de alternatieven met grotere turbines. Dit geeft weliswaar een preciezere aansluiting bij het verloop van de dijken, maar het zorgt er ook voor dat de opstelling als rommeliger wordt ervaren. De alternatieven met grotere turbines en grotere onderlinge plaatsingsafstanden hebben hier minder last van; de lijnopstellingen lijken zich soepeler door het landschap te bewegen. Daarbij scoren de alternatieven B marginaal beter dan de alternatieven A omdat de lijnopstellingen hier iets verder van elkaar afstaan, waardoor zij beter uit elkaar te houden zijn. De score voor alternatief A2 valt iets beter uit omdat er in de opstelling langs de Buitendijk minder opvallende gaten vallen. Bij de alternatieven C gaat de herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling verloren doordat er tussen de lijnopstellingen aanvullende losse turbines worden geplaatst, waardoor de afzonderlijke lijnen vanuit de meeste standpunten nauwelijks nog herkenbaar zijn (zie ter illustratie Figuur 8.7 en Figuur 8.8).

Figuur 8.7 Visualisatie alternatief A2 – vanaf de Zuiderdiepweg naar het zuidwesten (fotopunt 8)



Figuur 8.8 Visualisatie alternatief C2– vanaf de Zuiderdiepweg naar het zuidwesten (fotopunt 8)



Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen

De landschappelijk meest bepalende structuren zijn hier de dijken, en in veel minder mate de polderwegen en de sloten. De alternatieven A sluiten aan bij twee van de drie dijken, terwijl de alternatieven B slecht aansluiting zoeken met één dijk, die ook nog eens een kronkeliger (en daardoor moeilijker te volgen) verloop heeft. Deze alternatieven scoren daarmee lager op hun aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen. De alternatieven C sluiten weliswaar ook (deels) bij twee dijken aan, maar deze alternatieven doen dit ook bij andere structuren en bij een enkele turbine ontbreekt de aansluiting bij de landschappelijke structuur zelfs. Deze alternatieven scoren daarmee veruit het laagst als het gaat om de aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen.

Samenhang met andere windparken

Voor de windparken op Goeree-Overflakkee wordt een regionale plaatsingsvisie gehanteerd die uitgaat van één of meerdere parallelle lijnopstellingen langs het water. Het nabij gelegen windpark Haringvliet wordt ook vanuit deze plaatsingsvisie herontwikkeld. Hier is parallel aan de bestaande (aan de hoofdwaterkering gekoppelde) lijnopstelling een nieuwe meer landinwaarts geplaatste lijnopstelling voorzien. De alternatieven A volgen exact dit zelfde principe en sluiten daarom het beste aan bij meest nabij gelegen windpark én (dus ook) de regionale plaatsingsvisie. Doordat bij de alternatieven B de lijnopstellingen verder landinwaarts geplaatst zijn en ook niet aansluiten bij de hoofdwaterkering, scoren deze alternatieven lager als het gaat om hun samenhang met andere windparken. Bij de alternatieven C wordt het plaatsingsprincipe van parallelle lijnopstellingen zelfs deels losgelaten, waardoor deze alternatieven ook hier het laatste scoren.

Visuele impact (incl. verlichting)

Waar de alternatieven met grotere (maar in aantal minder) windturbines hoger scoren op het gebied van effect op bestaande landschappelijke en cultuurhistorische waarden en de herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling, scoren zij juist lager op het gebied van visuele impact. In het gebied zelf komen de forse windturbines dominanter over en zij zijn bovendien over een grotere afstand zichtbaar (zie Figuur 8.9 en Figuur 8.10).

Figuur 8.9 Visualisatie alternatief C1 – gezien vanaf de West Havendijk naar het westen (fotopunt 6)



Figuur 8.10 Visualisatie alternatief B2 – gezien vanaf de West Havendijk naar het westen (fotopunt 6)



Daar komt bij dat de grotere windturbines vanuit luchtvaartveiligheidsaspecten voorzien moeten worden van verlichting, hetgeen hun visuele impact in situaties met verminderd zicht (uiteraard vooral in het donker) aanzienlijk vergroot. Het feit dat deze grotere windturbines langzamer draaien dan kleinere windturbines kan de bovengenoemde effecten niet compenseren. De alternatieven A en B leveren op dit punt gelijkwaardige scores op. De alternatieven C scoren nog iets lager omdat hier meer turbines geplaatst worden. Alternatief C1 scoort eigenlijk het laagst, maar bij de hier gehanteerde vijf scoringswaarden komt deze nuance niet tot uiting.

8.5.2 Effectbeoordeling van de alternatieven

De effectbeoordeling is per criterium samengevat in onderstaande tabel. Hierbij valt direct op dat de alternatieven C1 en C2 veruit het laagste scoren. Dit heeft te maken met het grote aantal windturbines die alleen in dit relatief kleine plangebied geplaatst kunnen worden als er tussen de twee rijen turbines (zoals deze bij alternatief A1 t/m B2 gehanteerd worden) nog extra rijen en individuele turbines geplaatst worden. De onderlinge afstand tussen de windturbines wordt dan dusdanig klein dat de rijen niet meer afzonderlijk waarneembaar zijn en windpark verwordt tot één grote zwerm van windturbines.

Verder geeft de verdeling van de scores over de alternatieven A1, A2 , B1 en B2 geen eenduidig beeld. Soms scoort het ene alternatief beter op een criterium, dan weer een ander alternatief op een ander criterium. Dit komt omdat een aantal beoordelingscriteria in feite twee kanten van dezelfde medaille vertegenwoordigen. Grotere windturbines (alternatieven A1 en B1, en ook C1) hebben als nadelen dat zij door hun hoogte en verlichting een grotere visuele impact hebben en daardoor van grote afstand beter zichtbaar zijn en dat de vereiste grotere afstand tot woonbebouwing ervoor zorgt dat er in de beoogde lijnopstellingen soms grotere gaten vallen. Het voordeel van grotere windturbines is dat er door hun grotere onderlinge plaatsingsafstand in totaal minder windturbines geplaatst kunnen worden.

Tot slot verschillen de scores voor de alternatieven A en B van elkaar doordat alternatief A er beter in slaagt om aansluiting te vinden bij de belangrijkste landschappelijke structuurdragers: de dijken. De aansluiting in alternatief B (1 en 2) bij de zuidelijk gelegen Oudendijk is door het grillige verloop van de dijk minder geslaagd dan de Buitendijk en de hoofdwaterkering. Alternatief A scoort hierdoor beter op het criterium aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen. Alternatief A sluit door de aansluiting bij de hoofdwaterkering en de in vergelijking met alternatief B dicht op elkaar liggende rijen ook beter aan bij het nabijgelegen en te herontwikkelen windpark Haringvliet. Doordat de twee rijen van alternatief B net iets verder uit elkaar liggen zijn de rijen wel beter uit elkaar te houden en geven de opstellingen van alternatief B1 en B2 een net iets rustiger beeld dan die van A1 en A2. Dit effect is in het kaartbeeld overigens nauwelijks waarneembaar, de 3D visualisaties zijn essentieel gebleken om dit te constateren.

Samengevat scoort alternatief A beter dan alternatief B (en dus ook veel beter van alternatief C). Een voorkeur vanuit landschap voor alternatief A1 of A2 is vooral afhankelijk van de wegingsfactoren die aan de beoordelingscriteria effect op het landschap en visuele impact gegeven worden. Wanneer het effect op het landschap zwaarder weegt dan komt het alternatief met minder, maar grotere turbines (alternatief A1) het beste uit de bus. Wanneer de visuele impact de doorslag geeft, dan kan gekozen worden voor een alternatief met kleinere, maar meer turbines (alternatief A2).

Tabel 8.3 Beoordeling landschap

Beoordelingscriterium	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Effect op bestaande landschappelijke en cultuur-historische waarden	0	0/-	0	0/-	0/-	-
Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling	0/+	0/+	+	0/+	0/-	-
Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen	+	+	0	0	-	-
Samenhang met andere windparken	+	+	0/+	0/+	0/-	0/-
Visuele impact (incl. verlichting)	-	0/-	-	0/-	-	-

8.6 Tijdelijke effecten

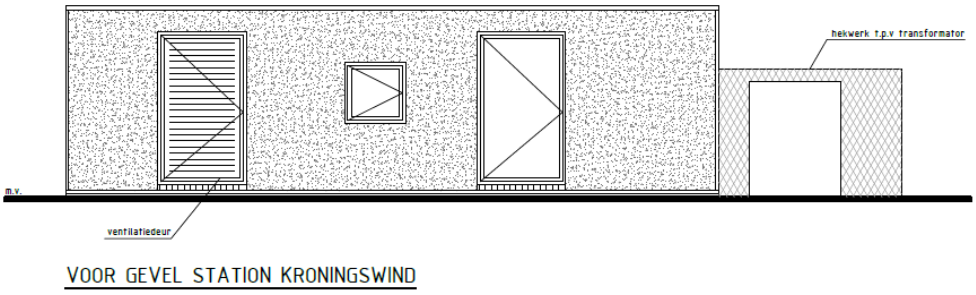
8.6.1 Aanlegfase

In de aanlegfase worden mogelijk tijdelijke bouwwegen gerealiseerd en worden kabelsleuven gegraven, die een tijdelijke impact op het landschap hebben. Deze effecten zijn zeer lokaal en tijdelijk van aard en worden om die reden niet nader beschouwd.

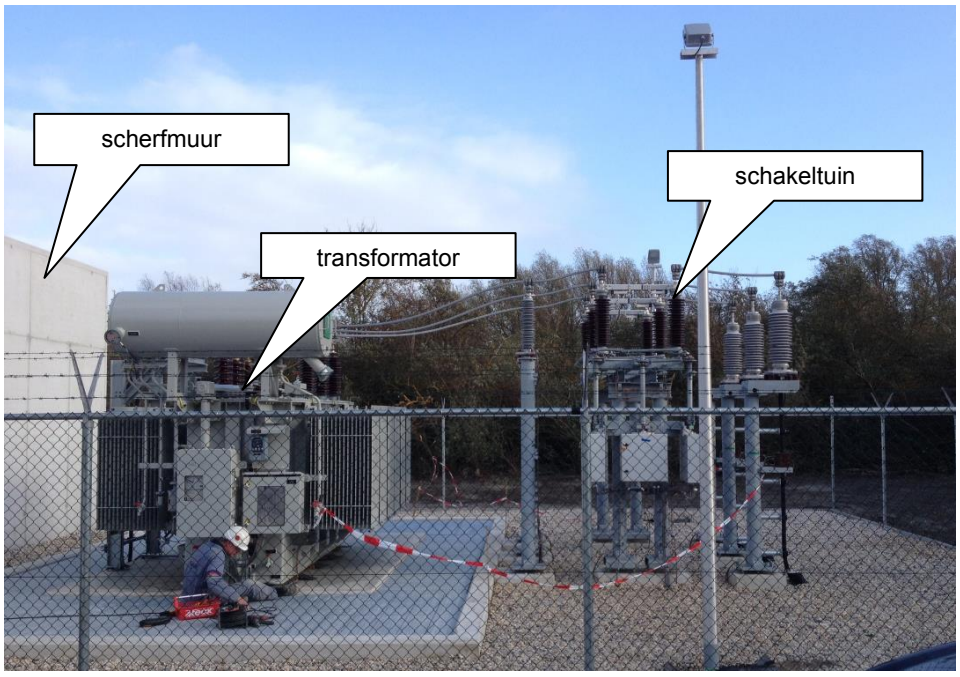
8.6.2 Netaansluiting

Ten behoeve van het windpark wordt tevens een transformatorstation gerealiseerd. Dit transformatorstation staat gepland op de locatie van het voormalige weeshuis aan de Halsweg 3. Zie figuur 3.2 voor een kaart van de locatie. Het betreft omheind terrein van circa 20 bij 15 meter met daarop twee gebouwde volumes van ca. 5 bij 4 meter met een maximale hoogte van 4,5 meter. Zie onderstaande figuren.

Figuur 8.11 Zijaanzicht van het geplande transformatorstation en foto (genomen vanaf de andere kant) van een vergelijkbaar transformatorstation op het Hellegatsplein



Figuur 8.12 Voorbeeld vergelijkbaar transformatorstation



Bron: Pondera Consult

Mede door de locatiekeuze onderaan de dijk en de daar aanwezig zijnde opgaande beplanting is de landschappelijke impact van dit bouwwerk zeer gering. Bovendien wordt het terrein waarop het transformatorstation wordt geplaatst gekenmerkt door leegstaande en deels vervallen bebouwing, die wordt gesaneerd. Dit meenemende gaat de ruimtelijke kwaliteit van het terrein als geheel er op vooruit.

8.7 Cumulatie

Zuidwest Nederland en in het bijzonder (de wateren rondom) Goeree-Overflakkee gelden inmiddels als een ‘concentratiegebied’ voor windenergie. Windpark Kroningspolder draagt daar in belangrijke mate aan bij. De beoordeling van de landschappelijke effecten van alleen Windpark Kroningspolder vertelt daarmee maar een deel van het verhaal. Voor de beleving van het landschap is het ook van belang dat deze toevoeging optelt bij het geheel van de op en rond het eiland aanwezige windparken. Het landschappelijke effect van deze cumulatie laat zich echter niet goed kwantificeren. Het betreft een glijdende schaal tussen landschap met ook windturbines en een ‘windenergielandschap’. Wanneer dit omslagpunt precies bereikt wordt, is sterk afhankelijk van de individuele beleving van landschap en windturbines. Zowel op het eiland zelf als aan de overkant van het Haringvliet staan inmiddels opstellingen van grote windturbines (zie figuur 8.13 en 8.14). Vooral bij helder weer zijn deze opstellingen niet los van elkaar te zien, ze gaan een visuele relatie met elkaar aan. Doordat de verschillende opstellingen ver uit elkaar staan treedt geen interferentie op; de opstellingen zijn duidelijk als individuele windparken te herkennen en ‘klonteren’ visueel niet aan elkaar. De samenhang met andere windparken is in paragraaf 8.5.2 reeds beoordeeld.

Figuur 8.13 Visualisatie interferentie van opstellingen (fotopunt 5 vanaf Hellevoetsluis)



links achter de vuurtoren zijn de windturbines van windpark krammer en windpark Battenoort zichtbaar, rechts de windturbines van windpark Kroningswind

Figuur 8.14 Visualisatie interferentie van opstellingen (fotopunt 11 vanuit Stellendam haven)



links op de achtergrond zijn de windturbines van windpark Haringvliet GO zichtbaar, rechts op de achtergrond, naast de gele silo de windturbines van windpark Krammer. Op de voorgrond windpark Kroningswind.

8.8 Mitigerende maatregelen

Bij het ontwikkelen van de alternatieven is zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de bestaande landschappelijke structuren. Met name de Oudendijk en de Buitendijk kennen echter een dusdanig kronkelig verloop dat een aansluiting op de schaal van het hele dijktracé niet goed uitpakt. Daar komt bij dat de in het gebied aanwezige woonbebouwing ervoor zorgt dat er veel gaten in deze lijnopstellingen vallen. Het resultaat is dat de opstellingen hierdoor minder goed herkenbaar worden. Een mitigerende maatregel hiervoor zou kunnen zijn om een strikte aansluiting bij deze structuren te laten varen en in plaats daarvoor te kiezen voor meer autonome, maar daardoor mogelijk rechtere of vloeiendere lijnen. De verwachting is dat dit het resultaat de landschappelijke effectbeoordeling als geheel ten goede zou komen.
Verder wordt de score van de alternatieven met grote windturbines (A1, B1 en C1) gedrukt door het feit dat deze grote turbines dominanter overkomen dan de relatief kleine windturbines van de alternatieven A2, B2 en C2. Dit nadeel kan deels gemitigeerd worden door te kiezen voor grote windturbines met relatief slanke masten, kleine voeten en kleine gondels. De bij grote windturbines benodigde verlichting kan daarnaast wellicht gemitigeerd worden door te kiezen voor continue verlichting in plaats van knipperlichten.

8.9 Samenvatting effectbeoordeling

Een vergelijking maken tussen de beoordeelde alternatieven voor wat betreft hun totale effect op het planaspect landschap, is geen kwestie van het optellen en aftrekken van plussen en minnen. Niet alle criteria wegen even zwaar en bovendien zijn de onderlinge verschillen soms (zeer) gering. Ook geldt dat sommige alternatieven wat negatiever scoren op het ene criterium, maar weer wat positiever op het andere en omgekeerd.

Tabel 8.4 Samenvatting effectbeoordeling

A1	A2	B1	B2	C1	C2
0/+	0/+	0	0	0/-	-

9 WATERHUISHOUDING EN BODEM

9.1 Beleid, regelgeving en beoordelingscriteria

9.1.1 Waterhuishouding beleid en regelgeving

Europees en nationaal

Het stroomgebied van grond- en oppervlaktewateren beperkt zich vaak niet tot landsgrenzen en daarom is in het jaar 2000 in Europees verband de Kaderrichtlijn Water (KRW) opgesteld. Deze richtlijn is erop gericht een goede kwaliteit van Europese wateren te waarborgen. Middelen uit de KRW om dit te bereiken zijn onder andere het aanpakken van lozingen, het verminderen van grondwaterverontreinigingen en het bevorderen van duurzaam watergebruik. Verder staan voor verschillende type waterlichamen richtlijnen beschreven voor het zuurstofgehalte, biodiversiteit en concentraties zware metalen en andere stoffen. Als aanvulling op de KRW zijn in de periode na 2000 verschillende andere Europese kaderrichtlijnen opgesteld voor het behoud of verbetering van waterkwaliteit. Voorbeelden hiervan zijn de Kaderrichtlijn Mariene Strategie voor bescherming van zoutwatergebieden en de Kaderrichtlijn Zwemwater.

In navolging van de KRW is in Nederland de Waterwet opgesteld om de Europese doelen op het gebied van waterkwaliteit te halen. Deze wet stamt uit 2009 en is er tevens op gericht om wet- en regelgeving te stroomlijnen. Zo zijn acht oorspronkelijke wetten gebundeld tot de Waterwet en vervangt de Watervergunning verschillende vergunningen die voorheen los van elkaar aangevraagd dienden te worden. Bovendien tracht de Waterwet de cohesie tussen het huidige waterbeleid en de ruimtelijke ordening te vergroten.

Onderdeel van de Waterwet is het Nationaal Waterplan waarin de Nederlandse visie en het strategisch beleid voor water en ruimtelijke ordening is vastgelegd. Daarnaast vormt dit het kader voor regionale waterplannen en de beheerplannen van waterschappen. Het Nationaal Waterplan wordt elke zes jaar herzien en het huidige Nationaal Waterplan 2016-2021 loopt tot 22 december 2021.

Provinciaal

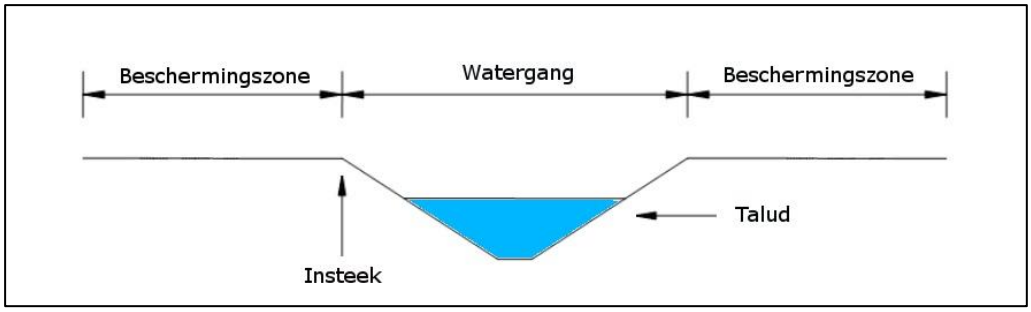
Op provinciaal niveau wordt het wettelijke kader en beleid gevormd door de Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM), geactualiseerd in 2016. Dit document beschrijft hoe en op welke manier Zuid-Holland zich in de nabije toekomst wil ontwikkelen. Het beter benutten van bestaande mogelijkheden, het vergroten van de agglomeratiekracht, verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit en het bevorderen van een water- en energie-efficiënte samenleving zijn de belangrijkste doelstellingen van de provincie. Specifiek voor het thema water is binnen de VRM het Regionaal Waterplan 2016 – 2021 opgesteld. Hierin wordt voornamelijk ingezet op waterveiligheid, waterkwaliteit, waterkwantiteit en een robuust en veerkrachtig watersysteem. Daarnaast vormt het onderdeel water van de VRM het kader voor de waterbeheerplannen, waarin de taken van waterschappen nader worden beschreven. De waterbeheerplannen sluiten aan bij de Europese en nationale wetgeving. In het Waterbeheerprogramma 2016-2021 staan de doelen en middelen beschreven hoe het Waterschap Hollandse Delta zorgt voor veiligheid, waterkwaliteit en een effectieve zuivering van het afvalwater. Voor gebods- en verbodsbepalingen betreffende het watersysteem is de Keur van het Waterschap Hollandse

Delta de wettelijke regeling. Voor werken in- en nabij waterstaatswerken geldt een vergunning- en of meldingsplicht bij het waterschap.

Zo dienen bijvoorbeeld ingrepen met betrekking tot grondwater altijd gemeld te worden bij het Waterschap. Of voldaan kan worden met een melding of een vergunning moet worden aangevraagd staat beschreven in de Keur. In de regel voldoet in het plangebied van Windpark Kroningswind een melding bij een gemiddelde bemalingshoeveelheid van minder dan 10 m^3 per uur en een totaal van 50.000 m^3 per jaar[29]. Bij een melding zijn de algemene regels van het waterschap van toepassing. Indien gemiddeld meer dan 50.000 m^3 grondwater per jaar wordt onttrokken, dient een watervergunning te worden aangevraagd. Het bevoegd gezag voor grondwateronttrekkingen verschuift richting de provincie Zuid-Holland wanneer de onttrekking groter is dan 150.000 m^3 per jaar.

Het waterschap staat verder niet toe dat windturbines in watergangen van het hoofdwatersysteem (primaire watergangen) geplaatst worden. Een vereenvoudigde weergave van een watergang is weergegeven in Figuur 9.1.

Figuur 9.1 Vereenvoudigde weergave van een doorsnee watergang



Bron: Pondera Consult

Voor watergangen van het hoofdwatersysteem geldt in het algemeen een beschermingszone van 5 meter (zie Tabel 9.1), gerekend vanaf de insteek. De beschermingszone heeft als doel een goede werking van de watergangen te garanderen en dient daarom geheel vrij te blijven van obstakels. De beschermingszone is tevens bedoeld voor inspectie en onderhoud. Windturbines dienen dus zodanig aangelegd te worden dat het onderhoud van een watergang gewaarborgd blijft. Er is een watervergunning vereist wanneer windturbines binnen deze beschermingszone geplaatst worden. Alle overige watergangen, waaronder verschillende soorten sloten, worden gerekend tot het zogenoemde watersysteem (secundaire watergangen). Tabel 9.1 laat zien dat ook voor enkele type secundaire watergangen een beschermingszone geldt. Alle watergangen in het plangebied zijn opgenomen in de ‘Legger’ en worden beschermd door de ‘Keur’. Aanpassingen aan watergangen (bijvoorbeeld verlegging of demping) is zonder goedkeuring van het waterschap niet toegestaan. Hiervoor dient in alle gevallen een watervergunning aangevraagd te worden.

[29] Tabel melding- of vergunningplicht van het Waterschap: https://www.wshd.nl/binaries/content/assets/wshd--website/common/vergunningverlening/overzicht-meld--en-vergunningplicht-bij-het-onttrekken-van-grondwater.pdf

Tabel 9.1 Beschermingszones voor de verschillende type watergangen in het plangebied

Type watergang		Beschermingszone (in m)
Primaire watergang	Inlaat- en uitwateringsgeul	5
	Boezemwater	5
	Hoofdwatergang	5
Secundaire watergang	Dijksloot	4
	Wegsloot	4
	Spoorsloot	-
	Overige watergangen	3

Bron: Keur Waterschap Hollandse Delta

Ten slotte mag het afstromende hemelwater niet worden vervuild. Dit kan worden voorkomen door het gebruik van niet-uitlogende (bouw)materialen. Als het af te voeren water wel is vervuild, dient het gezuiverd te worden voordat lozing op het wateroppervlak plaatsvindt. In het Activiteitenbesluit Milieubeheer zijn regels beschreven voor het lozen op het oppervlaktewater.

Het aspect dijkveiligheid komt aan de orde in het hoofdstuk Veiligheid van dit MER (zie hoofdstuk 10).

Gemeente Goeree-Overflakkee

In 2008 heeft het Waterschap Hollandse Delta in samenwerking met de toenmalige gemeenten op het eiland (Dirksland, Goedereede, Middelharnis en Oostflakkee) het Waterplan Goeree-Overflakkee opgesteld. Hierin staat onder meer beschreven welke middelen ingezet gaan worden om de doelen uit de KRW te halen. Daarnaast vormt het Waterplan het kader voor aangelegenheden rondom water in relatie tot ruimtelijke ontwikkelingen op het eiland. Zorgen voor voldoende oppervlaktewater binnen de gemeentegrenzen, het voorkomen van wateroverlast en verbeteren van de waterkwaliteit zijn de belangrijkste speerpunten.

Watertoets

Voor de aanleg van het windpark dient een watertoets te worden uitgevoerd. De watertoets omvat het gehele proces van het vroegtijdig informeren, adviseren, afwegen en het uiteindelijke beoordelen door de waterbeheerder van wateraspecten in plannen en besluiten. Het doel van de watertoets is waarborgen dat waterhuishoudkundige doelstellingen expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing worden genomen tijdens ruimtelijke procedures.

9.1.2 Bodem beleid en regelgeving

Nationaal

De Wet bodembescherming (Wbb) is erop gericht bodemkwaliteit te waarborgen of te verbeteren indien nodig. De wet schrijft voor dat een ieder die de bodem verontreinigd verplicht is maatregelen te nemen om deze verontreiniging tegen te gaan. Daarnaast staat ook beschreven op welke manier te handelen bij indien het een historische bodemverontreiniging betreft.

Tijdens de bouw van een windpark vindt op verschillende momenten bodemverstoring plaats. Zo wordt bijvoorbeeld grond afgegraven voor de aanleg van fundering, bekabeling en toegangswegen. Daarnaast wordt ook vaak grond van elders toegepast als versteviging of verhoging van het bestaande oppervlakte. Regelgeving voor toepassing van grond en bouwstoffen alsmede de vereiste kwaliteit hiervan staan beschreven in het Besluit Bodemkwaliteit.

Provinciaal

Vanuit de Wbb heeft de provincie een aantal wettelijke taken voor de bescherming van de bodemkwaliteit. Een van deze taken is het beheren van de benodigde informatie over de bodem en het verlenen van bijvoorbeeld ontgrondingsvergunningen voor ingrepen in de bodem. Regelgeving omtrent ontgrondingsvergunningen staat beschreven in de provinciale Ontgrondingenverordening Zuid-Holland 2014.

Gemeente Goeree-Overflakkee

In opdracht van de gemeente Goeree-Overflakkee is in 2015 door adviesbureau Marmos Bodemmanagement een bodemkwaliteitskaart opgesteld van de gemeentegronden. Deze kaart geeft een actueel en dekkend beeld van de diffuse chemische bodemkwaliteit en biedt mogelijkheden voor de toepassing en beoordeling van grondverzet binnen de gemeente. De gemeente beoordeelt of er bij bodemverontreiniging gebouwd mag worden of dat er een saneringsopgave geldt. Ook beoordeelt de gemeente bij een bestemmingswijziging of de bodemkwaliteit volstaat voor de toe te kennen bestemming. Bij ingrepen in de bodem zoals het afgraven van gronden voor de aanleg van het windpark is over het algemeen een bodemonderzoek benodigd.

9.1.3 Beoordelingskader

Waterhuishouding

Het thema water is in dit MER beoordeeld op een aantal criteria, deze staan in Tabel 9.2 en de bijbehorende beoordelingsschaal in Tabel 9.3. De scores weergegeven in de beoordelingsschaal zijn ten opzichte van de referentiesituatie.

Tabel 9.2 Beoordelingscriteria water

Beoordelings-criteria	Effectbeoordeling
Grondwater	Verandering van de grondwaterkwaliteit door mogelijk gebruik van uitlogende stoffen. Plus effect van eventuele bemalingen
Oppervlaktewater	Effecten van windturbine posities en grondwaterlozingen op het watersysteem
Hemelwaterafvoer	Toename verhard oppervlakte (effect op waterbergend vermogen en versnelling hemelwaterafvoer)

Tabel 9.3 Beoordelingsschaal water

Beoordelings-criteria	Negatief (--)	Licht negatief (-)	Neutraal (0)
Grondwater	De grondwaterkwaliteit neemt sterk af en bemalingen hebben sterk negatieve effecten	De grondwaterkwaliteit neemt af en bemalingen hebben licht negatieve effecten	Windpark heeft nauwelijks tot geen effect op de grondwater-kwaliteit. Bemalingen hebben nauwelijks tot geen negatieve effecten
Oppervlaktewater	Veel windturbines (≥ 3) gepositioneerd in hoofdwatergangen en aanpassingen aan watersysteem hebben sterk negatieve effecten	Enkele windturbines (< 3) gepositioneerd in hoofdwatergangen en aanpassingen aan watersysteem hebben licht negatieve effecten	Windturbines niet gepositioneerd in hoofdwatergangen en aanpassingen aan het watersysteem hebben nauwelijks tot geen negatieve effecten
Hemelwaterafvoer	Versnelde afvoer van hemelwater en bergend vermogen neemt sterk af	Versnelde afvoer van hemelwater en bergend vermogen neemt licht af	Er treedt nauwelijks tot geen versnelde afvoer van hemelwater op

Bodem

Het thema bodem is in dit MER beoordeeld op bodemkwaliteit volgens de criteria zoals opgenomen in Tabel 9.4. De bijbehorende beoordelingsschaal staat in Tabel 9.5.

Tabel 9.4 Beoordelingscriterium bodem

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Bodem(kwaliteit)	Toename van bodemverontreiniging

Tabel 9.5 Beoordelingsschaal bodem

Beoordelings-criterium	Negatief (--)	Licht negatief (-)	Neutraal (0)	Positief (+)
Bodemkwaliteit	Veroorzaken van bodem-verontreiniging	Kans op bodem-verontreiniging	Windpark heeft geen effect op de bodemkwaliteit	Aanwezige bodem-verontreiniging wordt gesaneerd

9.2 Referentiesituatie

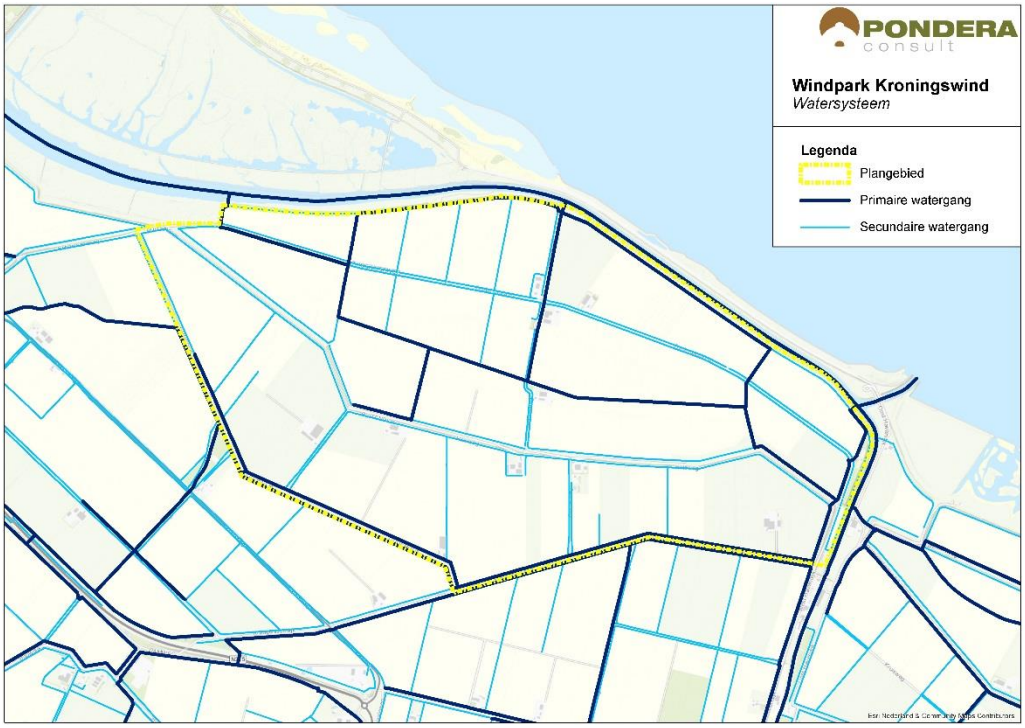
Watersysteem

Het plangebied ligt aan de noordzijde van het eiland Goeree-Overflakkee en grenst aan het Haringvliet. De hoogte van het maaiveld varieert van plaats tot plaats, maar ligt globaal tussen de 0 en 2 meter boven NAP. Door deze relatief lage ligging en de aanwezigheid van nabijgelegen zeearmen is de omgeving van het plangebied erg waterrijk. In verloop van tijd is er door de mens een heel stelsel aan watergangen aangelegd om de waterhuishouding in dit gebied in stand te houden. Met andere woorden: om een bepaald peilniveau te handhaven voor een specifieke bodemkwaliteit en bijbehorende gebruiksfunctie. Over het algemeen loopt de afwatering in de omgeving het plangebied via een uitgebreid drainagestelsel in noord(westelijke) richting. Door een netwerk van drainagepijpen en verschillende type sloten

wordt het overtollige water, een combinatie van regen en kwel, achtereenvolgens door gemalen naar het Spui en tenslotte naar het Haringvliet overgeheveld. Echter, wanneer het grondwater in een droge periode onder een bepaald niveau daalt, dan wordt water vanuit het Spui juist ingelaten om het gewenste peilniveau te behouden. Het watersysteem heeft daarom naast de dominante functies van afwatering en waterberging, van tijd tot tijd ook een belangrijke watervasthoudende functie.

Alle watergangen in het plangebied (weergegeven in Figuur 9.2.) zijn tevens opgenomen in de Legger Oppervlaktewaterlichamen en Kunstwerken en worden beschermd door de Keur van het Waterschap.

Figuur 9.2 Waterlichamen plangebied



Bron: Pondera Consult

Binnen het plangebied komen volgens de bodemkaart van Nederland[30] de grondwatertrappen III, V, VB en VI voor, waarvan de laatstgenoemde het grootste gedeelte van het plangebied bedekt. Grondwatertrappen zijn klassen waarin aangegeven wordt waar de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) zich bevindt. Tabel 9.6 geeft informatie over de verschillende grondwatertrappen in het plangebied.

[30] Digitale kaart van Nederland met informatie over verschillende bodemeigenschappen, waaronder: bodemopbouw, grondboringen en grondwaterstanden. De kaart kan geraadpleegd worden via: http://maps.bodemdata.nl/

Tabel 9.6 Grondwatertrappen

Grondwatertrap	Gemiddelde hoogste grondwaterstand (in cm onder maaiveld)	Gemiddelde laagste grondwaterstand (in cm onder maaiveld)
III	<40	80 – 120
V	<40	>120
VB	25 – 40	>120
VI	40 – 80	>120

Bron: BISNederland

Bodem

Oorspronkelijk behoorde de omgeving van het plangebied tot het stroomgebied van rivieren die hier in de Noordzee uitmonden. Alhoewel Goeree-Overflakkee tegenwoordig één eiland is, bestond dit gebied vroeger uit meerdere verspreid liggende eilanden. Over een lange periode heeft de mens steeds meer land drooggelegd waardoor de verschillende eilanden uiteindelijk met elkaar verbonden werden. Relatief gezien is de omgeving van het plangebied pas zeer recentelijk teruggewonnen op het water. Zo is het gebied ten noorden van de Halsdijk in de periode na 1850 drooggelegd, waarvan het merendeel pas na de watersnoodramp van 1953. Na de indijking en droogmaking werd het land na verloop van tijd langzaam bewoonbaar. Het plangebied heeft tegenwoordig een overwegend open, agrarisch karakter met een strakke, rechthoekige verkaveling. De ontstaansgeschiedenis heeft gevolgen gehad voor de kenmerken van de bodems in dit gebied. Over het algemeen worden de bodems in het plangebied geclassificeerd als zeekleigrond (binnen de categorie kalkrijke poldervaaggronden).

Bodemopbouw

De bodemkaart van Nederland classificeert bodems en geeft een overzicht van de bodemopbouw in een bepaald gebied. Een uitsnede van de bodemopbouw in het plangebied is weergegeven in Figuur 9.3. Hierbij dient vermeld te worden dat de kaart in het noordelijke gedeelte van het plangebied niet geheel accuraat is, aangezien dit deel niet uitsluitend uit wateroppervlak bestaat. Er zijn binnen de grenzen van het plangebied grofweg drie type bodems (poldervaaggronden) aanwezig en informatie over deze bodems is opgenomen in Tabel 9.7. Hieruit valt af te leiden dat de bodems in het plangebied voornamelijk zijn opgebouwd uit klei en zavel van plaats tot plaats op een zandlaag, maar dat in de precieze samenstelling variatie aanwezig is. Ondanks het feit dat er geen directe informatie beschikbaar is over het bodemtype in het noordelijke deel van plangebied, word niet verwacht dat de bodem hier fundamenteel anders is dan de varianten beschreven in Tabel 9.7.

Figuur 9.3 Bodems in het plangebied



Bron: BISNederland (bewerking door Pondera Consult)

Tabel 9.7 Bodems in het plangebied

Kleur bodemtype	Beschrijving	Grondsoort	Bodemopbouw
	Kalkrijke poldervaaggronden; zware zavel	Zware zavel	Zavel met homogeen profiel
	Kalkrijke poldervaaggronden; zware zavel	Zware zavel	Klei op zand
	Kalkrijke poldervaaggronden; lichte klei	Lichte klei	Lichte klei met homogeen profiel

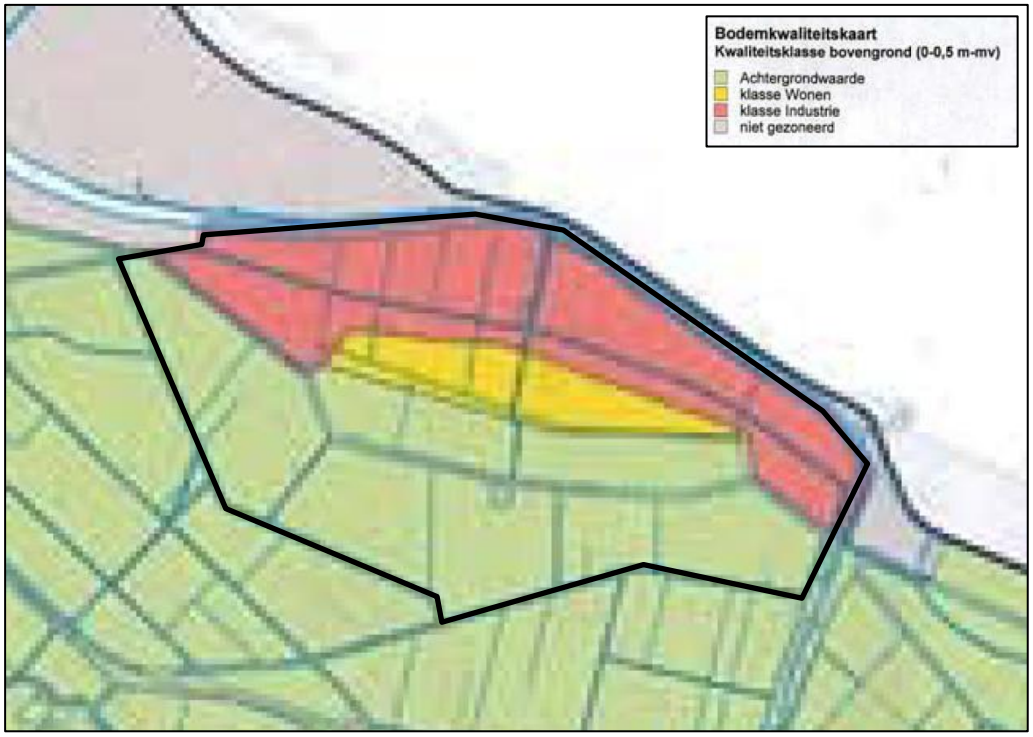
Bron: BISNederland

Bodemkwaliteit

In opdracht van de gemeente Goeree-Overflakkee is door adviesbureau Marmos Bodemmanagement in 2015 een bodemkwaliteitskaart opgesteld van de gemeentegronden. Deze bodemkwaliteitskaart is erop gericht bodemverplaatsing te begeleiden om zodoende de huidige samenstelling en functies van bodems te waarborgen. Voor het opstellen van de kaart is alleen de algemene bodemkwaliteit in beschouwing genomen en niet eventuele lokale verontreinigingen. Uit de kaart komt naar voren dat de bodemkwaliteit in de omgeving van het plangebied een aandachtspunt is. De noordelijke delen van het plangebied zijn namelijk pas na 1850 ingepolderd en kunnen hierdoor vanwege het destijds aangevoerde slib (onder invloed van industrieën verder landinwaarts) verontreinigd zijn. Echter, vanwege beleidskeuzes zijn de normen voor deze specifieke gebieden versoepeld waardoor vrijgekomen grond binnen het plangebied vrij toepasbaar is. Regelgeving hieromtrent staat beschreven in de Nota Bodembeheer Goeree-Overflakkee (2015).

Naast de algemene diffuse bodemkwaliteit die in de Bodemkwaliteitskaart wordt beschreven, kunnen er lokaal ook specifieke aandachtspunten aanwezig zijn. Informatie over eventueel lokaal aanwezige bodemverontreinigingen is te vinden op de bodemverontreinigingenkaart van Bodemloket[31]. Hieruit wordt duidelijk dat er in de omgeving van het plangebied meerdere bodemonderzoeken zijn uitgevoerd naar aanleiding van historische activiteiten. Binnen het plangebied betreffen dit voornamelijk activiteiten gerelateerd aan bedrijvigheid vanuit de agrarische sector, waaronder ophoging en demping van de bodem en de aanwezigheid van voormalige opslagplaatsen voor diesel en bestrijdingsmiddelen. Daarnaast blijkt uit de Nota bodembeheer dat in een deel van het plangebied sprake kan zijn van mogelijke verontreiniging als gevolg van bezinking van rivierslib dat plaatsvond voor inpoldering van het gebied. Dit deel van het plangebied heeft daarom voor de bovenlaag (tot 0,5 meter beneden maaiveld) de classificatie Industrie gekregen (zie Figuur 9.4). Op grotere diepte dan 0,5 meter beneden maaiveld is dit terrein niet gezoneerd.

Figuur 9.4 Bodemkwaliteitskaart bovengrond (tot -0,5 m maaiveld)



Bron: Nota Bodembeheer, 2015

9.3 Beoordeling effecten per alternatief

De alternatieven verschillen in afmetingen en de posities van de windturbines. Deze kenmerken zijn beschreven in hoofdstuk 4. Het verschil in hoogte en rotoromvang tussen de windturbinetypen heeft geen effect op de beoordeling van de aspecten water en bodem en is dus niet beschreven. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat het benodigde fundatieoppervlak voor de windturbinetypen niet onderscheidend is. Wel zal er een verschil zijn in het benodigde

[31] Om een inzicht te krijgen in de exacte locaties van de historische activiteiten kan de interactieve website van Bodemloket geraadpleegd worden: http://www.bodemloket.nl/kaart.

verhard oppervlak voor opstelplaatsen, wat aan bod komt in de paragraaf over hemelwaterafvoer.

9.3.1 Water

Grondwater

Windturbines krijgen een betonnen fundering en worden voor stabiliteit op fundatiepalen geplaatst, die in de bodem worden geheid. Door gebruik te maken van niet-uitlogende (bouw)materialen, wordt uitspoeling van stoffen voorkomen en verandering van de grondwaterkwaliteit niet verwacht. Om tijdens het bouwproces activiteiten uit te kunnen voeren in een droge bouwput, is tijdelijk bemaling van het grondwater nodig. Dit geldt met name voor aanleg van funderingen en bekabeling. Indien verlaging van het grondwaterpeil door bodem-technische redenen wordt belemmerd, zijn alternatieve methoden beschikbaar om het bouwproces goed te laten verlopen. Zo kan het oppervlak bijvoorbeeld plaatselijk verhoogd worden of gedacht worden aan een aangepaste inrichtingsvorm.

Over het algemeen is het verlagen van de grondwaterstand alleen nodig tijdens de aanleg van het windpark. Na afsluiting van het bouwproces wordt de normale grondwaterstand weer hersteld, waardoor negatieve effecten op de kwantiteit en kwaliteit van het grondwater niet aan de orde zijn.

De effectbeoordeling voor grondwater is weergegeven in Tabel 9.8. Voor alle alternatieven geldt dat de effecten van bemaling van korte duur zijn en deze geen nadelige invloed hebben op de kwantiteit en kwaliteit van het aanwezige grondwater.

Tabel 9.8 Effectbeoordeling grondwater voor mitigatie

Beoordelingscriterium	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Grondwater	0	0	0	0	0	0

Oppervlaktewater

Voor de instandhouding van een goede waterkwaliteit, grondgebruik en een veilige afwatering speelt het oppervlaktewater een cruciale rol. De alternatieven hebben verschillende afmetingen zoals beschreven in hoofdstuk 4. Er is momenteel nog niet bekend welk type windturbine wordt geïnstalleerd en ditzelfde geldt voor het benodigde fundatieoppervlak van de windturbines. De fundatiediameter is niet alleen afhankelijk van het type windturbine, maar wordt doorgaans tevens sterk bepaald door de eigenschappen van de bodem. Voor bepaling van de minimaal aan te houden afstand tot watergangen wordt hier daarom worst-case uitgegaan van een fundatiediameter van 26 meter voor alle alternatieven. Dit betekent dat voor windturbines een minimale afstand tot watergangen van het watersysteem geadviseerd wordt van 13 meter (gerekend vanaf het centrum van de windturbine). Op deze wijze overlapt het fundatieoppervlak van de windturbine niet met de watergang, waardoor het watersysteem naar verwachting niet op een negatieve wijze beïnvloed wordt.

Bovendien hanteert het Waterschap Hollandse Delta beschermingszones voor watergangen, variërend tussen de 0 en 5 meter afhankelijk van het type watergang (zie Tabel 9.1). Voor dit onderzoek wordt daarom worst-case voor alle watergangen een beschermingszone van 5 meter

gehanteerd om de effectbeoordeling uit te voeren. De minimaal aan te houden afstand voor windturbines tot watergangen van het watersysteem is daarom 18 meter (halve fundatiediameter + 5 meter beschermingszone). Windturbines die op meer dan 18 meter van de watergang staan hebben naar verwachting geen invloed op een goede werking van watergangen.

Tabel 9.9 geeft informatie over de relatie van de alternatieven tot watergangen in het gebied. De tabel geeft naast het aantal windturbines dat in de beschermingszone van watergangen ligt, ook informatie over het nummer van de betreffende windturbine en afstand tot de watergang. De afstand is berekend vanaf het centrum van de windturbine tot de watergang. In het algemeen kan geconcludeerd worden dat windturbines weinig effecten hebben op watergangen in het plangebied. Bij alternatief A1 en C1 is steeds één windturbine gepositioneerd in de beschermingszone van een primaire watergang. Voor alternatief A2 en C2 is er steeds één windturbine geplaatst in de beschermingszone van een secundaire watergang. Bij alle overige windturbines van de verschillende alternatieven kan voldoende afstand worden gehouden tot watergangen in het plangebied en worden negatieve effecten niet verwacht.

Tabel 9.9 Windturbines in relatie tot watergangen in het plangebied

Alternatief	Windturbines in de beschermingszone van primaire watergang			Windturbines in de beschermingszone van secundaire watergang		
	Aantal	Windturbine	Afstand (m)	Aantal	Windturbine	Afstand (m)
A1	1	A1-03	11	0	-	-
A2	0	-	-	1	A2-05	3
B1	0	-	-	0	-	-
B2	0	-	-	0	-	-
C1	1	C1-03	7	0	-	-
C2	0	-	-	1	C2-01	13

Gezien de grootte van het plangebied en de vele alternatieven kan de situatie niet overzichtelijk in één figuur samengevat worden. Als voorbeeld is daarom in Figuur 9.5 een bovenaanzicht van de situatie weergegeven voor windturbines A1-03 en A1-04 van alternatief A1. Hieruit wordt duidelijk dat windturbine A1-03 te dicht bij een watergang ligt, aangezien het fundatieoppervlak de watergang aan de rand van het perceel overlapt.

Figuur 9.5 Bovenaanzicht windturbines A1-03 en A1-04 (alternatief A1) in relatie tot watergangen



Bron: Pondera Consult

In de vorige paragraaf is ingegaan op eventueel benodigde bemaling voor het bouwproces. Alhoewel dit voor de kwantiteit en kwaliteit van het grondwater geen negatieve effecten tot gevolg heeft, is voorzichtigheid geboden met directe lozing op het oppervlaktewater. Dit vanwege het feit dat het grondwater en oppervlakte van plaats tot plaats in samenstelling en kwaliteit kunnen verschillen. Overleg met het Waterschap zal duidelijk moeten maken of directe lozing van het bemalingswater toegestaan is op het oppervlaktewater. Dit zal met name bij het aanvragen van eventuele vergunningen van belang zijn. Voor de beoordeling van de alternatieven in dit MER is dit niet onderscheidend, aangezien dit locatie specifiek afhankelijk is van maatwerk.

De effectbeoordeling voor oppervlaktewater is weergegeven in Tabel 9.10. De alternatieven waarbij een windturbine binnen de beschermingszone van een primaire watergang ligt, scoren licht negatief (-). De overige alternatieven scoren neutraal (0). Dit geldt ook voor de alternatieven A2 en C2 waarbij steeds één windturbine in de beschermingszone van een secundair, aangezien aanpassingen aan secundaire watergangen vaak eenvoudig zijn te realiseren en het watersysteem niet negatief beïnvloeden. Overleg met het Waterschap moet uitwijzen of bemalingswater op het oppervlaktewater mag worden geloosd, waardoor de waterkwaliteit niet in gevaar komt.

Tabel 9.10 Effectbeoordeling oppervlakte voor mitigatie

Beoordelingscriterium	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Grondwater	-	0	0	0	-	0

Hemelwaterafvoer

Bij de aanleg van een windpark neemt de hoeveelheid verhard oppervlak toe. Dit is het gevolg van de realisatie van fundaties, wegen, opstelplaatsen en eventuele inkoopstation(s). Deze werken zijn permanent aanwezig tijdens de gehele levensfase van het windpark. Windturbines met een fundatiediameter van circa 26 meter hebben een verhard oppervlak van ongeveer 530 vierkante meter tot gevolg. Voor kraanopstelplaatsen bedraagt dit circa 4.000 vierkante meter voor de windturbines met tiphoogte > 150 meter, uitgaande van de afmetingen 50 bij 80 meter. Het totale verhard oppervlak per windturbine met tiphoogte > 150 meter bedraagt in dit geval naar verwachting circa 4.530 vierkante meter. Voor windturbines met tiphoogte ≤ 150 meter bedraagt de oppervlakte voor kraanopstelplaatsen circa 1.925 vierkante meter, uitgaande van de afmetingen 35 bij 55 meter. Het totale verhard oppervlak per windturbine met tiphoogte ≤ 150 meter bedraagt naar verwachting dus circa 2.455 vierkante meter. Deze waarden zijn in Tabel 9.11 gebruikt om een schatting te maken van de toename aan verhard oppervlak voor elk alternatief. De totale hoeveelheid aan verhard oppervlak neemt overigens naar verwachting nog verder toe afhankelijk van de benodigde afstand aan toegangswegen (van 5 meter breed) en een transformatorstation. Het station is het punt waar de bekabeling van het windpark voor het transport van elektriciteit wordt verbonden met het reguliere elektriciteitsnet. Aangezien de ligging van de toegangswegen en het transformatorstation niet onderscheidend is voor de verschillende alternatieven, is dit nu niet meegenomen in de beoordeling van de alternatieven.

Tabel 9.11 Toename verhard oppervlak

	Alternatieven					
	A1	**A2**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
Aantal windturbines	14	18	13	18	20	26
Totale toename verhard oppervlak (m^2)	53.600	48.300	49.800	48.300	76.600	69.700

Het gevolg van een toenemend verhard oppervlak is dat hemelwater sneller tot afstroming zal komen. Wanneer deze hemelwaterafvoer direct versneld in het bestaande oppervlaktewatersysteem terecht komt, kan dit problemen veroorzaken voor de instandhouding van een bepaald peilbeheer. En dit kan vervolgens weer potentieel negatieve gevolgen hebben voor de waterkwaliteit, de bodemfunctie en een veilige afwatering. Indien negatieve effecten plaatsvinden, dient vertraagde afvoer gerealiseerd te worden. Maatregelen kunnen bestaan uit het niet aanleggen van riolering, maar het direct afvoeren van water via het maaiveld. Op deze manier krijgt het water de tijd om te infiltreren en kan het vertraagd ondergronds naar het oppervlaktewater stromen. Tevens kunnen naast wegen, fundaties en opstelplaatsen extra sloten gecreëerd worden, waardoor het waterbergend vermogen toeneemt. De noodzaak en hoeveelheid van de benodigde berging dient in overleg met het waterschap bepaald te worden.

Tabel 9.12 geeft de effectbeoordeling voor alle alternatieven weer op hemelwaterafvoer. Toename van het verhard oppervlak zal naar verwachting in eerste instantie een versnelde afvoer van hemelwater tot gevolg hebben. Hoewel de totale toename aan verhard oppervlak per alternatief verschillend is, zal dit voor alle alternatieven het geval zijn. Alle alternatieven scoren daarom vooralsnog licht negatief (-).

Tabel 9.12 Effectbeoordeling hemelwaterafvoer voor mitigatie

Beoordelingscriterium	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Grondwater	-	-	-	-	-	-

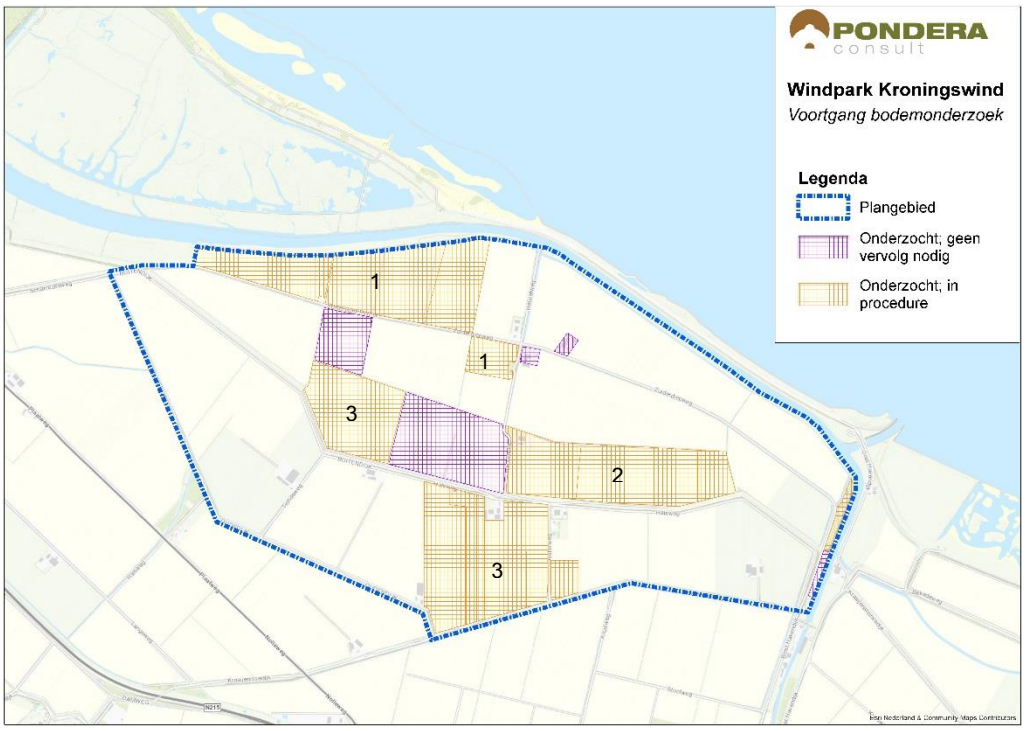
9.3.2 Bodem

De kaart van het Bodemloket geeft informatie over de gesteldheid van de Nederlandse bodemkwaliteit door middel van inzicht in uitgevoerd bodemonderzoek. Voor wat betreft voortgang van bodemonderzoek houdt het Bodemloket vier categorieën aan:

- Gesaneerd;
- Onderzoek uitgevoerd, geen noodzaak tot verder onderzoek of sanering;
- Onderzoek uitgevoerd, verder onderzoek noodzakelijk;
- Historische activiteiten bekend.

De situatie op basis van het huidige uitgevoerde bodemonderzoek in de omgeving van het plangebied is weergegeven in Figuur 9.6. Hieruit wordt duidelijk dat in het grootste gedeelte van het plangebied onderzoeken bekend zijn. In het centrale deel liggen zones waar reeds bodemonderzoek heeft plaatsgevonden, en op basis hiervan is geconcludeerd dat er geen vervolgstappen nodig zijn (paarse vlakken). Dit betreffen voor zover bekend locaties waar grondverplaatsing heeft plaatsgevonden in de vorm van demping en verhoging van het maaiveld. Er komen binnen de grenzen van het plangebied geen gebieden voor waar sanering heeft plaatsgevonden of waar overige historische activiteiten anders dan die in de agrarische sector bekend zijn. Wel zijn er meerdere zones waar momenteel het bodemonderzoek in procedure is. Op deze locaties is reeds verkennend onderzoek uitgevoerd, maar vervolgonderzoek zal de omvang en ernst van de vastgestelde verontreiniging moeten bepalen. In Figuur 9.6 zijn deze zones van een nummer voorzien en deze nummering wordt in Tabel 9.13 gebruikt om nadere informatie per zone te geven.

Figuur 9.6 Voortgang bodemonderzoek in het plangebied



Bron: Bodemloket (bewerking door Pondera Consult)

Tabel 9.13 Gegevens over zones met bodemonderzoek in procedures

ID	Identificatiecode bevoegd gezag	Uitgevoerd onderzoek	Verontreinigde (onderzochte) activiteiten	Vervolg
1	ZH050409028	Historisch onderzoek (2002)	• stortplaats rioolslib op land • bloembollen- en bloemknollenkwekerij	Uitvoeren oriënterend onderzoek
2	ZH050409029	Historisch onderzoek (2003)	• wegfundering/wegverharding met puin • bestrijdingsmiddelen-opslagplaats • wegfundering/wegverharding met zinkassen • dieseltank	Uitvoeren oriënterend onderzoek
3	ZH050409030	Verkennend en historisch onderzoek (2007)	• erfverharding met puin en/of bouw en sloopafval • demping (niet gespecificeerd)	Uitvoeren nader onderzoek

Tabel 9.14 geeft voor alle alternatieven weer hoeveel en welke windturbines gepositioneerd zijn in een zone waar het bodemonderzoek momenteel in procedure is. In combinatie met de bovenstaande tabel kan voor de windturbines per alternatief achterhaald worden wat de vervolgstappen voor de betreffende zones zijn. Bij elk alternatief staan windturbines gepositioneerd in een zone waar mogelijk verontreinigingen aanwezig zijn en het

bodemonderzoek momenteel in procedure is. Alternatief C2 kent de meeste windturbines in dergelijke gebieden.

Tabel 9.14 Windturbines in relatie tot bodemkwaliteit

Alternatief	Aantal windturbines binnen zone bodemonderzoek in procedure	Windturbines
A1	4	Zone 1 = A1-01, A1-03 en A1-04 Zone 2 = geen Zone 3 = A1-12
A2	6	Zone 1 = A2-01, A2-02, A2-03, A2-04 en A2-05 Zone 2 = geen Zone 3 = A2-18
B1	4	Zone 1 = B1-01, B1-02 en B1-03 Zone 2 = geen Zone 3 = B1-11
B2	6	Zone 1 = B2-01, B2-02, B2-03 en B2-04 Zone 2 = geen Zone 3 = B2-14 en B2-15
C1	7	Zone 1 = C1-01, C1-03 en C1-04 Zone 2 = C1-13 en C1-14 Zone 3 = C1-11 en C1-18
C2	10	Zone 1 = C2-17, C2-18, 19 en C2-20 Zone 2 = C2-05 en C2-06 Zone 3 = C2-02, C2-03, C2-13 en C2-14

Verder worden windturbines in het algemeen niet beschouwd als gevoelige objecten die van nature een negatieve invloed hebben op de bodemkwaliteit, mits gebruik wordt gemaakt van niet uitlogende (bouw)materialen.

De effectbeoordeling voor bodemkwaliteit is weergegeven in Tabel 9.15. Alle alternatieven scoren vooralsnog licht negatief (-) aangezien hier nog onduidelijkheid bestaat over de bodemgesteldheid van meerdere windturbines in een gebied waar een vervolgtraject voor bodemonderzoek noodzakelijk is. Toekomstig bodemonderzoek moet daarom meer duidelijkheid verstrekken over de precieze bodemkwaliteit in dit gebied en het risico op (verspreiding van) bodemverontreinigingen. Dit is echter niet onderscheidend voor de alternatieven.

Tabel 9.15 Effectbeoordeling bodemkwaliteit voor mitigatie

Beoordelingscriterium	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Bodemkwaliteit	-	-	-	-	-	-

9.4 Effecten aanlegfase en netaansluiting

9.4.1 Aanlegfase

Waterhuishouding

Grondwater

In het bouwbesluit is vastgelegd dat er bij de bouw geen gebruik mag worden gemaakt van uitlogende bouwmaterialen. Dit betekent concreet dat er bij de aanleg (en ook na de constructiefase) geen uitspoeling van stoffen en daarmee geen verandering van de grondwaterkwaliteit wordt verwacht. De effecten worden daarom neutraal beoordeeld. Er is wel specifiek aandacht verreist voor een mogelijk tijdelijk effect op de grondwaterstroming tijdens de aanleg van onderdelen van het windpark.

Oppervlaktewater

Om de nieuwe windturbines bereikbaar te maken moeten toegangswegen, opstelplaatsen en aansluitingen op bestaande infrastructuur gerealiseerd worden en moeten mogelijk kleine aanpassingen aan het watersysteem plaatsvinden. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om het aanbrengen van duikers of het realiseren van watercompensatie. Dit zijn ingrepen met slechts kleine gevolgen voor het watersysteem, maar zijn vergunningplichtig en dienen plaats te vinden in overleg met het waterschap. Bij de planuitwerking zal worden voldaan aan de ontwerpcriteria van de waterbeheerder. Water dat onttrokken dient te worden tijdens bemaling zal worden geloosd op het oppervlaktewater. Voor het lozen van bemalingswater is een vergunning benodigd van het waterschap. Zij controleren of wordt voldaan aan de gestelde lozingsnormen. De effecten van de aanlegfase op het oppervlaktewater zijn neutraal beoordeeld.

Hemelwater

Voor de realisatie van het windpark wordt, naast de aanleg van permanente infrastructuur, wellicht ook tijdelijke verhardingen aangelegd zoals bijvoorbeeld extra toegangswegen. Dit is grotendeels afhankelijk van de planuitvoering in de aanlegfase en indien mogelijk zorgen voor een versnelde afvoer van hemelwater naar het oppervlaktewatersysteem. Dit negatieve gevolg kan worden gecompenseerd door bijvoorbeeld het toevoegen van waterbergend vermogen, maar dit dient te gebeuren in overleg met het waterschap. De effecten van de aanlegfase op hemelwater zijn neutraal beoordeeld.

Bodemberoering

Tijdens de aanlegfase wordt gebruik gemaakt van opstelplaatsen (voor o.a. kraanmateriaal) en toegangswegen (tevens voor beheer en onderhoud). Voor elk alternatief is een inschatting gemaakt van de hoeveelheid oppervlak waar bodemberoering zal plaatsvinden. De bodemroering heeft grotendeels een tijdelijk karakter en wordt bij de realisatie beperkt tot de nieuw aangelegde infrastructuur, opstelplaatsen en fundering. De verstoring van de deklaag heeft tevens een tijdelijk karakter. De effecten voor de alternatieven zijn neutraal beoordeeld.

9.4.2 Netaansluiting

Ten behoeve van het aanleggen van de parkbekabeling zal een sleuf gegraven worden. Bij de werkzaamheden kan mogelijk een tijdelijk effect optreden op de grondwaterstroming, door toepassen van bronbemaling. Bij het opvullen van de gegraven sleuf vormt het op een juiste wijze verdichten van de teruggebrachte grond een belangrijk aandachtspunt. Gezien de naar

verwachting geringe diepte van de sleuf (circa 1 meter beneden maaiveld) wordt niet verwacht dat het type opvulmateriaal negatieve effecten zal hebben op de lokale grondwaterhuishouding.

9.4.3 Cumulatie

In het algemeen wordt niet verwacht dat cumulatieve effecten optreden op de waterhuishouding en bodemkwaliteit door het windpark in samenhang met bestaande activiteiten en ontwikkelingen in het gebied. Cumulatie wordt daarom niet in beschouwing genomen.

9.5 Mitigerende maatregelen

De voorgenomen ontwikkelingen leiden naar verwachting niet tot grote negatieve effecten op de aspecten water en bodem. Er worden vanuit het aspect waterhuishouding en bodemkwaliteit dan ook geen mitigerende maatregelen voorgesteld, behalve mogelijk voor oppervlaktewater en hemelwaterafvoer. Eventueel toe te passen mitigerende maatregelen worden hieronder kort toegelicht.

Mitigerende maatregelen die worden geadviseerd bij oppervlaktewater hebben betrekking op het verplaatsen van windturbines uit de beschermingszone van primaire watergangen. Deze verplaatsing hoeft slechts enkele meters te bedragen om negatieve effecten te voorkomen en een goede werking van watergangen in stand te houden. Ditzelfde geldt, zij het in mindere mate, voor de posities van windturbines nabij secundaire watergangen. Bij de verplaatsing van de windturbines dient wel rekening te worden gehouden met de effecten op andere aspecten. Na toepassing van mitigatie scoren alle alternatieven neutraal (0).

Voor hemelwaterafvoer is het mogelijk om naast nieuwe infrastructuur, extra waterbergend vermogen te creëren door middel van sloten. De noodzaak en hoeveelheid van de benodigde berging is afhankelijk van maatwerk en dient in nauw overleg met het Waterschap bepaald te worden. Indien bijvoorbeeld hemelwaterafvoer direct via het maaiveld de grond kan infiltreren, zal de noodzaak voor extra waterberging waarschijnlijk afnemen. Bij het treffen van maatregelen voor behoud van het waterbergend vermogen, zoals het vertraagd afvoeren van hemelwater of realisatie van extra berging, worden potentieel negatieve het effect van de verschillende inrichtingsalternatieven op hemelwaterafvoer niet verwacht. Alle alternatieven scoren na mitigatie neutraal (0).

9.6 Vergelijking en samenvatting effectbeoordeling

In dit hoofdstuk zijn de effecten van de verschillende alternatieven onderzocht op de criteria grondwater, oppervlaktewater, hemelwater en bodemkwaliteit. De resultaten van de kwalitatieve beoordeling zijn samengevat in Tabel 9.16. Hieruit komt naar voren dat alle alternatieven, wanneer voor oppervlaktewater en hemelwaterafvoer de voorgestelde mitigerende maatregelen worden toegepast, neutraal scoren op alle onderdelen van het thema waterhuishouding. Negatieve effecten op de waterhuishouding worden daarom niet verwacht. Dit geldt in grote mate ook voor het effect op de lokale bodemkwaliteit. Echter, voor het voorkeursalternatief moet in een vervolgfase uitgezocht worden wat de aard van de bodemkwaliteit is op de windturbineposities in een zone waar het bodemonderzoek momenteel in procedure is.

Tabel 9.16 Samenvatting effectbeoordeling waterhuishouding en bodem

Beoordelingscriteria	Mitigatie	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Grondwater	n/a	0	0	0	0	0	0
Oppervlaktewater	Voor	-	0	0	0	-	0
	Na	0	0	0	0	0	0
Hemelwaterafvoer	Voor	-	-	-	-	-	-
	Na	0	0	0	0	0	0
Bodemkwaliteit	n/a	-	-	-	-	-	-

10 VEILIGHEID

10.1 Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria

10.1.1 Wet- en regelgeving, richtlijnen en adviesafstanden

Bij de ruimtelijke inpassing van windturbines speelt veiligheid een belangrijke rol. Hoewel het risico laag is, kunnen windturbines net als iedere installatie, een calamiteit vertonen of falen. Het effect van Windpark Kroningswind op de veiligheidssituatie van de omgeving is daarom beoordeeld aan de hand van een aantal criteria die zijn afgeleid uit wet- en regelgeving. Ook is gebruik gemaakt van adviezen voor toetsing van beheerders van infrastructurele werken. De criteria hebben betrekking op zowel externe veiligheid, als leveringszekerheid. Externe veiligheid heeft betrekking op de effecten op personen en installaties in de omgeving. Leveringszekerheid gaat over gevolgschade aan (leiding)infrastructuur. Bijvoorbeeld een windturbine valt om, raakt een elektriciteitskabel, waardoor de elektriciteit uitvalt bij afnemers. tot slot wordt de interne veiligheid van windturbines hieronder kort beschreven, deze is verder niet meegenomen in de effectbeoordeling.

Interne veiligheid

De interne veiligheid van de windturbines is geregeld via de certificering van het ontwerp en de productie van windturbines. In Nederland mogen alleen windturbines worden geplaatst die gecertificeerd zijn volgens de veiligheidsnormen NVN 11400-0 en aansluitend NEN-EN-IEC 61400. Deze normen bevatten criteria voor veiligheid, geluidemissie en rendement. De keuring volgens deze normen is gericht op een veilige en betrouwbare werking van een windturbine en wordt verricht door een erkend keuringsinstituut. Het windturbineontwerp wordt gecontroleerd op sterkte van de constructie, elektrische veiligheid, bliksemafleiding en beveiliging tegen te harde wind. De windturbine wordt ook getest. Zo worden er bijvoorbeeld onder verschillende omstandigheden remproeven uitgevoerd. Ook wordt de brandveiligheid van de constructie in de normen behandeld. De MER-alternatieven zijn niet onderscheidend op dit aspect. Daarom wordt interne veiligheid in dit MER niet nader beoordeeld.

Externe veiligheid

In het Besluit algemene regels inrichtingen Milieubeheer (Barim)[32], ook wel Activiteitenbesluit genoemd, is onder andere geregeld hoe vaak een windturbine moet worden gecontroleerd en wanneer een windturbine wel of niet in werking mag zijn.

Voor externe veiligheid is per 1 januari 2011 het Besluit wijziging milieuregels windturbines in werking getreden. Daarin wordt onder meer geregeld dat voor veiligheidsafstanden in grote lijnen wordt aangesloten op het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)[33] en dat zich geen kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6}-contour en geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-5}-contour mogen bevinden. PR staat voor het Plaatsgebonden Risico. Dit is de kans per jaar dat iemand overlijdt als gevolg van een ongeval van een falende windturbine, als deze persoon permanent en onbeschermd op een bepaalde afstand tot de turbine aanwezig zou zijn.

[32] Activiteitenbesluit milieubeheer, van 19 oktober 2007, met wijzigingen, te raadplegen via: http://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2017-06-01.
[33] Besluit externe veiligheid Inrichtingen, Geldend op 15-11-2017, te raadplegen via: http://wetten.overheid.nl/BWBR0016767/2016-01-01.

Een PR-norm van 10^{-5} betekent een kans van 1 op 100.000, PR 10^{-6} een kans van 1 op 1 miljoen.

De afstanden die bij deze normen worden gehanteerd, zijn aangeduid in Tabel 10.1. Voor de bepaling van deze afstanden (contouren) wordt verwezen naar het Handboek risicozonering windturbines[34]. Ook wordt aansluiting gezocht bij het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb[35]).

Leveringszekerheid

Daarnaast hebben beheerders van infrastructurele werken randvoorwaarden voor situaties van uitval van belangrijke infrastructurele werken zoals grote gasleidingen en elektriciteits-voorzieningen. Om hier rekening mee te houden is gekeken naar de invloed van plaatsing van windturbines op de leveringszekerheid van de nabije infrastructurele werken. Hoewel dit strikt genomen geen veiligheidseffect betreft, wordt onder deze noemer tevens gekeken naar effecten op de nabij Windpark Kroningswind aanwezige drinkwatertransportleiding.

Transport infrastructuur

Plaatsing van windturbines nabij infrastructurele objecten is alleen mogelijk wanneer uit nader onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid bestaat. Hierbij kan getoetst worden aan de normen voor het IPR en MR die Rijkswaterstaat hanteert. IPR staat voor Individueel Passanten Risico en geeft de overlijdenskans per passant per jaar aan. Het MR staat voor Maatschappelijk Risico en is een maat voor het verwachte aantal doden per jaar, als het product van het verwachte aantal slachtoffers per passage en het aantal passages per jaar.

Tabel 10.1 Afstandscriteria

Norm	Afstandscriterium
PR 10^{-5}	Halve rotordiameter
PR 10^{-6}	Ashoogte + halve rotordiameter *of* Maximale werpafstand bij nominaal toerental (hoogste waarde)
Maximale werpafstand bij overtoeren (2x nominaal)	Berekenen op basis van windturbine-eigenschappen conform het Handboek risicozonering windturbines 2014, versie 3.1. Deze afstand wordt ook gebruikt als identificatieafstand.

Er wordt in dit MER gewerkt met maximale veiligheidsafstanden, die gebaseerd zijn op referentiewindturbines. Deze veiligheidsafstanden worden weergegeven in contouren op kaart. Deze zijn weergegeven in Tabel 10.2 en berekend op basis van methodieken uit het Handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1). [36] Op het moment dat het type windturbine bekend is kan eventueel nog gerekend worden met specifiek berekende risicocontouren in plaats van maximale waarden. De specifiek berekende contouren zijn altijd gelijk of kleiner dan de waarden uit tabel 10.2.

[34] Faasen, C.J.; Franck, P.A.L. & Taris, A.M.H.W. (2014). Handboek Risicozonering Windturbines. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
[35] Besluit van 24 juli 2010, houdende milieukwaliteitseisen externe veiligheid voor het vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen (Besluit externe veiligheid buisleidingen) en aanvulling tot d.d. 01-05-2016.
[36] De PR10^{-6}-contour is de hoogste waarde van de volgende rekenmethodes: 1) maximale werpafstand bij nominaal toerental, of 2) ashoogte plus halve rotordiameter. Methode 2 is maatgevend bij alle turbinetypes in dit MER en bepaalt dus de PR10-6-contour.

Tabel 10.2 Effectafstanden en eigenschappen van voorbeeldwindturbines

Windturbinetype	Alternatief A1, B1 en C1	Alternatief A2, B2 en C2
Ashoogte	130 meter	91,5 meter
Rotordiameter	136 meter	117 meter
½ rotordiameter (PR 10^{-5} contour)	65 meter	58,5 meter
Tiphoogte (PR 10^{-6} contour)	200 meter	150 meter

Significantie

Om te bepalen of een optredend risico significant is, wordt een ondergrens aangehouden van 10% additioneel risico. Dit betekent dat, wanneer een windturbine of groep van windturbines niet meer dan 10% toevoegen aan het reeds aanwezig risico van een installatie zelf, dit risico als verwaarloosbaar wordt gezien en niet verder wordt beschouwd. Met andere woorden, het aanvullende risico is zodanig klein, dat het in verhouding met het reeds aanwezige risico niet van belang wordt geacht.

10.1.2 Beoordelingscriteria

Op basis van Tabel 10.2 is het beoordelingskader hieronder (Tabel 10.3) opgenomen. Voor elk criterium wordt gekeken naar de mogelijke risico's binnen de toetsingsafstand.

Tabel 10.3 Beoordelingskader veiligheid[37]

Aspect	Effectbeoordeling op	Criterium	Afkomstig uit
Bebouwing – Kwetsbare objecten	Woningen, scholen en gezondheidszorginstellingen binnen de toetsafstanden	PR 10^{-6}	Activiteitenbesluit
Bebouwing – Beperkt kwetsbare objecten	Overige gebouwen binnen de toetsafstanden, zoals restaurants, verspreid liggende woningen en bedrijfsgebouwen.	PR 10^{-5}	Activiteitenbesluit
Verkeer – Wegen	Wegen binnen toetsafstanden	½ RD, IPR & MR	Beleidsregels van Rijkswaterstaat[38]
Verkeer - Waterwegen	Waterwegen binnen toetsafstanden	50m	Beleidsregels van Rijkswaterstaat
Verkeer – Spoorwegen	Spoorwegen binnen toetsafstanden	½ RD* + 7,85m	Beleidsregels beheerder
Industrie en risicovolle inrichtingen	Risico-inrichtingen en installaties binnen toetsafstanden en 10% toets voor significantie van effect	PR 10^{-6} en 10%-toets	Bevi
Onder- en bovengrondse transportleidingen	Aanwezigheid van kwetsbare objecten binnen de effectafstanden van buisleidingen die een verhoogd risico van windturbines ondervinden en invloed op leveringszekerheid	Maximale werpafstand bij nominaal toerental	Beleidsregels beheerder

[37] Voor een toelichting over specifieke veiligheidsafstanden wordt verwezen naar de tekst in paragraaf 10.1.1.
[38] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2002) Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken, 2 juli 2002)

Aspect	Effectbeoordeling op	Criterium	Afkomstig uit
Hoogspanningslijnen	Afstand tot hoogspanningslijnen en aanwezigheid van kwetsbare objecten binnen de effectafstanden van hoogspanningslijnen die een verhoogd risico van windturbines ondervinden en invloed op leveringszekerheid	PR 10^{-6}	Beleidsregels beheerder
Dijklichamen en waterkeringen	Objecten binnen toetsafstanden	Buiten kernzone	Waterschap / Rijkswaterstaat

* RD = Rotordiameter

Tabel 10.4 geeft de uitleg van de scores weer; er zijn ten opzichte van de referentiesituatie geen of negatieve effecten mogelijk voor het aspect externe veiligheid.

Tabel 10.4 Scoringsmethodiek

Score	Oordeel ten opzicht van de referentiesituatie
--	Significant negatief effect, geen mitigerende maatregelen mogelijk
-	Significant negatief effect, maar mitigerende maatregelen mogelijk
0	Geen effect

10.1.3 Te beoordelen objecten

Voor externe veiligheid worden alle objecten beschouwd die zich binnen de maximale identificatieafstand vanaf de windturbines bevinden. De identificatieafstand is gebaseerd op de generieke werpafstand bij overtoeren (2x nominaal toerental), gebaseerd op het Handboek risicozonering windturbines, uitgaande van de grootste windturbine (alternatief A1, B1 en C1). Deze identificatieafstand is voor dit MER bepaald op 691,5 meter. In Tabel 10.5 zijn de verschillende objectcategorieën opgenomen en is aangegeven of deze al dan niet aanwezig zijn in het plangebied.

Tabel 10.5 Aanwezigheid van objecten binnen de identificatieafstand

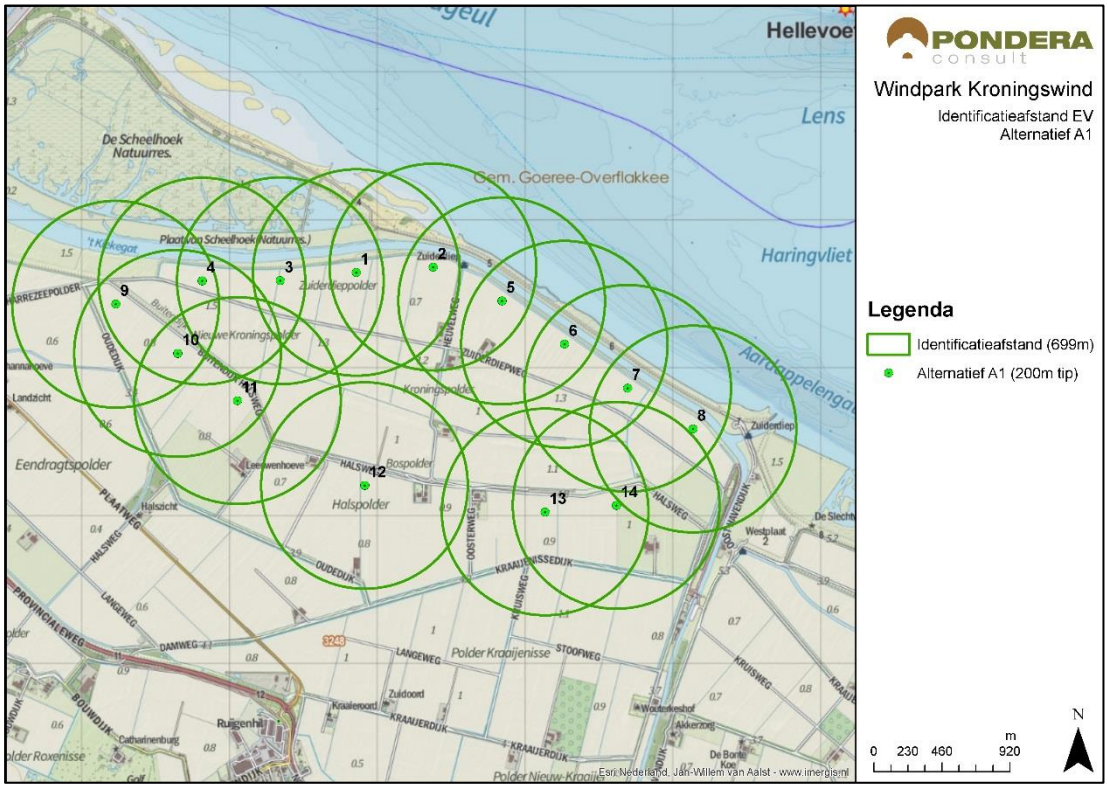
Beoordelingscriteria	Aanwezigheid binnen identificatieafstand
Bebouwing	Er bevinden zich woonfuncties en panden binnen de identificatieafstand
Wegen	Er bevinden zich geen rijkswegen binnen de identificatieafstand. Wel zijn enkele lokale wegen in het plangebied gelegen binnen de contouren
Spoorwegen	Niet aanwezig
Waterwegen	Niet aanwezig binnen de contouren
Industrie en risicovolle inrichtingen	Er zijn twee risicovolle inrichtingen aanwezig binnen de identificatieafstand, behorend tot landbouwbedrijven
Onder- en bovengrondse transportleidingen	Er zijn geen buisleidingen voor transport van gevaarlijke stoffen aanwezig binnen de identificatieafstand[39]
Onder- en bovengrondse hoogspanningslijnen	Er zijn geen hoogspanningsverbindingen aanwezig

[39] Er is een drinkwatertransportleiding aanwezig. Aangezien een waterleiding geen externe veiligheidsrisico veroorzaakt, worden eventuele effecten op deze leiding alleen beschouwd in het hoofdstuk ruimtegebruik, waarin overige aanwezige functies worden beschouwd.

Beoordelingscriteria	Aanwezigheid binnen identificatieafstand
Dijklichamen en waterkeringen	Er bevindt zich een primaire waterkering langs de noordzijde van het plangebied en twee secundaire waterkeringen in het plangebied

Bovenstaande kan tevens op kaart worden weergegeven. De maximale effectafstand contouren zijn geïllustreerd in Figuur 10.1. Deze figuren laten zien dat er risicovolle objecten aanwezig zijn binnen de identificatieafstand van de opstellingsalternatieven[40]. De objecten zijn in Bijlage 4 in meer detail geanalyseerd.

Figuur 10.1 Identificatieafstand Alternatief A1, B1 en C1 (691,5m) tot windturbines



Bron: Pondera Consult

10.2 Referentiesituatie

10.2.1 Huidige situatie

In de referentiesituatie zijn een aantal agrarische ondernemingen, met bijbehorende woningen aanwezig binnen het plangebied. Deze woningen worden beschouwd als woningen in de sfeer van de inrichting aangezien de eigenaren/bewoners deelnemer in het windpark zijn. Uitzondering vormt de woning aan de Nieuwedijk/Oosterweg. Er is geen sprake van risicovolle activiteiten in de referentiesituatie.

[40] Een risicovol object is een object dat een veiligheidsrisico kan veroorzaken voor zijn omgeving. De aanwezigheid hiervan is relevant omdat de plaatsing van een windturbine deze bestaande risico's kan vergroten. Voorbeelden zijn opslagvaten voor gevaarlijke stoffen zoals aardgas, olie of ammoniak.

10.2.2 Autonome ontwikkelingen

Op dit moment is een gebouw met woonbestemming aanwezig aan de Halsweg 3. Ook zijn hier enkele bedrijfsgebouwen en loodsen aanwezig. Dit pand wordt aangekocht door de initiatiefnemers van het windpark en gesloopt. De woonbestemming komt dan te vervallen. Er wordt daarom geen rekening gehouden met de aanwezigheid van deze gebouwen.

Als gevolg van het verwijderen van deze gebouwen zullen op basis van de regeling Ruimte voor Ruimte, een tweetal nieuwe woningen mogen worden gebouwd binnen het plangebied voor het windpark. Deze woningen zullen worden aangemerkt als woningen in de sfeer van de inrichting[41], maar zullen worden gebouwd buiten de PR-contouren van de windturbines, binnen het bouwblok van twee reeds bestaande woningen in het gebied.

10.3 Effectbeoordeling

10.3.1 Bebouwing

Gebouwen waar langdurig mensen aanwezig kunnen zijn die bescherming behoeven, zijn gedefinieerd als kwetsbare objecten. Voor de definitie van kwetsbare objecten wordt aangesloten bij de uitgangspunten van het BEVI. Hieronder vallen objecten met langdurige aanwezigheid van personen zoals ‘woningen, gezondheidszorginstellingen en andere instellingen met minder zelfredzamen personen zoals scholen’. Andere objecten zijn beperkt kwetsbaar of niet-kwetsbaar. Onder beperkt kwetsbare objecten vallen bijvoorbeeld verspreid liggende woningen met een woningdichtheid van twee woningen per hectare, restaurants en hotels met een oppervlak kleiner dan 1500 m2 en andere bedrijfsgebouwen.

Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

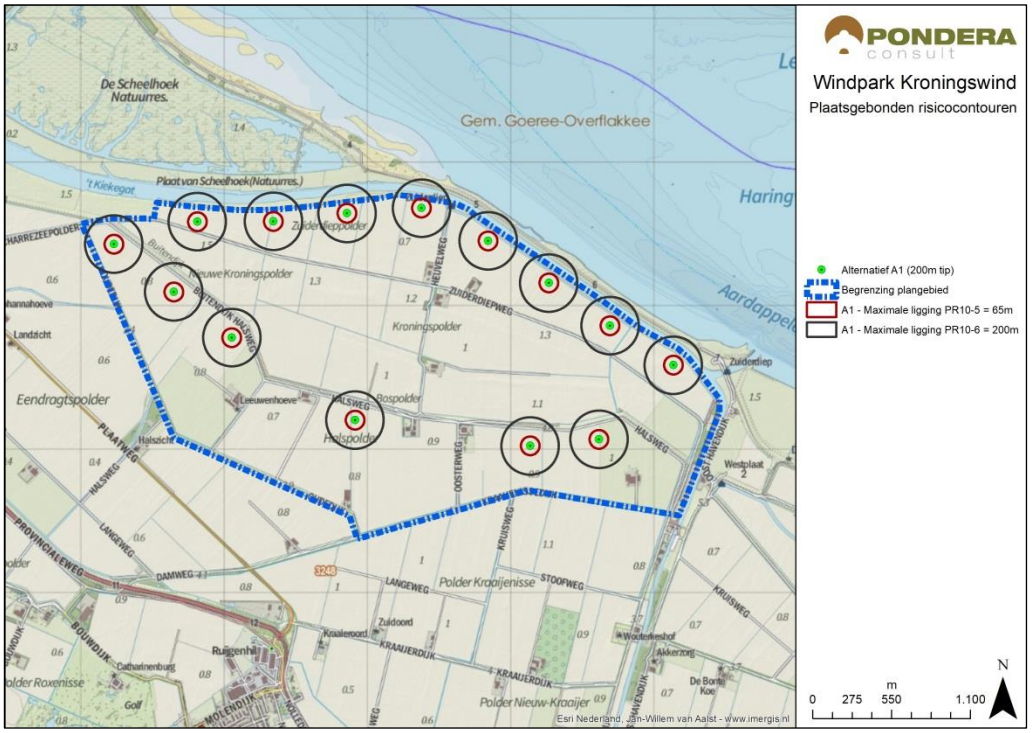
De te hanteren afstand tot kwetsbare objecten is gebaseerd op de $PR10^{-6}$-risicocontour. De afstand voor beperkt kwetsbare objecten is de $PR10^{-5}$-risicocontour. De exacte maximale afstanden van deze contouren voor de gehanteerde referentieturbines zijn in Tabel 10.2 beschreven. Indien de kwetsbare objecten buiten de risicocontouren (PR 10^{-6}) en de beperkt kwetsbare objecten buiten de risicocontouren ($PR10^{-5}$) van de windturbines liggen dan is voldaan aan de eisen uit het Activiteitenbesluit.

Er zijn in geen van de alternatieven[42] woningen geïdentificeerd binnen de $PR10^{-5}$ of $PR10^{-6}$-contour. In

[41] zie kader 5.2. voor een toelichting op het begrip ‘woningen in de sfeer van de inrichting’.
[42] Dit geldt tevens voor de woningen in de sfeer van de inrichting (woningen van de initiatiefnemers van Windpark Kroningswind).

Figuur 10.2 zijn de contouren van alternatief A1 opgenomen als voorbeeld. De contourenkaarten voor de andere alternatieven zijn opgenomen in bijlage 4.

Figuur 10.2 PR contouren alternatief A1



Bron: Pondera Consult

IJsworp

Een windturbine mag niet in werking worden gesteld indien een zodanige ijslaag is afgezet op de rotorbladen dit een risico vormt voor de veiligheid van de directe omgeving. Bij moderne windturbines op gevoelige locaties kan door middel van ijsdetectiesystemen de windturbine automatisch stilgezet worden. De kans dat een dergelijk systeem faalt is zo klein dat dit MER het aspect ijsworp niet verder onderzoekt. Gezien de kenmerken van het plangebied (open agrarisch gebied met weinig bebouwing of wegen). De kans dat een persoon aanwezig is precies onder de locatie van het rotorblad tijdens de specifieke weersomstandigheden waarbij gevaarlijke hoeveelheden ijsafglijding op kan treden, is zodanig klein dat het risico voor personen verwaarloosbaar is.

Tabel 10.6 Beoordeling (beperkt) kwetsbare objecten

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Kwetsbare objecten	0	0	0	0	0	0
Beperkt kwetsbare objecten	0	0	0	0	0	0

10.3.2 Wegen, waterwegen en spoorwegen

Wegen

In het Handboek risicozonering windturbines wordt verwezen naar de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken voor de beoordeling van

effecten op wegen. Deze beleidsregel geldt enkel voor rijkswegen. Hierbij wordt gesteld dat wanneer een windturbine zich buiten een afstand van een halve rotordiameter ten opzichte van de rand van de rijksweg bevindt, er in normale omstandigheden geen significante effecten voor het weggebruik zijn te verwachten. De dichtstbijzijnde windturbines van de onderzochte alternatieven bevinden zich allen op een grotere afstand dan een halve rotordiameter van de rand van de aanwezige lokale wegen. Er kan dus ook voor lokale wegen aan de beleidsregel voor rijkswegen worden voldaan.

Waterwegen

Bij het onderwerp waterwegen in relatie tot externe veiligheid gaat het om een beoordeling van mogelijke risico's die ontstaan voor vaarbewegingen op waterwegen. Het gaat hierbij om de beoordeling van waterwegen met significante hoeveelheden vaarbewegingen en over eventuele transporten van gevaarlijke stoffen over water. Binnenvaartroutes met significante hoeveelheden gevaarlijke transporten zijn opgenomen in het Basisnet Water. Er zijn geen vaarwegen binnen de identificatieafstand. Er worden geen significante hoeveelheden transport van gevaarlijke stoffen over water verwacht binnen het plangebied.

De verschillende alternatieven scoren alle neutraal (0) over het onderwerp vaarwegen.

Spoorwegen

Plaatsing van windturbines in de nabijheid van spoorwegen wordt getoetst aan de eisen opgesteld door ProRail in het handboek. Zij stellen dat de afstand tussen de spoorweg en de windturbine(s) minimaal 7,85 meter + een halve rotordiameter moet zijn.

Er zijn geen spoorwegen aanwezig binnen de identificatieafstand en daarom zijn alle alternatieven als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 10.7 Beoordeling wegen, waterwegen en spoorwegen

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Wegen	0	0	0	0	0	0
Waterwegen	0	0	0	0	0	0
Spoorwegen	0	0	0	0	0	0

10.3.3 Industrie en risicovolle inrichtingen

Binnen de identificatieafstand zijn twee risicovolle installaties aanwezig. Het betreft in beide gevallen kleinere propaangasopslagen:

- Oudedijk 1 – Scharrezee B.V. – Bovengrondse Propaan tank – 4,7 m^3
- Kraaijenissedijk 2 – M. van der Baan – Bovengrondse Propaan tank – 3 m^3

Om te onderzoeken of deze tanks mogelijk een additioneel risico ondervinden van de windturbines is een berekening gemaakt van de verschillende faalscenario's van de windturbine (mastfalen, gondelval en bladworp). De onderzochte propaantanks bevinden zich buiten de afstanden die behoren bij de faalscenario's mastfalen, gondelval en bladworp bij nominaal toerental. De tanks kunnen enkel worden getroffen in het uitzonderlijke geval van bladworp in

een overtoerensituatie. De kans dat de tanks geraakt worden is zeer klein (< 1,0 x 10^{-8}) en wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

De risicovolle installaties bestaan bovendien uit opslagtanks bij agrarische bedrijven met afmetingen van relatief klein formaat (<13 m^3) voor de opslag van fossiele brandstoffen zoals propaan, diesel en benzine. Voor opslagtanks van deze afmetingen gelden geen specifiek berekende risico's maar wordt gekeken naar afstand tot aan erfgrenzen van de inrichting en afstanden tot nabijgelegen woningen. De effecten bij een ontploffing van dergelijke kleinere tanks blijven dan ook beperkt door de kleinere opslagcapaciteit en de effecten blijven beperkt tot een klein gebied (50 tot 100 meter). Voor alle betrokken opslagtanks geldt dat er geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten van derden liggen binnen de te verwachten effectafstand door de plaatsing van deze installaties. Binnen de identificatieafstand van alle alternatieven zijn kleine opslagtanks met risicovolle stoffen aanwezig. De kans dat deze getroffen worden als gevolg van falen van de windturbine is zodanig gering dat dit < 10% van de intrinsieke faalkans van de tanks betreft. Bovendien zijn de eventuele gevolgen van het falen van de tanks voor de omgeving zijn van beperkte omvang. Dit leidt tot de conclusie dat de effecten verwaarloosbaar zijn. De alternatieven scoren daarom neutraal (0).

Tabel 10.8 Beoordeling industrie en risicovolle inrichtingen

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Installaties en risicovolle inrichtingen	0	0	0	0	0	0

10.3.4 Ondergrondse en bovengrondse gevaarlijke transportleidingen

Leidingen met gevaarlijke stoffen

Voor onder- en bovengrondse transportleidingen, ook wel buisleidingen genoemd, zijn veiligheid en leveringszekerheid van belang. Windturbines kunnen de veiligheid en leveringszekerheid in gevaar brengen doordat een falende windturbine de buisleiding (deels) beschadigt. Wanneer er gevaarlijke stoffen door de buisleiding worden getransporteerd kunnen er bij falen van de buisleiding ook slachtoffers vallen.

Op basis van de Risicokaart bevinden zich geen onder- of bovengrondse transportleidingen met gevaarlijke stoffen binnen de identificatieafstand. Op dit criterium zijn de alternatieven niet onderscheidend, waardoor alle alternatieven als neutraal (0) zijn beoordeeld.

Waterleiding

Er zijn een aantal ondergrondse drinkwatertransportleiding aanwezig. Deze leidingen zijn in beheer van Evides en transporteren geen gevaarlijke stoffen, waardoor in het kader van externe veiligheid geen sprake is van een additioneel risico. Deze leidingen zijn wel van belang voor de drinkwatervoorziening van Goeree-Overflakkee en worden beschouwd onder het hoofdstuk ruimtegebruik (hoofdstuk 11).

Tabel 10.9 Beoordeling ondergrondse en bovengrondse transportleidingen

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Buisleidingen gevaarlijke stoffen	0	0	0	0	0	0

10.3.5 Hoogspanningsnetwerk

Binnen de identificatieafstanden zijn geen hoogspanningsverbindingen aanwezig. Er is daarom geen effectbeoordeling benodigd voor dit aspect.

Tabel 10.10 Beoordeling hoogspanningsnetwerk

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Hoogspanning	0	0	0	0	0	0

10.3.6 Dijklichamen en waterkeringen

Er liggen zowel primaire als secundaire waterkeringen binnen de identificatieafstand van de windturbines in alle alternatieven. De primaire waterkering ligt langs het Haringvliet aan de noordzijde van het plangebied. De secundaire waterkeringen liggen parallel aan de Halsweg en aan de noordzijde van het plangebied (Figuur 10.3).

Figuur 10.3 Primaire en secundaire waterkeringen in het plangebied



De secundaire waterkering heeft in dit geval geen directe waterkerende functie, maar is onder normale omstandigheden een land-land kering. Dit betekent dat alleen in extreme situaties (overstroming van de primaire kering), deze dijk een waterkerende functie heeft.

De effectbeoordeling voor waterkeringen is uitgevoerd in twee stappen. In de eerste stap is een onderlinge vergelijking tussen de alternatieven gemaakt aan de hand van het beleid van het Waterschap Hollandse Delta. In de notitie “Waterveiligheid en windturbines” van 26 januari 2017 van het Waterschap worden drie afstandsgroeperingen onderscheiden tussen windturbines en waterkeringen: ver, middel en dichtbij. Al naar gelang windturbines dichterbij staan, is de kans op significante effecten groter:

- Dichtbij: binnen een halve rotordiameter afstand;
- Middel: tussen een halve rotordiameter en de tiphoogte;
- Ver: meer dan de tiphoogte afstand.

Effecten primaire waterkering

Alle windturbines van de alternatieven bevinden zich buiten de ‘buitenbeschermingszone’ van de primaire waterkering. Ook bevinden alle windturbines zich buiten een halve rotordiameter van de kernzone waarmee er dus geen windturbines in de afstandsgroep ‘dichtbij’ liggen. Wel liggen er binnen de verschillende alternatieven turbines binnen de afstand midden en ver (zie Tabel 10.11). Binnen die afstanden is er mogelijk een effect bij falen van de windturbines. Of dit optreedt, is afhankelijk van de faalscenario’s en afstand. Er worden drie scenario’s beschouwd:

1. Gondelval;
2. Mastbreuk;
3. Bladworp..

Scenario 1 en 2 hebben een maximale effectafstand van respectievelijk 130 meter voor alternatieven A1, B1, C1 en 91,5 meter voor alternatieven A2, B2, C2 (zie bijlage 10 voor een nadere beschouwing hiervan). De windturbines bevinden zich in alle gevallen op een grotere afstand van de primaire waterkering, waardoor deze scenario’s geen additioneel risico voor de primaire waterkering opleveren.

Scenario 3 reikt mogelijk wel tot de waterkering. Daarom is een aanvullende effectbeoordeling opgesteld (zie bijlage 10). In deze beoordeling is de kans en impact bepaald van een windturbineblad dat op de waterkering valt. Uit deze beoordeling blijkt dat in een worst-case scenario de maximale kraterdiepte 2,1 meter bedraagt. Vervolgens is bepaald wat de resthoogte van de dijk is na deze impact. Deze resthoogte wordt vergeleken met de maatgevende hoogwaterstand. Uit deze vergelijking blijkt dat het verschil tussen de maatgevende hoogwaterstand en de resterende kruinhoogte van de dijk minimaal 0,5 meter is. Dit betekent dat de dijk, ook bij een maximale impact, niet kan overstromen als gevolg van de val van een windturbineblad. Dit betekent dat de effecten van de faalscenario’s van de windturbine van bladworp bij nominaal toerental niet leiden tot een additionele overstromingskans van de dijk.

Er is dus voor geen van de alternatieven sprake van een significant additioneel risico voor de primaire waterkering.

Tabel 10.11 Afstanden tot de kernzone van de primaire waterkering en 'afstandsgroep'

Opstelling A1			Opstelling A2			Opstelling B1			Opstelling B2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
1	301	ver	4	276	ver	4	373	ver	6	289	ver
2	143	midden	5	143	midden	5	255	ver	7	261	ver
5	142	midden	6	127	midden	6	270	ver			
6	142	midden	7	127	midden						
7	144	midden	8	127	midden						
8	153	midden	9	129	midden						
			11	132	midden						

Opstelling C1			Opstelling C2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
1	306	ver	21	127	midden
2	145	midden	22	128	midden
5	142	midden	23	127	midden
6	142	midden	24	129	midden
7	144	midden	25	134	midden
8	150	midden			

Effecten secundaire waterkering

Voor de secundaire waterkering is een soortgelijke analyse uitgevoerd. Alle windturbines van de opstellingsalternatieven bevinden zich buiten de 'buitenbeschermingszone' van de secundaire waterkering. Ook bevinden alle windturbines zich buiten een have rotordiameter van de kernzone waarmee er dus geen windturbines in de afstandsgroep 'dichtbij' liggen.

Voor de secundaire waterkering is een soortgelijke analyse uitgevoerd. Alle windturbines van de opstellingsalternatieven bevinden zich buiten de 'buitenbeschermingszone' van de secundaire waterkering. Ook bevinden alle windturbines zich buiten een have rotordiameter van de kernzone waarmee er dus geen windturbines in de afstandsgroep 'dichtbij' liggen.
Ook voor secundaire waterkeringen zijn in alle alternatieven windturbines op zodanige afstand aanwezig, dat de faalscenario's van de windturbines mogelijk een effect hebben op de waterkering. Het betreft de scenario's mastfalen en bladworp. In bijlage 5 is de trefkans van de waterkering bepaald als gevolg van beide scenario's, waarbij ervan uitgegaan wordt dat treffen van de kering gelijkstaat aan falen van de kering (worst-case). Deze kans is vervolgens afgezet tegen de intrinsieke overstromingskans van de waterkering conform de Nieuwe Normering Waterveiligheid[43]. Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor alternatief A2 (worst-case) omdat hierbij de meeste turbines in de nabijheid van de waterkering staan.

Uit de uitgevoerde berekeningen blijkt dat de kans dat de waterkering wordt geraakt als gevolg van falen van de windturbines circa 2,9 x 10^{-4} per jaar per windturbine bedraagt en maximaal

[43] http://www.nvrb.nl/downloads/bijeenkomsten/2014/Lezingenavond_09-10-2014/NVRB_windturbines_Halter_Compatibiliteitsmodus.pdf

2,32 x 10^{-3} per jaar voor alle windturbines in alternatief A2 cumulatief (worst-case). Dit is een kans van circa eens in de vierhonderd jaar.

Treffen van de dijk betekent echter niet per definitie dat sprake is van een overstroming. Daarom moet worden bekeken *a)* wat de kans is dat er op dat moment sprake is van maatgevend hoog water (MHW) en *b)* de eventuele hersteltijd van de waterkering. De dijk kan immers worden gerepareerd na een calamiteit. Rekening houdend met de tijd voor herstel en de kans dat gedurende die periode sprake is van hoogwater, is de overstromingskans in de worst-case situatie berekend op 4,5 x 10^{-5} per jaar. Deze kans kan worden vergeleken met de ontwerpnorm van de waterkering (1:10), ofwel de kans dat de waterkering in de situatie zonder windturbines overstroomt. Dit heet de initiële overstromingskans. De additionele overstromingskans (als gevolg van de windturbines) is daarmee circa 0,4% van de initiële overstromingskans (die er nu al is) en wordt daarmee als niet significant beoordeeld.

Tabel 10.12 Afstanden tot de kernzone van de secundaire waterkering en 'afstandsgroep'

Opstelling A1			Opstelling A2			Opstelling B1			Opstelling B2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
1	80	midden	1	60	midden	1	147	midden	1	104	midden
2	74	midden	2	60	midden	2	295	ver	2	191	ver
3	81	midden	3	60	midden	4	306	ver	6	219	ver
4	102	midden	4	60	midden	5	185	midden	7	192	ver
5	73	midden	5	60	midden	6	199	midden	9	196	ver
6	74	midden	6	60	midden	8	274	ver	18	193	ver
7	74	midden	7	60	midden						
8	74	midden	8	60	midden						
9	149	midden	9	60	midden						
			10	60	midden						
			11	136	midden						

Opstelling C1			Opstelling C2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
4	366	ver	9	121	midden
9	350	ver	1	74	midden
10	74	midden	2	163	ver
11	277	ver	26	88	midden
13	317	ver			
14	261	ver			
19	390	ver			

Effectbeoordeling

In onderstaande tabel is de effectbeoordeling opgenomen. Omdat zich in alle alternatieven waterkeringen binnen de effectafstand van windturbines bevinden is de score negatief (-). Omdat geen van de alternatieven leidt tot een significante verhoging van de overstromingskans, zijn de scores in alle gevallen gelijk.

Tabel 10.13 Beoordeling dijkveiligheid

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Waterkering	-	-	-	-	-	-

10.4 Effecten aanlegfase en netaansluiting

10.4.1 Aanlegfase

Externe veiligheid

Er zijn geen noemenswaardige externe veiligheidseffecten tijdens de aanlegfase. De veiligheid van het betrokken personeel is van belang, maar is geen onderdeel van dit MER. Dit komt aan bod bij de vergunningaanvraag voor de bouw en exploitatie van het windpark.

Dijkveiligheid

In de aanlegfase kan, als gevolg van heiwerkzaamheden of zwaar transport, een effect optreden op de waterkeringen. Gezien de afstand die in alle alternatieven tussen de windturbines en de waterkering zijn aangehouden, is dit aspect niet onderscheidend voor de alternatievenvergelijking. Er is daarom voor gekozen dit alleen nader te onderzoeken voor het voorkeursalternatief (zie hoofdstuk 15) en daarmee het ruimtelijk plan te onderbouwen.

10.4.2 Netaansluiting

Op dit moment zijn de exacte ligging van de parkbekabeling (die de windturbines onderling verbindt met het transformatorstation) nog niet bekend. Deze bekabeling leidt op zichzelf echter niet tot een risico in het kader van externe veiligheid.

De locatie van het transformatorstation wordt nu voorzien op het perceel aan Halsweg 3. Dergelijke stations vallen niet onder het externe veiligheidsbeleid en worden ook niet benoemd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Dit betekent dat de veiligheidsrisco's voor de omgeving zeer klein zijn. Voor de locatie aan de Halsweg 3 is het dichtstbij gelegen (beperkt) kwetsbare object een woning aan de Oosterweg 3, die zich op minimaal 280 meter van de perceelgrens van de beoogde transformatorstationslocatie bevindt. Op basis van deze afstand kan een risico op omliggende (beperkt) kwetsbare objecten worden uitgesloten.

10.5 Cumulatie

Voor het aspect veiligheid is sprake van cumulatieve effecten indien de windturbines voor elkaar een additioneel risico vormen. Hierbij zou een defect aan een windturbine zorgen voor een defect aan een andere windturbine. Door de plaatsing met tussenafstanden van circa 400 meter is dit effect nagenoeg verwaarloosbaar. Dit komt omdat de kans dat onderdelen van een falende turbine een andere turbine raken op deze afstand zeer klein zijn.

Er kan ook sprake zijn van cumulatie indien meerdere windturbines voor een risico zorgen op eenzelfde object. Dit is enkel van toepassing voor lange objecten zoals buisleidingen. In de

beoordeling van de risico's voor lange infrastructuren wordt hier reeds rekening mee gehouden. Er zijn geen andere cumulatieve effecten voor het aspect veiligheid aanwezig binnen het plangebied.

10.6 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn niet nodig.

10.7 Samenvatting effectbeoordeling

In onderstaande tabel is een samenvatting van de effectbeoordeling opgenomen.

Tabel 10.14 Beoordeling alternatieven op veiligheid

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Bebouwing	0	0	0	0	0	0
Wegen, waterwegen en spoorwegen	0	0	0	0	0	0
Industrie en risicovolle inrichtingen	0	0	0	0	0	0
Onder- en bovengrondse risicovolle transportleidingen	0	0	0	0	0	0
Hoogspanningslijnen	0	0	0	0	0	0
Dijklichamen en waterkeringen	0	0	0	0	0	0

11 RUIMTEGEBRUIK

11.1 Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria

11.1.1 Inleiding

De aanleg en exploitatie van een windpark heeft invloed op het ruimtegebruik, omdat een deel van de ruimte in het plangebied niet langer gebruikt kan worden voor de bestaande functies en doeleinden, of invloed heeft op andere functies. Daarbij is zowel het ruimtegebruik in het horizontale als in het verticale vlak van belang. Ruimtegebruik in het horizontale vlak betreft andere ontwikkelingen op (of onder) de grond (maaiveldniveau). Het ruimtegebruik van een windpark in en op de bodem is veelal beperkt en biedt meestal ruimte om het met de bestaande functie (in dit geval vooral agrarisch) of een andere functie te combineren. De invloed van het windpark op het ruimtegebruik in het verticale vlak (namelijk de lucht) betreft straalpaden, radardekking en luchtvaart.

Voor windenergie wordt in dit hoofdstuk onderscheid gemaakt in primair en secundair ruimtegebruik. *Primair ruimtegebruik* is het ruimtegebruik dat nodig is om de functie van het windpark uit te voeren, waarbij geen combinatie met andere functies mogelijk is. Dit is bijvoorbeeld de benodigde ruimte voor de masten en verschillende civiele werken (zoals wegen, en kraanopstelplaatsen) voor het windpark. Het *secundaire ruimtegebruik* bestaat uit de overige ruimte waar andere gebruiksfuncties beperkt (kunnen) worden door het windpark, maar er wel mogelijkheden voor andere functies. Onder secundair ruimtegebruik valt bijvoorbeeld de directe ruimte onder de wieken van een windturbine. Het secundaire ruimtegebruik geeft beperkingen voor het gebruik, zo mogen er bijvoorbeeld geen kwetsbare objecten gebouwd worden. Er is echter wel ruimte voor andere functies dan energieopwekking zoals landbouw. Het combineren van functies wordt meervoudig (of dubbel) ruimtegebruik genoemd.

In dit hoofdstuk wordt beoordeeld in hoeverre het ruimtegebruik wordt gehinderd of beïnvloed door de komst van windturbines en in hoeverre meervoudig ruimtegebruik mogelijk is. Bepaalde functies zijn goed te combineren, met name functies die geen aanwezigheid van mensen vereisen. Zo kunnen functies als grasland en landbouw in het algemeen goed gecombineerd worden met de ontwikkeling van windenergie.

Er zijn geen specifieke normen of regels voor ruimtegebruik waar een initiatief aan getoetst kan worden. De verschillende effecten van het ruimtegebruik van windturbines op de ecologie en bodemgesteldheid worden beoordeeld in de themahoofdstukken ‘Ecologie’ en ‘Waterhuishouding en Bodem’.

In dit hoofdstuk is tevens een beoordeling opgenomen van de mogelijke effecten op een drinkwatertransportleiding, die aanwezig is in het plangebied. Aangezien deze leiding geen gevaarlijke stoffen bevat, is dit aspect onder Ruimtegebruik en niet onder Externe Veiligheid beoordeeld.

11.1.2 Beoordelingscriteria

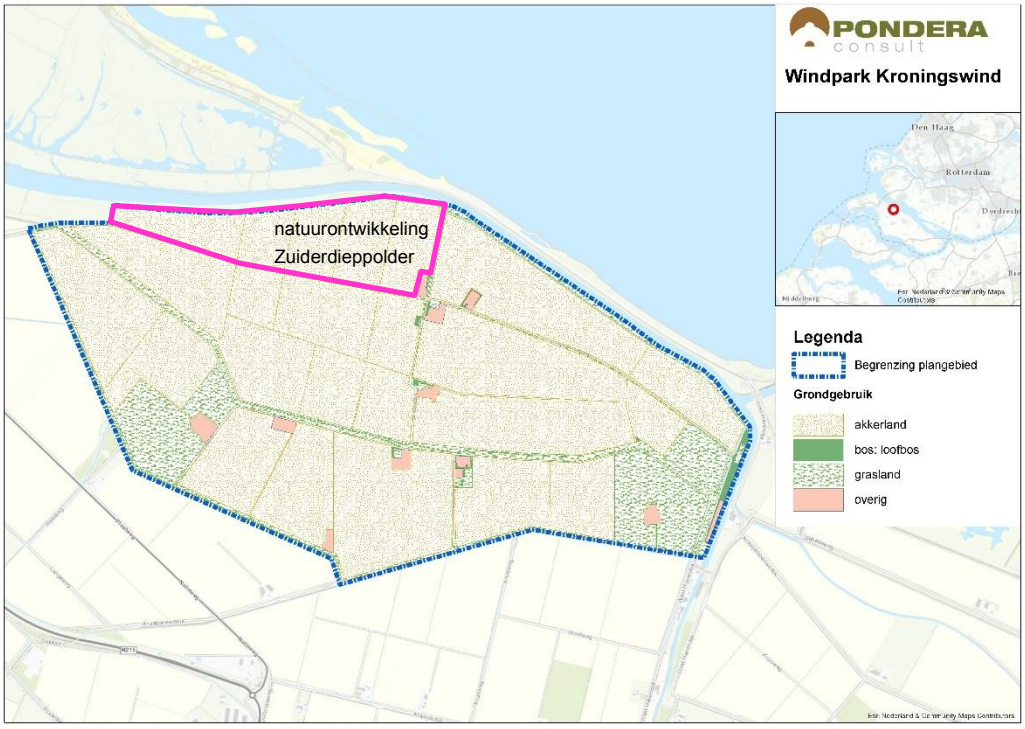
Ruimtegebruik in het horizontale vlak

Landbouwgronden

Het huidige ruimtegebruik binnen het plangebied bestaat voornamelijk uit landbouw in de vorm van akkerbouw en grasland afgewisseld met bebouwde terreinen, die als 'overig' zijn aangeduid in Figuur 11.1. Deze 'overige' gronden betreffen met name terreinen met woningen en (agrarische) bedrijfsgebouwen. De windturbines in alle alternatieven bevinden zich dan ook op agrarische percelen met de functie grasland of akkerbouw. Dit betekent dat de effectbeoordeling onder ruimtegebruik in het horizontale vlak plaatsvindt onder het deelaspect landbouw. Gebaseerd op luchtfoto's van de afgelopen jaren, blijkt dat sommige agrarische percelen nogal eens wisselen tussen de functie akkerland en grasland.

Wanneer windturbines een grote invloed hebben op het uitvoeren van de huidige agrarische activiteiten scoort het alternatief negatief. De effectbeoordeling is kwalitatief van aard. De beoordelingsschaal is opgenomen in Tabel 11.1.

Figuur 11.1 Gronden bestaand gebruik



Bron: Pondera Consult

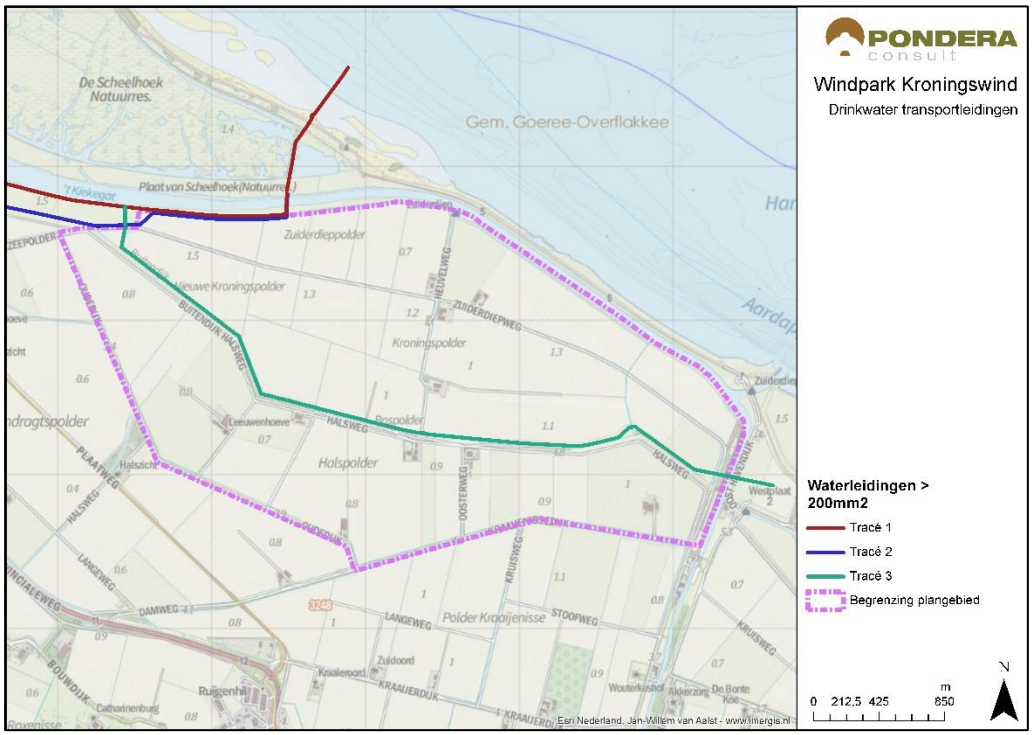
Tabel 11.1 Beoordelingsschaal landbouw

Score	Beoordeling
--	Voornemen heeft naar verwachting een negatief effect op de bestaande functie landbouw
-	Voornemen heeft naar verwachting een beperkt negatief effect op bestaande functie landbouw
0	Voornemen heeft naar verwachting geen negatief effect op de bestaande functie landbouw

Ondergronds ruimtegebruik

In het plangebied zijn enkele ondergrondse drinkwatertransportleidingen van drinkwaterbedrijf Evides aanwezig. Deze transportleidingen (> 200 mm^2 doorsnede) zijn van belang voor de drinkwatervoorziening van het eiland Goeree-Overflakkee. De ligging van deze leidingen in het plangebied en de directe omgeving is weergegeven in Figuur 11.2. Omdat de windturbines in de verschillende alternatieven zich in de nabijheid van deze leidingen bevinden, kan in geval van een calamiteit aan de windturbines, schade optreden aan deze leidingen waardoor de drinkwatervoorziening van een deel van het eiland tijdelijk onderbroken kan worden.

Figuur 11.2 Drinkwater transportleidingen



Om de mogelijke effecten te bepalen wordt gekeken naar het aantal turbines dat zich in de directe nabijheid (binnen een halve rotordiameter afstand) van de leidingen bevindt. Binnen deze afstand neemt de kans sterk toe dat onderdelen van de windturbines bij een calamiteit de leiding raken. Hoe meer windturbines binnen deze afstand, hoe groter de trefkans en het additionele risico op schade aan de leiding.

Tabel 11.2 Beoordelingsschaal ondergronds ruimtegebruik

Score	Beoordeling
--	Meer dan vijf windturbines binnen ½ rotordiameter afstand van de drinkwatertransportleidingen
-	Minder dan vijf windturbines binnen ½ rotordiameter afstand van de drinkwatertransportleidingen
0	Geen windturbines binnen ½ rotordiameter afstand van de drinkwatertransportleidingen

Om de effecten te kwantificeren wordt een berekening uitgevoerd voor het alternatief met de meeste windturbines in de nabijheid van de drinkwatertransportleiding. Hierbij wordt voor de

faalscenario's mastfalen, gondelval en bladworp de kans bepaald dat een onderdeel van de windturbines de drinkwatertransportleiding raakt. Tot slot wordt deze kans vergeleken met de kans die er onder normale omstandigheden al bestaat dat de drinkwatervoorziening tijdelijk onderbroken wordt.

Ruimtegebruik in het verticale vlak

Onder het ruimtegebruik in het verticale vlak wordt een effectbeoordeling uitgevoerd voor straalpaden, radar en (militair) luchtverkeer.

Straalpaden

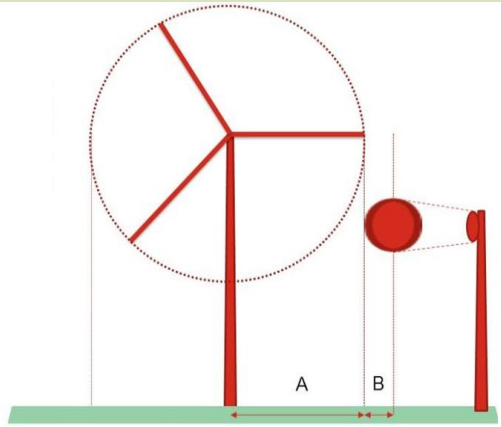
Een straalpad is een draadloze verbinding tussen twee plaatsen, waarmee audio en visuele informatie verstuurd kan worden. De twee connectiepunten (zendmasten) van een dergelijke verbinding moeten 'in zicht' van elkaar staan, wat wil zeggen dat het pad vrij moet zijn van fysieke obstakels. Agentschap Telecom geeft vergunningen uit voor het gebruik van een straalverbinding en heeft een actueel bestand van de aanwezige straalverbindingen in het gebied. De plaatsing van een windturbine in of nabij een straalpad kan effect hebben en mogelijk resulteren in storing van het signaal.

Om te beoordelen of en welke effecten er mogelijk worden verwacht, werd voorheen gebruik gemaakt van het Handboek Risicozonering. In de nieuwe versie 3.1 van september 2014 is de rekenmethodiek en/of normering ten aanzien van straalpaden vervallen. Om toch een beoordeling te kunnen geven van de mogelijke effecten is in overleg met Agentschap Telecom een voorlopige methode opgesteld.[44] Deze is gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer in de periode 2014 - 2015. De methode gaat ervan uit dat een windturbine geen effect op de straalpaden heeft, wanneer de windturbine op een minimale afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone verwijderd is van het straalpad (zie uitleg Kader 11.1). Binnen deze afstand kan mogelijk een effect optreden. De omvang van dit effect is locatie specifiek en hoeft niet in alle gevallen tot een verstoring te leiden. Wanneer een effect optreedt is dit goed te mitigeren door bijvoorbeeld een tussenzender te plaatsen.

[44] Actuele afspraken tussen Agentschap Telecom, mobiele aanbieders en andere vergunninghouders over de relatie tussen straalpaden en windturbines is te vinden op: https://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/zakelijk-gebruik/straalverbindingen/straalverbindingen-en-windturbines.

Kader 11.1 Bepaling afstand windturbines tot straalpaden

De aanbevolen afstand tussen een windturbine en een straalpad dient minimaal een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone te bedragen. Dit tweede aspect wordt berekend op basis van de formule in het onderstaande figuur.



A = halve rotordiameter windturbine

B (in meter) = 8,66 * √(2D/f)
F = frequentie (GHz)
D = straalpadlengte (kilometer)

De aanbevolen afstand verschilt per straalpad, afhank engte. Voor een goede werking van de verbinding mag de mast van de windturbine (uitgaande van een maximale mastdiameter van 6 meter), zich niet in het straalpad bevinden. Tevens is de hoogte van het straalpad relevant, aangezien dit ook onder de rotorhoogte kan liggen en dan heeft de windturbine geen effect op de werking van het straalpad. De inventarisatie wordt als volgt uitgevoerd:

- Eerst is de afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone (A+B) berekend tot een straalpad. Middels GIS is bepaald:
  - Hoeveel windturbines binnen een afstand van 6 meter (mastdiameter) van het straalpad liggen.
  - Hoeveel windturbines op meer dan 6 meter, maar binnen een afstand van (A+B) van het straalpad liggen. Hierbij is A + B worst-case ingeschat op basis van de grootste afstand van B.
- De hoogte van het straalpad is bepaald op basis van de hoogste zendmast (worst-case).
- Voor windturbines, op meer dan 6 meter, maar binnen een afstand van A+B van een straalpad, is bekeken of de hoogteligging van het straalpad boven of onder de tiplaagte uitkomt.
- Tenslotte is bekeken voor windturbines op meer dan 6 meter, maar binnen een afstand van A+B van een straalpad, of de hoogte van het straalpad kwestie boven of onder de tiplaagte uitkomt.

Tabel 11.3 geeft de schaal voor de effectbeoordeling. Wanneer er windturbines gesitueerd zijn binnen een afstand van 6 meter van het straalpad scoort het alternatief negatief. In dat geval staat de mast van de windturbine namelijk direct ‘in zicht’ van de twee zendmasten, waardoor er een effect optreedt. Wanneer de afstand meer is dan 6 meter, maar minder is dan de halve rotordiameter + de tweede fresnelzone (A+B), is dat licht negatief. Wanneer geen van de windturbines in binnen deze twee afstanden liggen, wordt neutraal gescoord.

Tabel 11.3 Beoordelingsschaal straalpaden

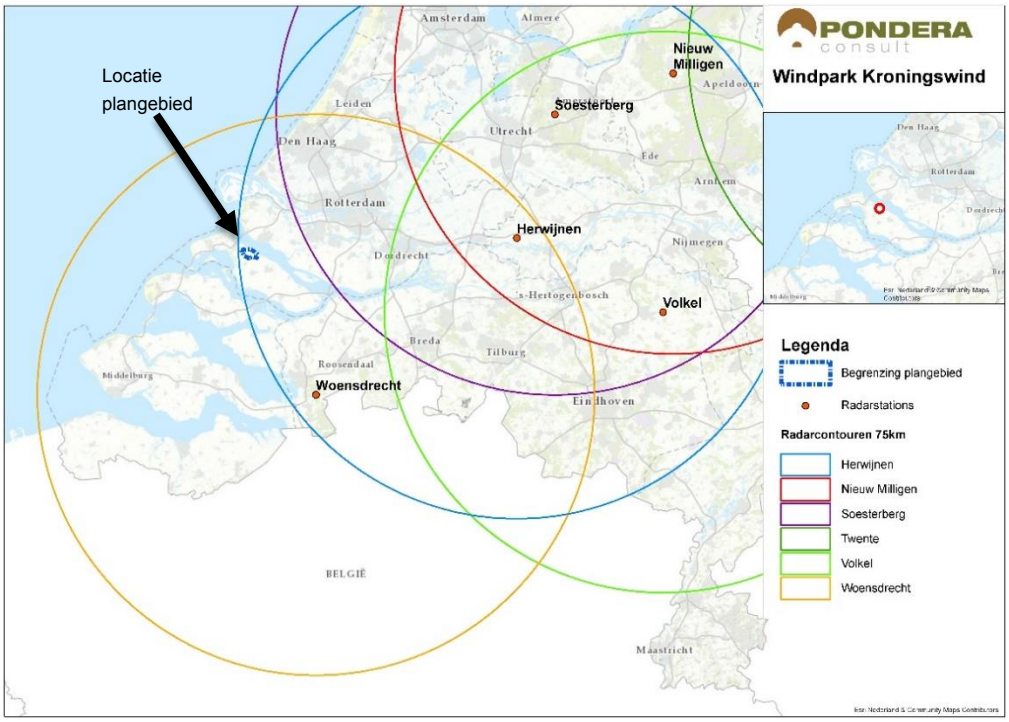
Score	Beoordeling
--	Windturbines aanwezig binnen een afstand van 6 meter van het straalpad
-	Windturbines aanwezig op meer dan 6 meter van het straalpad, maar binnen een afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone
0	Windturbines aanwezig op voldoende afstand van straalpaden

Defensieradar

Het radarnetwerk van Defensie bestaat uit verschillende radarposten in Nederland die gezamenlijk het grootste deel van Nederland bedekken. In totaal zijn er vijf MASS (Military Approach and Surveillance System) verkeersleidingradars en twee MPR (Medium Power Radar) gevechtsleidingradars. MASS-radars zijn bedoeld voor de bewaking van het militair en civiel vliegverkeer boven Nederland; MPR-radars zijn bedoeld voor de directie en interceptie van gevechtsvliegtuigen boven Nederland. Een van de MPR-radars (Nieuw Milligen) wordt naar verwachting in 2018 vervangen door een nieuwe radar in Herwijnen.

De draaiende rotoren van windturbines kunnen van invloed zijn op de dekking van het radarsysteem. Defensie heeft om die reden normen opgesteld waar het militaire radarsysteem aan moet voldoen. Voor de militaire radarsystemen geldt op grond van het Besluit algemene regels ruimtelijk ordening (Barro), en nader uitgewerkt in de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro), dat een minimale dekkingsgraad van 90% op 1.000 voet in stand dient te blijven om een goede werking van de radar te garanderen. Het Rarro schrijft verstoringsgebieden voor waarbinnen de radarverstoring moet worden getoetst. Voor deze gebieden wordt een normprofiel aangehouden die voor windturbines loopt tot 75 kilometer van de primaire radarposten, zijnde de vijf MASS- en twee MPR-radars (zie Figuur 11.3). Het plangebied wordt gedekt door het MASS-radarstation Woensdrecht. Het plangebied wordt eveneens gedekt door de toekomstige MPR-radarpost te Herwijnen, die waarschijnlijk vanaf 2018 operationeel wordt. Het bepalen van het toetsingsprofiel is afhankelijk van de antennehoogte. Als de tiphoogte van een windturbine het verstoringsgebied van een radar raakt, moet een toetsing worden uitgevoerd waarin wordt onderzocht of in de nieuwe situatie (inclusief windturbines) een dekkingsgraad van minstens 90% wordt gehandhaafd.

Figuur 11.3 Radarstations Defensie (Midden en Zuid Nederland) en de 75 km-afstandscontouren



Bron: Pondera Consult

Voor alle alternatieven geldt dat deze binnen het toetsingsvlak van defensieradar liggen. Omdat se effecten van de alternatieven op de radarinstallaties van Defensie niet onderscheidend zijn, wordt alleen voor voorkeursalternatief door TNO een berekening uitgevoerd om de effecten op de dekkingsgraad te bepalen.

Luchtvaart

De hoogte van windturbines is relevant voor het vliegverkeer in Nederland. Vooral van belang is dat de vliegveiligheid en de werking van radar- en communicatieapparatuur te allen tijde kan worden gegarandeerd. De volgende aspecten spelen mee voor de luchtvaart:

- CNS-apparatuur: afhankelijk van de locatie kan een windpark een verstorende werking hebben op Communicatie-, Navigatie- en Surveillance (CNS)-apparatuur van de luchtverkeersleiding voor burgerluchtvaart. De CNS-systemen bevinden zich hoofdzakelijk op en in de omgeving van luchthavens, maar ook elders in het land is CNS-apparatuur opgesteld.
- Hoogtebeperkingsvlakken: in sommige gebieden gelden bouwhoogtebeperkingen om de veiligheid van vliegoperaties te waarborgen. Om de vliegveiligheid te garanderen bestaat de plicht om te toetsen aan obstakelbeperkingsvlakken. De beperkingsvlakken zijn gebieden in de omgeving van start- en landingsbanen met een hoogtebeperkingen.
- Militaire laagvlieggebieden: verspreid door het land zijn locaties aangewezen die als vlieggebieden voor militaire luchtvaart worden gebruikt. Hieronder vallen bijvoorbeeld laagvliegroutes voor gevechtsvliegtuigen en laagvlieggebieden voor helikopter trainingsdoeleinden.

Drie externe partijen beoordelen of er conflicten optreden tussen de luchtvaart en de komst van het windpark. Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) toetst of het windpark van invloed is op de werking van CNS-apparatuur. Inspectie Leefomgeving en Transport/Luchtvaart (ILT) toetst aan de hand van hoogtebeperkingsvlakken of hoge bouwwerken een gevaar kunnen opleveren voor vliegtuigoperaties. ILT kan op windturbines obstakelverlichting verplichten. Defensie beoordeelt of er beperkingen gelden voor laagvlieggebieden en laagvliegroutes in beheer bij Defensie. Voor Windpark Kroningswind worden alle drie de partijen geraadpleegd. Tabel 11.4 geeft de beoordelingsschaal weer voor het deelaspect Luchtvaart.

Tabel 11.4 Beoordelingsschaal Luchtvaart

Score	Beoordeling
--	Het windpark heeft een negatieve invloed op de werking van apparatuur, vliegveiligheid of militaire oefengebieden
-	Het windpark heeft een beperkt negatieve invloed op de werking van apparatuur, vliegveiligheid of militaire oefengebieden
0	Er zijn geen beperkingen aanwezig voor de luchtvaart

11.2 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

11.2.1 Huidige situatie

De gronden binnen de begrenzing van het plangebied hebben in de bestaande situatie voor een groot deel een agrarische functie. Een deel van de gronden bestaat verder uit bebouwde terreinen (voornamelijk woningen en agrarische bedrijfsgebouwen), dijken, wegen en diverse sloten. In de huidige situatie staan geen windturbines in het plangebied. Het ruimtegebruik wordt in de huidige situatie dan ook niet verstoord.

11.2.2 Autonome ontwikkeling

Binnen het plangebied wordt in de Zuiderdieppolder een natuurgebied ontwikkeld door de Vereniging ten Behoud van Natuurmonumenten (zie ook kader 3.1 en paragraaf 8.4.2). Deze ontwikkeling transformeert de huidige agrarische gronden in dit deel van het plangebied in een brak nat natuurgebied. Dit gevolgen hiervan op het windpark en vice versa zijn voornamelijk ecologisch van aard. Deze effecten worden dan ook in hoofdstuk 8 beschreven.

Omdat ten tijde van het vaststellen van het bestemmingsplan voor de natuurontwikkeling reeds bekend was dat er ook een windpark wordt gerealiseerd, is reeds rekening gehouden met deze ontwikkeling. De delen van het gebied waar de windturbinemasten en bijbehorende infrastructuur zijn voorzien, wordt daarom ook niet getransformeerd tot natuur. Windpark Kroningswind heeft een overeenkomst gesloten met Natuurmonumenten voor de realisatie en exploitatie van de windturbines in het nieuwe natuurgebied.

11.3 Beoordeling effecten

In de volgende paragrafen worden de effecten van de verschillende alternatieven op de huidige functies beoordeeld. Deze effecten worden per functie in kaart gebracht.

11.3.1 Ruimtegebruik in het horizontale vlak

Landbouwgronden

De functie landbouw is over het algemeen goed te combineren met de plaatsing van windturbines. Door het relatief kleine primaire ruimtegebruik van een windturbine blijft er veel ruimte over voor andere functies naast de opwekking van elektriciteit uit windenergie. Daarnaast kunnen de verschillende opstelplaatsen en transportwegen van het nieuwe windpark dienen als routes voor landbouwwerktuigen. Het windpark met bijbehorende voorzieningen draagt op deze manier bij aan de bestaande agrarische exploitatie van het plangebied. Wel zorgt de realisatie van funderingen, wegen en opstelplaatsen voor een zeker ruimtebeslag op de aanwezige landbouwgrond. Buiten de verharde infrastructuur en de masten van de windturbines kan het gebied blijvend worden gebruikt voor landbouw en wordt de huidige gebruiksfunctie van de ruimte slechts minimaal beïnvloed. Dit komt voornamelijk doordat de toename in verhard oppervlak relatief klein is in vergelijking met het totale oppervlakte aan landbouwgrond binnen het plangebied.

Kader 11.2 geeft informatie over de relatie tussen windturbines en de werking van GPS systemen van agrarische werktuigen. In het algemeen ligt een negatief effect van windturbines op deze elektronische apparatuur niet binnen de verwachting.

Kader 11.2 Windturbines en GPS-systemen agrarische werktuigen

Agrarische werktuigen maken (steeds) meer gebruik van een Global Positioning System (GPS), een wereldwijd satellietplaatsbepalingssysteem. Vanuit de omgeving is de vraag gesteld of windturbines kunnen leiden tot signaalstoring bij de *Real Time Kinematic* (RTK)-GPS gestuurde trekkers. Naar aanleiding van deze vraag is contact gezocht met één van de leidende fabrikanten in RTK-GPS systemen.

Bij het passeren vlak langs een windturbine komt het wel eens voor dat het RTK-GPS signaal zeer kort wegvalt, net zo goed als dat gebeurt bij het rijden vlak langs een bomenrij. Dit komt doordat de GPS-ontvanger aan boord van de trekker ten minste 6 satellieten in bereik moet hebben voor een goede plaatsbepaling. De realisatie van Windpark Kroningswind zal niet leiden tot een onwerkbare situatie omdat de onderlinge windturbine afstand zo groot is dat er mogelijk slechts heel kort signaalstoring optreedt als men vlakbij de windturbine aan het werk is. Veel moderne systemen zijn bovendien uitgerust met een GPS ontvanger die naast het Amerikaanse GPS ook de Russische GLONASS satellietsignalen kan ontvangen. Dit verkleint een eventueel probleem nog verder omdat daardoor al veel meer satellieten binnen bereik van de trekker zijn.

Doordat de fabrikanten (zoals SBG Precision Farming B.V., Trimble, Autofarm en John Deere) volgens eenzelfde principe werken, treden er geen noemenswaardige problemen met de GPS ontvangst op in de buurt van de nieuw te bouwen windturbines Agrarische werktuigen maken (steeds) meer gebruik van een Global Positioning System (GPS), een wereldwijd satellietplaatsbepalingssysteem. Vanuit de omgeving is de vraag gesteld of windturbines kunnen leiden tot signaalstoring bij de *Real Time Kinematic* (RTK)-GPS gestuurde trekkers. Naar aanleiding van deze vraag is contact gezocht met één van de leidende fabrikanten in RTK-GPS systemen.

Bron: SBG Precision Farming B.V. (mondelinge informatie)

Aangezien de huidige agrarische gebruiksfunctie naar verwachting niet negatief wordt beïnvloed door het voornemen, worden alle alternatieven neutraal gescoord (zie Tabel 11.5). Het verschil tussen de alternatieven is in het licht van het totale oppervlakte aan landbouwgebied gering en daarom niet als onderscheidend beoordeeld.

Tabel 11.5 Beoordeling ruimtegebruik – Landbouw

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Landbouwgronden	0	0	0	0	0	0

Ondergronds ruimtegebruik

Er zijn drie leidingtracés aanwezig van hoofdtransportleidingen voor drinkwater. Dit zijn leidingen met een diameter groter dan 200 mm^2. Er is middels een GIS analyse bepaald hoeveel windturbines bij ieder alternatief binnen een afstand van een halve rotordiameter van één van deze tracés liggen.

Tabel 11.6 Aantal windturbines binnen ½ rotordiameter van een hoofdwaterleiding tracé

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Aantal turbines binnen ½ rotordiameter afstand	0	3	0	0	2	0

Buiten een afstand van een halve rotordiameter zijn de kansen dat een onderdeel van een windturbine de leiding raakt in geval van een calamiteit aan de windturbine geringer, maar niet uitgesloten. Daarom is voor alternatief A2, waar de meeste windturbines in de nabijheid van de leidingen staan, een berekening uitgevoerd naar de specifieke trefkans van de leidingen (zie bijlage 9).

Uit deze berekening blijkt dat de kans dat de leiding lek raakt als gevolg van een calamiteit aan de windturbines maximaal 4,2 x 10^{-4} per jaar is. Omgerekend komt dit neer op een kans van ééns in de 2.400 jaar. Ervan uitgaande dat een lek binnen 48 uur gerepareerd kan worden, is de onderbreking van de drinkwatervoorziening daarmee maximaal 1,2 minuut per jaar. Vergeleken met de normale geplande en ongeplande onderbrekingen van circa 15 minuten per jaar, is dit verwaarloosbaar.

In twee alternatieven bevinden zich windturbines in de directe nabijheid van de waterleidingen. Deze alternatieven scoren daarom licht negatief (-). De overige alternatieven hebben geen windturbines in de directe nabijheid. Hoewel een kans op falen van de leiding als gevolg van een calamiteit aan de windturbines niet volledig uit te sluiten is, is dit op voorhand als zeer beperkt te beoordelen. Daarom zijn deze overige alternatieven neutraal (0) gescoord.

Tabel 11.7 Effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik

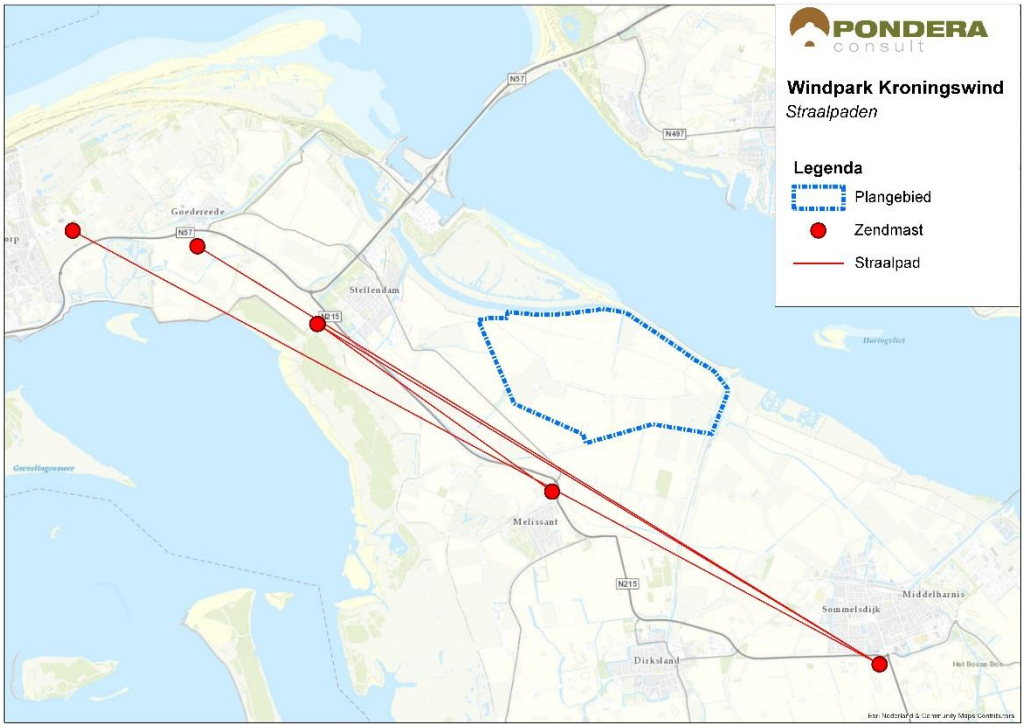
Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Ondergronds ruimtegebruik	0	-	0	0	-	0

11.3.2 Ruimtegebruik in het verticale vlak

Straalpaden

In de omgeving van het plangebied zijn diverse straalpaden aanwezig, die in gebruik zijn door verschillende telecomaanbieders. Specifiek voor dit onderzoek heeft Agentschap Telecom een overzicht beschikbaar gesteld van de aanwezige straalverbindingen in de omgeving van het plangebied (zie Figuur 11.4). Hieruit blijkt dat ten zuiden van het plangebied een aantal straalpaden aanwezig is. De kortste afstand tussen de begrenzing van plangebied en het dichtstbijzijnde straalpad bedraagt circa 550 meter. Dit is groter dan het (worst-case) afstandscriterium halve rotordiameter + tweede fresnelzone (81,3 meter). Voor geen enkel alternatief worden er negatieve effecten verwacht en ze scoren daarom neutraal (0).

Figuur 11.4 Weergave van aanwezige zendmasten en straalpaden in de omgeving van het plangebied



Bron: Agentschap Telecom (bewerking door Pondera Consult)

De beoordeling voor straalpaden is gegeven in Tabel 11.8.

Tabel 11.8 Beoordeling ruimtegebruik – Straalpaden

Beoordelingscriterium	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Straalpaden	0	0	0	0	0	0

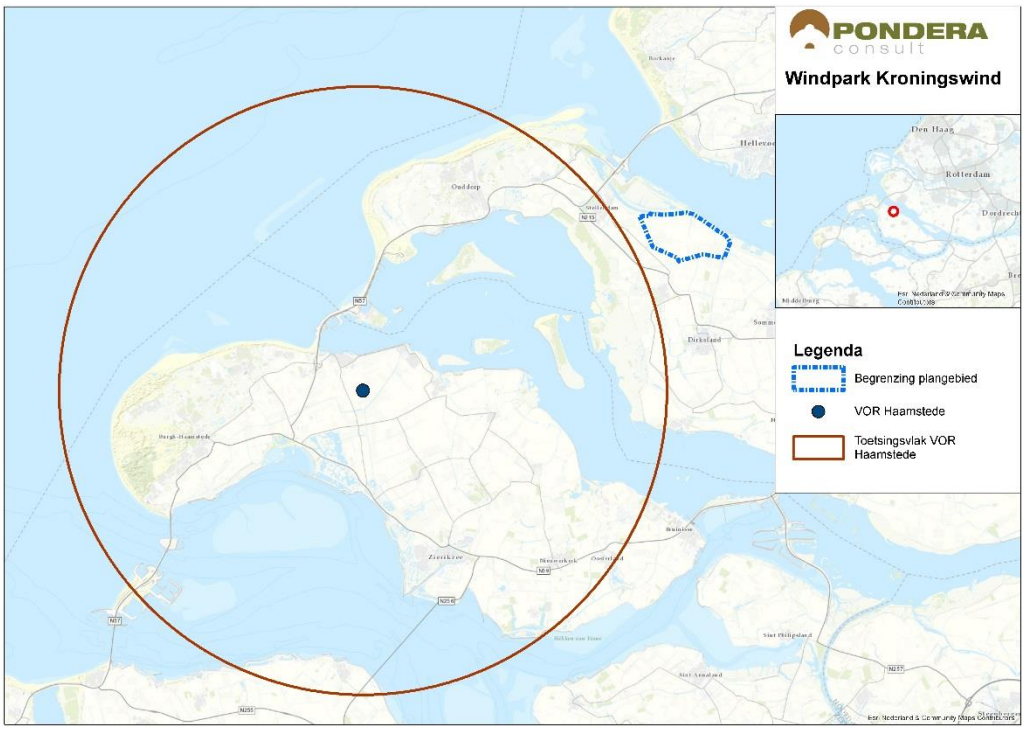
Vliegverkeer en radar

CNS-apparatuur

Figuur 11.5 geeft inzicht in de aanwezige CNS-apparatuur in de omgeving van het plangebied. Op circa 16 kilometer naar het zuidwesten ligt de VOR[45] Haarstede. Zoals de afbeelding laat zien valt het plangebied net buiten het toetsingsvlak. Negatieve effecten worden daarom niet verwacht. LVNL heeft in een reactie laten weten dat windturbines die in het plangebied geplaatst worden niet verder onderzocht hoeven te worden op de correcte werking van CNS-apparatuur.

[45] VOR is een afkorting voor VHF (Very High Frequency) Omni-directional Radio Range, een type navigatiesysteem voor de luchtvaart.

Figuur 11.5 CNS-apparatuur in de omgeving van het plangebied



Bron: Pondera Consult

Hoogtebeperkingsvlakken

ILT heeft in een reactie laten weten dat in het plangebied geen bouwhoogtebeperkingen gelden om de veiligheid van vliegoperaties te waarborgen (Bijlage 13). De verschillende alternatieven hebben daarom naar verwachting geen negatief effect op een veilige afwikkeling van vliegoperaties van en naar luchthavens.

Militaire laagvlieggebieden

In Figuur 11.6 is te zien dat Windpark Kroningswind zich bevindt nabij het militaire laagvlieggebied Voorne-Putten. Dit gebied wordt door de Luchtmacht gebruikt als oefengebied voor het op lage hoogte vliegen met helikopters, dat bij missies nodig kan zijn om buiten het beeld van een radar te blijven. De windturbines zijn echter gepositioneerd buiten het laagvlieggebied, waardoor er geen belemmering optreedt.

Figuur 11.6 Militaire laagvlieggebieden in omgeving plangebied



Bron: Pondera Consult

Voor zowel CNS-apparatuur, hoogtebeperkingsvlakken en militaire laagvlieggebieden worden dus geen negatieve effecten verwacht. Alle alternatieven scoren daarom neutraal (0) voor de verschillende deelaspecten. De effectbeoordeling is weergegeven in Tabel 11.9.

Tabel 11.9 Beoordeling ruimtegebruik – Vliegverkeer en radar

Beoordelingscriteria	Alternatief					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Beoordeling LVNL op CNS-apparatuur	0	0	0	0	0	0
Beoordeling ILT op vliegveiligheid	0	0	0	0	0	0
Beoordeling Defensie op laagvlieggebieden	0	0	0	0	0	0

11.4 Effecten aanlegfase en netaansluiting

11.4.1 Aanlegfase

Door de afwezigheid van straalpaden, hoogtebeperkingszones en toetsingsvlakken van (burger)radar in het plangebied worden negatieve effecten tijdens de aanlegfase op deze aspecten niet verwacht.

11.4.2 Netaansluiting

Omdat er nog geen duidelijkheid is over de exacte locaties van de bekabeling voor Windpark Kroningswind, is het niet mogelijk om in dit stadium een specifieke effectbeoordeling te maken. Op hoofdlijnen kan wel gesteld worden dat de benodigde oppervlakte voor de netaansluiting naar verwachting beperkt is. Deze ruimte wordt bepaald door de oppervlakte die benodigd is voor het transformatorstation, dat gepositioneerd is aan de Halsweg 3. De bebouwing die daar aanwezig is, wordt gesloopt waardoor er netto sprake is van een afname van bebouwd oppervlakte binnen het plangebied. De kabels worden ondergronds aangebracht en conflicteren niet met een agrarische functie. Voor kabels kan als beperking gelden dat er geen diepwortelende beplanting op mag staan. Eventuele hinder op huidige gebruiksfuncties (voornamelijk landbouw) wordt daarom niet verwacht.

11.5 Cumulatie

Het is niet te verwachten dat door de verschillende aspecten cumulatieve effecten zullen optreden op het ruimtegebruik omvat. Cumulatie wordt daarom niet in beschouwing genomen.

11.6 Mitigerende maatregelen

Aangezien de windturbines goed verenigbaar zijn met het huidig ruimtegebruik (geen tot zeer beperkte effecten) is het toepassen van mitigerende maatregelen niet nodig.

11.7 Vergelijking en samenvatting effectbeoordeling

Voor de alternatieven geldt dat op alle deelcriteria van het thema ruimtegebruik neutraal wordt gescoord, met uitzondering van ondergronds ruimtegebruik. De beoordeling van de alternatieven op het gebruik van gronden, de aanwezigheid van straalpaden en op vliegverkeer en radar is om die reden niet onderscheidend. De effecten op het radarsysteem van Defensie worden door TNO onderzocht bij het voorkeursalternatief (zie hoofdstuk 15). Voor ondergronds ruimtegebruik geldt dat twee alternatieven (A2 en C1) licht negatief scoren. Uit nadere berekeningen blijkt dat de effecten in absolute zin echter zodanig gering van aard zijn, dat dit nauwelijks onderscheidend is.

Tabel 11.10 Samenvatting beoordeling ruimtegebruik

Beoordelingscriteria		Alternatief					
		A1	A2	B1	B2	C1	C2
Ruimtegebruik – horizontale vlak	Landbouwgronden	0	0	0	0	0	0
	Ondergronds	0	-	0	0	-	0
Ruimtegebruik – verticale vlak	Straalpaden	0	0	0	0	0	0
	Defensieradar	0	0	0	0	0	0
	Vliegverkeer en radar	0	0	0	0	0	0

12 ELEKTRICITEITSOPBRENGST

12.1 Beleid, wetgeving en beoordelingscriteria

12.1.1 Beleid en wetgeving

Windenergie is een duurzame vorm van elektriciteitsproductie en levert een bijdrage aan de invulling van het klimaatbeleid (zie ook paragraaf 2.2). Wat het windpark en de verschillende alternatieven van het windpark bijdragen aan de invulling van het klimaatbeleid is berekend. Zo wordt voor elk alternatief aangegeven wat de elektriciteitsopbrengst is in MWh per jaar. De berekeningen van de elektriciteitsopbrengst zijn gedaan aan de hand van de windsnelheid zoals die in de Windviewer van RVO[46] wordt aangegeven voor het plangebied. Daarnaast is gekeken hoeveel reductie dit tot gevolg heeft ten opzichte van reguliere opwekking van elektriciteit (met voornamelijk kolen en gas) voor de stoffen die het broeikaseffect en dus de klimaatverandering veroorzaken: CO_2 (koolstofdioxide), NO_x (stikstofoxide) en SO_2 (zwaveldioxide). Om het effect van veranderingen in de vraag naar elektriciteit door besparingen en de inzet van hernieuwbare energiebronnen op de CO_2-emissies en de inzet van primaire energiebronnen bij de elektriciteitsproductie te kunnen bepalen wordt door RVO (voorheen Agentschap NL, AgNL) voor windenergie de substitutiemethode aanbevolen. Deze methode wordt op dit moment gebruikt in het kader van de berekeningen voor het protocol monitoring hernieuwbare energie (AgNL, 2010).

Europees beleid

In Europees verband[47] heeft Nederland de taakstelling om in 2020 14% van het totale energieverbruik duurzaam te realiseren en de CO_2-uitstoot met 20% te reduceren ten opzichte van 1990.

Rijksbeleid

Eind september 2013 is het ‘Energieakkoord voor duurzame groei’ afgesloten. Hierbij wordt gestreefd naar het behalen van 14% duurzame energie in 2020 en 16% in 2023. Ook internationaal wordt gestreefd naar een volledig duurzame energievoorziening in 2050.

Er zijn ook nationale doelstellingen voor emissiereductie, namelijk de National Emission Ceiling of NEC-plafonds, die voor heel Nederland en alle sectoren gezamenlijk gelden. Deze emissieplafonds zijn binnen de EU in 2012 afgesproken om de uitstoot van verzurende en luchtverontreinigende stoffen te beperken. De plafonds gelden voor 2020, daarna zijn deze nog niet afgesproken. Voor Nederland geldt een NO_x-plafond van 202 kton en voor SO_2 een plafond van 47 kton (infomil.nl, 2016).

Provinciaal beleid

De provincie Zuid-Holland is zich bewust van haar verantwoordelijkheid om de effecten van klimaatveranderingen te beperken en daar tevens op te anticiperen. In haar Structuurvisie Ruimte (2012) heeft de provincie haar windenergiebeleid stevig verankerd. Goeree-Overflakkee is een van de gebieden waar een aanzienlijke bijdrage (225 MW) wordt verwacht aan de provinciale doelstelling (735,5 MW in 2020).

[46] http://windviewer.rvo.nl/windviewer/Index.html?viewer=wind_viewer
[47] EU-richtlijn 2009/28/EG.

Gemeentelijk beleid

De gemeente Goeree-Overflakkee wil energieneutraal zijn in 2020 en dankzij de grote winddoelstellingen (225 MW) en zonne-energie lijkt dit haalbaar. Uiteindelijk wil de gemeente netto energieleverancier worden, mede door de groei van het windenergieareaal en het benutten van de potentie van andere bronnen (zon, getijde, biomassa). Daarmee willen ze ook de emissies die het broeikaseffect veroorzaken verder reduceren.

12.1.2 Beoordelingscriteria en methodiek

Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie

De elektriciteitsopbrengst is per alternatief weergegeven in MWh (megawattuur). De reductie van CO_2, NO_x en SO_2 wordt van deze elektriciteitsopbrengst afgeleid. Er is in dit hoofdstuk uitgegaan van 0,06 kg NO_x/GJ, 0,02 kg SO_2/GJ (bron: ECN-c-05-090) en 73,7 ton/TJ CO_2 (Agentschap NL, 2010). Volledigheidshalve dient opgemerkt te worden dat de elektriciteitsopbrengst (en daaruit afgeleide emissiereducties) in dit hoofdstuk zijn bepaald op basis van concrete windturbinetypes (de referentieturbines).

Er kunnen verschillen ontstaan tussen de hier genoemde getallen en de werkelijk optredende waarden als gevolg van het uiteindelijk realiseren van een ander type windturbine, maar het geeft wel een realistisch beeld van de verschillen tussen de alternatieven en geeft een ordegrootte aan van de effecten.

In de tabel hieronder staan de onderdelen waar de alternatieven op worden beoordeeld. Omdat ieder alternatief positieve effecten heeft voor de vermeden emissie, zijn scores positief. Om verschillen aan te geven tussen alternatieven, is onderscheid gemaakt in licht positief (+) of positief (++). Waarbij een elektriciteitsopbrengst tot 200.000 MWh/jaar als licht positief (+) is gescoord, en hogere opbrengst als positief (++). Zie ook paragraaf 4.1.

Tabel 12.1 Energieopbrengst en vermeden emissies

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling		
		+	++
Elektriciteit opbrengst	mWh/jaar	≤ 200.000	> 200.000
Vermeden emissie CO_2	Ton/jaar	≤ 100.000	> 100.000
Vermeden emissie NO_x	Ton/jaar	≤ 150	> 150
Vermeden emissie SO_2	Ton/jaar	≤ 80	> 80
Vermeden emissie PM_{10}	Ton/jaar	≤ 6	> 6

Verder wordt aandacht besteed aan de terugverdientijd van energie die is benodigd voor de bouw en de verwijdering van de windturbines.

Efficiëntie

Verder wordt gekeken naar de kostprijs van energie en de economische haalbaarheid van de opstellingen het aantal vollasturen[48] per windturbine en de onderlinge beïnvloeding (wake-effecten genoemd) tussen de windturbines te beoordelen. Dit laatste heeft betrekking op de windafvang van turbines die achter elkaar staan. De beoordelingscriteria zijn opgenomen in Tabel 12.2. Om verschillen aan te geven tussen alternatieven, is onderscheid gemaakt in licht positief (+) of positief (++). Waarbij vollasturen tot 3.200 als licht positief (+) zijn gescoord, en hogere opbrengst als positief (++). Voor wake-effecten is een negatieve score toebedeeld. Wake-effecten van < 6% worden als neutraal (0), tussen 6-10% als negatief (-) en > 10% als zeer negatief (--) beoordeeld. Deze verdeling is gekozen op basis van ervaringen bij andere windprojecten.

Tabel 12.2 Efficiëntie energieopbrengst alternatieven

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling					
		+	++	0	-	--
Vollasturen per windturbine	Uur/jaar	≤ 3.200	> 3.200	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Onderlinge beïnvloeding windturbines	% opbrengstverlies door wake effect	n.v.t.	n.v.t.	≤ 6%	6-10 %	> 10%

Het opgestelde vermogen van een windturbine of windpark wordt uitgedrukt in megawatt (MW). De elektriciteitsopbrengst van een windturbine wordt uitgedrukt in megawattuur (MWh) of kilowattuur (kWh) en hangt af van een aantal factoren:

- De locatie van de turbine: op open zee heerst een gunstiger windklimaat dan op land;
- Het rotoroppervlak: hoe langer de bladen, des te groter het oppervlak en hoe meer wind wordt omgezet in elektriciteit;
- De onderlinge afstand tussen de turbines: bij een opstelling in een windpark zorgt vermindering van luchtsnelheid voor afname van de elektriciteitsproductie. Dit wordt parkeffect genoemd. De oriëntatie van de opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting (zuidwesten) is ook van belang;

De hoogte van de turbine: op grotere hoogte waait het harder en is de windstroom minder turbulent.

12.2 Referentiesituatie

In de referentiesituatie zijn geen windturbines of andere energieproductie installaties aanwezig in het plangebied. De referentiesituatie is daarmee op nul gesteld.

12.3 Beoordeling effecten per alternatief

In Tabel 12.3 is per alternatief de opbrengst van het park weergegeven, evenals de CO_2-emissiereductie en de reductie van NO_x, SO_2 en PM_{10}. De jaarlijkse CO_2-, NO_x-, SO_2 en PM_{10} reductie is uitgedrukt in ton per jaar.

[48] Het aantal vollasturen wordt berekend door het jaarlijks opgewekte aantal Mwh per windturbine te delen door het nominale vermogen per windturbine. Deze maat is een indicatie voor de efficiëntie van de windturbine op deze locatie. Hoe meer vollasturen, hoe vaker de windturbine maximaal produceert.

Tabel 12.3 Opbrengst en emissiereductie (zonder uitvoering van mitigerende maatregelen)[49]

Aspect	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Opgesteld vermogen in MW	63	54	58,5	54	90	78
Energieopbrengst in MWh/jaar zonder maatregelen	226.500	172.600	212.900	174.000	314.000	237.600
Vergelijkbaar met het jaarlijks elektriciteitsverbruik van dit aantal huishoudens	90.788	68.636	111.985	91.524	165.164	124.978
CO_2-emissie-reductie in ton per jaar	114.609	87.336	107.727	88.044	158.884	120.226
SO_2-emissie-reductie in ton per jaar	88,34	67,31	83,03	67,86	122,46	92,66
NO_x-emissie-reductie in ton per jaar	160,82	122,55	151,16	123,54	222,94	168,70
PM_{10} reductie in ton per jaar	6,80	5,18	6,39	5,22	9,42	7,13

Tabel 12.4 Beoordeling alternatieven (zonder uitvoering van mitigerende maatregelen)

Aspect	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Opgesteld vermogen in MW	63	54	58,5	54	90	78
Energieopbrengst in MWh/jaar zonder maatregelen	226.500	172.600	212.900	174.000	314.000	237.600
Vollasturen per turbine per jaar	3.595	3.196	3.639	3.222	3.489	3.046
Wake effecten (in % opbrengstverlies)	6,5	9,8	5,5	9,1	9,2	14,0

Uit Tabel 12.4 valt af te lezen dat alternatief C1 veruit de grootste elektriciteitsopbrengst heeft van de alternatieven. Alternatief C1 heeft echter ook relatief veel windturbines. De alternatieven A1, B1 en C2 liggen relatief dicht bij elkaar qua elektriciteitsopbrengst, echter alternatief C2 heeft wel aanzienlijk meer windturbines en een hoge onderlinge beïnvloeding (wake-effect). Verder komt naar voren dat de grotere windturbines in alternatieven A1, B1 en C1 aanzienlijk hogere energieopbrengsten halen. Dit komt doordat het aantal vollasturen voor deze turbines hoger ligt (Zie Tabel 12.4). Uit bovenstaande blijkt dat de alternatieven met de grotere windturbines de grootste opbrengst hebben. Uiteraard zijn de resultaten afhankelijk van het te plaatsen turbinetype.

[49] Om van de elektriciteitsopbrengst in MWh/jaar naar de CO2-, NOx-en SO2-reductie te komen wordt de volgende rekensom gemaakt: (aantal kWh/jaar x 3600/0,427)/1.000.000 = aantal TJ/jaar. Vervolgens kan de reductie van CO_2, NOx en SO_2 berekend worden door de uitkomst te vermenigvuldigen met de kengetallen afkomstig uit CE Delft, 2015 CE Delft (2015). *"Kentallen voor grijze en 'niet-geoormerkte stroom' inclusief upstream-emissies"*

Energiebalans windturbines

Het produceren, bouwen, installeren en ontmantelen van een windturbine kost ook energie. In verschillende onderzoeken wordt gemeld dat de energie die hiervoor benodigd is in ongeveer drie tot zes maanden is terugverdiend.[50] Voor de uitstoot van CO_2, NO_x en SO_2 is de terugverdientijd ongeveer vier tot negen maanden [51,52].

Tabel 12.5 Score alternatieven t.a.v. energieopbrengst en vermeden emissies

Aspect	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Energieopbrengst in MWh/jaar zonder maatregelen	++	+	++	+	++	++
CO_2-emissie-reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
SO_2-emissie-reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
NO_x-emissie-reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
PM_{10} reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
Vollast-uren per jaar per turbine	++	+	++	++	++	+
% verlies door wake	-	-	0	-	-	--

12.4 Effecten aanlegfase, herstructurering en netaansluiting

12.4.1 Aanlegfase

Voor de aanlegfase (en verwijdering) van het windpark is verschillend materieel benodigd. Denk hierbij aan vrachtwagens, kranen, personentransport etc. Hiervoor geldt dat deze ook uitstoot hebben van schadelijke stoffen. De uitstoot van de aanlegfase is echter zeer beperkt ten opzichte van de vermeden emissies als gevolg van het windpark.

12.4.2 Netaansluiting

De elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies is niet afhankelijk van de netaansluiting en niet onderscheidend voor de alternatieven. De netaansluiting zal voldoende capaciteit bevatten om de opgewekte energie te kunnen transporteren.

12.5 Cumulatie

Voor het aspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies is cumulatie niet aan de orde, omdat er geen andere productie-installaties aanwezig zijn.

12.6 Mitigerende maatregelen

De duurzame energieopbrengst van windturbines is een positief effect van een windpark. Door toepassing van mitigerende maatregelen (zoals bijvoorbeeld een stilstandregeling) voor andere

[50] http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/faq
[51] Das Grűne Emissionshaus, augustus 2003; http://guidedtour.windpower.org/en/tour/
[52] PE NWE, Life cycle assessment of Electricity production from a V112 Turbine Wind plant, 2011: https://www.vestas.com/~/media/vestas/about/sustainability/pdfs/lca_v112_study_report_2011.ashx

thema's zoals slagschaduw en geluid die de energieproductie (enigszins) negatief beïnvloeden. De mate van beïnvloeding dient meegenomen te worden in de analyse om de energieopbrengsten goed te beoordelen. De mitigerende maatregelen voor o.a. geluid en slagschaduw zorgen voor productie afnames. Voor slagschaduw is een schatting gegeven van de productieafname (indicatief, want afhankelijk van te kiezen windturbinetype). Deze zijn in de tabel hieronder weergegeven. Voor geluid zijn de productieafnames eveneens ingeschat.

Voor ecologie geldt dat naar verwachting mitigatie benodigd is vanwege vleermuizen. Om de productieverliezen inzichtelijk te maken is er voor dit MER vanuit gegaan dat een stilstandregeling wordt toegepast die de aanvangswindsnelheid (wanneer de windturbines in bedrijf gaan) verhoogd tot 6 m/s in de periode 1 augustus – 15 oktober tussen zonsondergang en zonsopkomst en bij temperaturen boven de 10 graden Celsius. Op basis daarvan zijn voor de alternatieven inschattingen gemaakt van de energieopbrengst verliezen als gevolg van deze stilstand. Dit leidt echter niet tot een andere effectbeoordeling.

Tabel 12.6 Productieverliezen door mitigatie

Onderwerp	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Mitigatie voor geluid	0 %	0 %	- 0,1 %	0 %	- 0,5 %	- 0,05 %
Mitigatie voor slagschaduw	- 0,03 %	0 %	- 0,1 %	- 0,05 %	- 0,1 %	- 0,02 %
Mitigatie voor natuur	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 % %

12.7 Samenvatting effectbeoordeling

Energie uit windturbines zorgt voor minder uitstoot van broeikasgassen en vervuilende stoffen zoals CO_2, SO_2, NO_x en fijn stof dan energie afkomstige van conventionele (fossiele) opwekmethoden. De energie benodigd voor de constructie van windturbines wordt in circa drie tot zes maanden terugverdiend. Ook de uitstoot veroorzaakt door de constructie van windturbines wordt in circa vier tot negen maanden terugverdiend door de vermindering van energie benodigd van fossiele brandstoffen. De beoordeling van de alternatieven wordt in de tabel hieronder weergegeven. De beoordeling wijzigt niet na uitvoering van mitigerende maatregelen.

Tabel 12.7 Beoordeling alternatieven t.a.v. energieopbrengst en vermeden emissies na mitigatie

Aspect	Alternatieven					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Energieopbrengst in MWh/jaar zonder maatregelen	++	+	++	+	++	++
CO_2-emissie-reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
SO_2-emissie-reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
NO_x-emissie-reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
PM_{10} reductie in ton per jaar	++	+	++	+	++	++
Vollast-uren per jaar per turbine	++	+	++	++	++	+
% verlies door wake	-	-	0	-	-	--

13 CONCLUSIES ZES ALTERNATIEVEN

13.1 Inleiding

In onderstaande tabel zijn de alternatieven uit het MER naast elkaar gezet, inclusief de scores op alle onderzochte milieuaspecten en deelcriteria. In de navolgende paragrafen zijn de conclusies beschreven.

Tabel 13.1 Beoordelingscriteria per milieuaspect

Aspecten	Beoordelingscriteria	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Geluid	Geluidsituatie woningen derden wettelijke geluidnorm L_{den} 47 dB en L_{night} 41 dB (voor en na mitigatie)	0	0	-➡0	0	-➡0	-➡0
	Mate van hinder beneden wettelijke norm: geluidcontour L_{den} 42 dB - L_{den} 47 dB	-	-	--	-	--	-
	Mate van hinder beneden wettelijke norm: geluidcontour L_{den} 37 dB - L_{den} 42 dB	-	-	--	-	--	--
	Cumulatie geluid t.g.v. industrie, rail- en wegverkeer en windturbines	-	-	--	-	-	-
	Geluidbelasting op stiltegebieden	0	0	0	0	0	0
Slagschaduw	Inventarisatie aantal woningen derden boven slagschaduw norm (score voor en na mitigatie)	-➡0	-➡0	-➡0	-➡0	--➡0	-➡0
	Slagschaduwduurcontouren: mogelijke hinder beneden wettelijke norm	--	-	--	-	-	-
Ecologie *Gebruiksfase*	**Gebiedsbescherming**						
	Natura 2000-gebieden	-	-	0/-	0/-	-	0/-
	Soortbescherming						
	Vogels	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
	Vleermuizen	-*	-*	-	-	-	-
	Overige soorten	0	0	0	0	0	0
Aanlegfase	**Gebiedsbescherming**						
	Natura 2000-gebieden	0	0	0	0	0	0
	Soortbescherming						
	Vogels	0/-	0/-	-	-	-	-
	Vleermuizen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
	Overige soorten*	0	0	0	0	0	0
Landschap en cultuurhistorie	Bestaande landschappelijke, archeologische & cultuurhistorische waarden	0	0/-	0	0/-	0/-	-
	Herkenbaarheid en kwaliteit van opstelling	0/+	0/+	+	0/+	0/-	-
	Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen	+	+	0	0	-	-

Aspecten	Beoordelingscriteria	A1	A2	B1	B2	C1	C2
	Samenhang met andere windparken	+	+	0/+	0/+	0/-	0/-
	Visuele invloed (incl. verlichting)	-	0/-	-	0/-	-	-
Water en bodem	Grondwater(kwaliteit)	0	0	0	0	0	0
	Oppervlaktewater	0/-➡0	0	0	0	0/-➡0	0
	Hemelwater (score voor en na mitigatie)	-➡0	-➡0	-➡0	-➡0	-➡0	-➡0
	Bodemkwaliteit	-	-	-	-	-	-
Veiligheid	Bebouwing	0	0	0	0	0	0
	Wegen, waterwegen en spoorwegen	0	0	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0	0	0
	Onder- en bovengrondse transportleidingen	0	0	0	0	0	0
	Hoogspanningslijnen	0	0	0	0	0	0
	Dijklichamen en waterkeringen	0	0	0	0	0	0
Ruimtegebruik	Horizontaal ruimtegebruik						
	Landbouwgronden	0	0	0	0	0	0
	Ondergronds ruimtegebruik	0	-	0	0	-	0
	Verticaal ruimtegebruik						
	Straalpaden	0	0	0	0	0	0
	Defensieradar	0	0	0	0	0	0
	Vliegverkeer en radar	0	0	0	0	0	0
Duurzame energie-opbrengst & vermeden emissies	Energieopbrengst	+ +	+	+ +	+	++	++
	% verlies (wake effect)	-	-	0	-	-	--
	CO_2-emissiereductie	+ +	+	+ +	+	++	++
	SO_2 -, NO_x en PM_{10} -emissiereductie	+ +	+	+ +	+	++	++

13.2 Geluid

Effecten op geluidgevoelige objecten

Alternatieven **A1**, **A2** en **B2** kunnen zonder toepassing van maatregelen bij alle toetspunten voldoen aan de normen uit het Activiteitenbesluit. De andere alternatieven kunnen na toepassing van beperkte mitigerende maatregelen eveneens voldoen. De toepassing van deze maatregelen leidt tot een beperkt productieverlies van circa 0,05%. De getalsmatige verschillen op individuele woningen zijn wel relatief groot (tot circa 9 dB).

Wanneer gekeken wordt naar effecten beneden de wettelijke norm, valt op dat alternatief **C1** aanzienlijk grotere effecten kent dan de andere alternatieven. De overige alternatieven ontlopen elkaar niet veel, waarbij alternatief **A2** relatief het beste scoort.

Woningen initiatiefnemers

Voor de woningen van initiatiefnemers geldt dat er in alle alternatieven een geluidbelasting boven de wettelijke norm voor geluidgevoelige objecten optreedt bij meerdere adressen. Hierbij veroorzaken alternatieven **C1** en **C2** op alle woningen van initiatiefnemers meer dan L_{den} 47 dB.

De andere alternatieven scoren vergelijkbaar. Formeel worden de alternatieven niet vergeleken op dit aspect, echter deze effecten spelen voor de initiatiefnemers wel een rol in de keuze voor een voorkeursalternatief (zie hoofdstuk 15).

Stiltegebied

Alle alternatieven hebben een additionele geluidbelasting op het stiltegebied van meer dan 40 dB(A) tot gevolg. In zoverre zijn ze dus niet onderscheidend. Alternatieven met veel en hoge windturbines (**C1**) leiden tot circa 700 meter vanaf de rand van het plangebied tot een jaargemiddelde geluidbelasting op het stiltegebied van meer dan 40 dB(A). Tot circa 300 meter is de geluidbelasting boven de 45 dB(A).

Bij alternatieven met lagere, en zuidelijker gesitueerde windturbines (B2), is er op enkele plaatsen langs het plangebied tot circa 500 meter vanaf de rand een jaargemiddelde geluidbelasting van meer dan 40 dB(A). Een (jaargemiddelde) geluidbelasting van meer dan 45 dB(A) wordt dan slechts op een beperkt deel van het stiltegebied verwacht.

Cumulatieve geluidbelasting

Voor wat betreft de cumulatieve geluidbelasting valt op dat de windturbines in de meeste gevallen maatgevend zijn, behalve in de situaties waar al wegverkeerslawaai aanwezig is bij de woningen. De alternatieven zijn hierin weinig onderscheidend.

13.3 Slagschaduw

Effecten op gevoelige objecten

Voor alle alternatieven, met uitzondering van alternatief **A2** moeten mitigerende maatregelen voor slagschaduw worden getroffen. Hierbij kent alternatief **C1** de hoogste slagschaduw-belasting op de omgeving en de meeste woningen binnen de slagschaduwcontouren (12 woningen 5-15 uur per jaar, 5 woningen > 15 uur per jaar). De toepassing van mitigerende maatregelen leidt tot een beperkt opbrengstverlies van minimaal 0,03% (**A1**) tot maximaal 0,1% (**B1** en **C1**).

De absolute slagschaduwbelasting op woningen van derden loopt sterk uiteen per alternatief en is zeer afhankelijk van de exacte positie van de windturbines ten opzichte van de woningen. De schaduwbelasting loopt uiteen van 0 uur per jaar tot maximaal 41 uur per jaar).

Gemiddeld genomen veroorzaken de alternatieven met de grotere turbines (**A1**, **B1** en **C1**) meer slagschaduw (in uren per jaar) dan de alternatieven met kleine turbines (**A2**, **B2** en **C2**). Deze verschillen zijn echter wel beperkt.

Woningen initiatiefnemers

Voor de woningen van initiatiefnemers geldt eveneens dat de slagschaduwbelasting sterk afhangt van het alternatief en de exacte positionering van de windturbines ten opzichte van de woning. Alternatief **C1** heeft voor negen van de tien eigen woningen de hoogste slagschaduwbelasting. Er is geen alternatief dat het best scoort voor alle woningen. Daarvoor zijn de individuele verschillen te groot.

13.4 Natuur

Voor het aspect Natuur geldt dat er globaal genomen beperkte verschillen zijn tussen de alternatieven. Wel wordt opgemerkt dat de alternatieven met meer windturbines (**C1** en **C2**) slechter scoren dan de alternatieven met minder turbines als het gaat om sterfte onder beschermde soorten. Voor die alternatieven kan een effect op de gunstige staat van instandhouding voor de ruige dwergvleermuis bijvoorbeeld niet op voorhand worden uitgesloten. Ook alternatieven waarbij windturbines parallel aan het zuiderdiep zijn gepositioneerd (**A1**, **A2 en C1)** scoren iets negatiever op het aspect gebiedsbescherming, aangezien op voorhand niet kan worden uitgesloten dat een significant negatief effect optreedt op de ganzen slaapplaats Zuiderdiep. Conclusie is dat deze lijnopstelling in het voorkeursalternatief het best aan de zuidzijde van Blok de Wit kan worden geplaatst, om deze effecten te mitigeren.

13.5 Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

Een vergelijking maken tussen de alternatieven voor wat betreft hun totale effect op het aspect landschap, is geen kwestie van het optellen en aftrekken van plussen en minnen. Niet alle criteria wegen even zwaar en bovendien zijn de onderlinge verschillen soms (zeer) gering. Ook geldt dat sommige alternatieven wat negatiever scoren op het ene criterium, maar weer wat positiever op het andere en omgekeerd. Dit is hieronder per deelcriterium toegelicht.

Effect op landschappelijke en cultuurhistorische waarden

In alle alternatieven wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de kenmerkende landschappelijke kwaliteit van de bedijkingsgeschiedenis in de polder. Dit werkt het beste bij alternatieven met minder turbines in twee lijnopstellingen (alternatieven **A1** en **B1**). Alternatieven met drie rijen windturbines, **C1** en **C2**, slechter scoren dan de andere alternatieven. Dit heeft te maken met het grote aantal windturbines die dusdanig dicht bij elkaar moeten worden geplaatst in het relatief kleine plangebied, dat ze niet meer afzonderlijk waarneembaar zijn en het windpark verwordt tot één grote zwerm van windturbines. De karakteristieke openheid wordt daarmee verder aangetast.

Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling

Als het gaat om de herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling scoren de alternatieven met grote turbines (**A1** en **B1**) beter dan de alternatieven met kleinere turbines. Hierbij scoort alternatief **B1** nog iets positiever, omdat de onderlinge afstanden tussen beide lijnen hier iets groter is, waardoor de lijnen beter uit elkaar te houden zijn. Bij de alternatieven **C1** en **C2** gaat de herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling verloren doordat er tussen de lijnopstellingen aanvullende losse turbines worden geplaatst, waardoor de afzonderlijke lijnen vanuit de meeste standpunten nauwelijks nog herkenbaar zijn.

Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen

De landschappelijk meest bepalende structuren zijn hier de dijken, en in veel minder mate de polderwegen en de sloten. De alternatieven **A1** en **A2** sluiten aan bij twee van de drie dijken, terwijl de alternatieven **B1** en **B2** slechts aansluiting zoeken met één dijk, die ook nog eens een kronkeliger (en daardoor moeilijker te volgen) verloop heeft. Deze alternatieven scoren daarmee lager op aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen. De alternatieven **C1** en **C2** sluiten weliswaar ook (deels) bij twee dijken aan, maar deze alternatieven doen dit ook

bij andere structuren en bij een enkele turbine ontbreekt de aansluiting bij de landschappelijke structuur zelfs. Deze alternatieven scoren daarmee veruit het laagst als het gaat om de aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen.

Samenhang met andere windparken

Voor de windparken op Goeree-Overflakkee wordt een regionale plaatsingsvisie gehanteerd die uitgaat van één of meerdere parallelle lijnopstellingen langs het water. De alternatieven **A1** en **A2** volgen exact dit zelfde principe en sluiten daarom het beste aan bij meest nabij gelegen windpark én (dus ook) de regionale plaatsingsvisie. Doordat bij de alternatieven **B1** en **B2** de lijnopstellingen verder landinwaarts geplaatst zijn en ook niet aansluiten bij de hoofdwaterkering, scoren deze alternatieven lager als het gaat om hun samenhang met andere windparken. Bij de alternatieven **C1** en **C2** wordt het plaatsingsprincipe van parallelle lijnopstellingen deels losgelaten, waardoor deze alternatieven ook hier het laagste scoren.

Visuele impact (incl. verlichting)

Alternatieven met grote windturbine (**A1**, **B1** en **C1**) scoren slechter dan de alternatieven met kleine windturbines. In het gebied zelf komen de forse windturbines dominanter over en zij zijn bovendien over een grotere afstand zichtbaar. Daar komt bij dat de grotere windturbines vanuit luchtvaartveiligheidsaspecten voorzien moeten worden van verlichting. Dit laatste is overigens te mitigeren met het toepassen van het dimmen van de verlichting en eventuele radargestuurde verlichting. Het verschil komt daarmee (in de nacht) te vervallen.

13.6 Water en Bodem

Voor het aspect Waterhuishouding en bodem is gekeken naar de effecten op grondwater, oppervlaktewater, hemelwater en bodemkwaliteit. Wanneer voor oppervlaktewater en hemelwaterafvoer de voorgestelde mitigerende maatregelen, zijnde het verplaatsen van windturbines uit de beschermingszone van primaire watergangen, voor alternatief **A1** en **C1** worden toegepast, scoren alle alternatieven op alle onderdelen neutraal. Negatieve effecten op de waterhuishouding worden daarom niet verwacht. Dit geldt in grote mate ook voor het effect op de lokale bodemkwaliteit. Dit scoort nu voor alle alternatieven echter negatief. Hier moet voor het voorkeursalternatief in een vervolgfase uitgezocht worden wat de aard van de bodemkwaliteit is op de locaties waar windturbines in een zone staan waar het bodemonderzoek momenteel in procedure is. Het criterium is verder niet onderscheidend.

13.7 Veiligheid

Kwetsbare objecten en infrastructuur

De alternatieven zijn niet onderscheidend ten aanzien van kwetsbare objecten, buisleidingen en overige infrastructuur. De turbines bevinden zich in alle alternatieven op zodanige afstand van objecten en infrastructuur dat geen additioneel risico optreedt.

Dijkveiligheid

In het plangebied liggen een primaire en een secundaire waterkering. De primaire waterkering ligt op relatief grote afstand tot de windturbines. Hierdoor is alleen het scenario bladworp relevant voor alle alternatieven. De waterkering kent echter een zodanige hoogte dat, ook in worst-case scenario's voor bladworp voor alle alternatieven geen additionele kans op overstroming ontstaat. De alternatieven zijn daarom niet onderscheidend.

Voor de secundaire waterkering geldt dat de turbines in alle scenario's in de nabijheid van de kering gepositioneerd zijn. Alternatief **A2** kent de meeste windturbines in de nabijheid van de secundaire waterkering, alternatief **C2** de minste. De additionele faalkans van de waterkering is indicatief bepaald voor alternatief **A2** (worst-case). Deze bedraagt ongeveer 0,4% van de initiële overstromingskans van de waterkering en kan als verwaarloosbaar worden beschouwd. De overige alternatieven hebben gelijkwaardige of geringere effecten. De verschillen zijn zodanig gering dat dit niet onderscheidend is.

Een aandachtspunt vormt de mogelijke toekomstige verplaatsing van de waterkering langs het Zuiderdiep in de richting van de Zuiderdiepweg. Dit heeft mogelijk invloed op de effectbeoordeling. Aanbevolen wordt om hier in het voorkeursalternatief rekening mee te houden, door de windturbines te verschuiven, zodanig dat een halve rotordiameter afstand aangehouden wordt.

13.8 Ruimtegebruik

Horizontaal ruimtegebruik

De windturbines worden geplaatst in agrarisch gebied en de mast en fundatie nemen een bepaalde fysieke ruimte in. Daarnaast is er mogelijk invloed op andere gebruiksfuncties in de (in)directe en omgeving, voor straalpaden voor mobiele communicatie, luchtvaartradar en drinkwaterleidingen.

Het directe ruimtegebruik van de windturbines is over het algemeen goed te combineren met de landbouwfunctie. Door het relatief kleine primaire ruimtegebruik van een windturbine blijft er veel ruimte over. Aangezien de huidige agrarische gebruiksfunctie naar verwachting niet negatief wordt beïnvloed door het voornemen en er geen straalpaden aanwezig zijn binnen de effectafstand van de alternatieven, scoren alle alternatieven neutraal op deze punten.

Ondergronds ruimtegebruik

Er zijn drie leidingtracés van hoofdtransportleidingen voor drinkwater aanwezig. Ten aanzien van deze leidingen is bekeken hoeveel windturbines zich bevinden binnen een halve rotordiameter afstand van de leidingen. Alternatieven **A2** en **C1** scoren hier licht negatief, aangezien in deze alternatieven turbines binnen een halve rotordiameter zijn gepositioneerd. De overige alternatieven scoren neutraal omdat er geen windturbines binnen een halve rotordiameter staan. De absolute effecten van de windturbines op de leiding zijn eveneens onderzocht en komen worst-case neer op het falen van de waterleiding van eens in de 2.400 jaar, ofwel maximaal 1,2 minuut per jaar.

Verticaal ruimtegebruik

Voor alle alternatieven geldt dat op alle deelcriteria (aanwezigheid van straalpaden, effecten op vliegverkeer en radar) de effectbeoordeling neutraal is en om die reden niet onderscheidend. De effecten op het radarsysteem van Defensie worden door TNO onderzocht bij het voorkeursalternatief (zie hoofdstuk 15).

13.9 Energieopbrengst en vermeden emissie

De alternatieven verschillen sterk op het aspect energieopbrengst en vermeden emissies. Omdat ook de efficiëntie van de windturbines relevant is, is naast de absolute opbrengst ook gekeken naar de opbrengst per windturbine in vollasturen. Alternatief **C1** heeft relatief veel windturbines. De alternatieven **A1**, **B1** en **C2** liggen relatief dicht bij elkaar qua elektriciteitsopbrengst, alternatief **C2** heeft echter aanzienlijk meer windturbines en een hoge onderlinge beïnvloeding (wake-effect). Verder valt op dat de grotere windturbines in alternatieven **A1**, **B1** en **C1** een aanzienlijk hogere energieopbrengst hebben. Dit komt doordat het aantal vollasturen voor deze turbines hoger ligt. De windturbines in alternatief **B1** hebben de laagste verliezen als gevolg van onderlinge beïnvloeding (beste positionering).

Uit de onderzoeken blijkt dat de alternatieven met de grotere windturbines een aanzienlijk grotere opbrengst hebben. Zo is het verschil tussen alternatief **A1** en **A2** circa 31%, tussen **B1** en **B2** circa 22% en tussen **C1** en **C2** circa 32%. Uiteraard zijn de resultaten uiteindelijk mede afhankelijk van het te plaatsen turbinetype. Het ligt dus voor de hand om vanuit energieopbrengst te kiezen voor grotere windturbines.

13.10 Samenvatting en aanbevelingen voorkeursalternatief

Vanuit de samenvatting van de effectbeoordeling van de alternatieven komt geen eenduidige conclusie ten aanzien van één van de alternatieven naar voren. Waar een alternatief goed scoort op het ene milieuthema, scoort het weer slechter op een ander thema. Daarom ligt het voor de hand om een voorkeursalternatief samen te stellen uit de onderzochte alternatieven. Om te komen tot een goede invulling worden de volgende aandachtspunten en aanbevelingen gedaan voor het vaststellen van het voorkeursalternatief.

Aanbevelingen

- Alternatief C1 en C2 veroorzaken relatief veel geluid- en slagschaduweffecten op de leefomgeving. Dit geldt zowel voor woningen van derden als voor de woningen van de initiatiefnemers. De overige alternatieven, zijn vanuit deze aspecten redelijk gelijkwaardig, waarbij A2 beperkt beter scoort. Vanuit het aspect geluid- en slagschaduw wordt aanbevolen om te werken met twee lijnopstellingen.
- Veiligheid is weinig onderscheidend als beoordelingsaspect. Dijkveiligheid vormt wel een aandachtspunt voor wat betreft de verplaatsing van de boezemkade en de aanwezige secundaire waterkering. Aanbevolen wordt om dit, na de keuze voor een voorkeursalternatief, nader te beschouwen. Zo nodig kunnen dan maatregelen (het beperkt verplaatsen van windturbines, zodat een minimale afstand van een halve rotordiameter wordt aangehouden) worden toegepast.[53]
- Het aspect ruimtegebruik is niet onderscheidend. Windturbines en de agrarische functie gaan relatief goed samen. Overige gebruiksfuncties worden niet negatief beïnvloed, met uitzondering van de aanwezige waterleiding. De effecten op deze waterleiding zijn echter beperkt. Aanbevolen wordt om de turbines niet dichter bij de waterleiding te plaatsen dan nodig.

[53] In de huidige plannen (stand van zaken december 2017) voor de natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder, is het voornemen om de bestaande boezemkade langs het Zuiderdiep te verplaatsen naar de Zuiderdiepweg. De ligging van de toekomstige boezemkade is met het Waterschap en Natuurmonumenten afgestemd en de effectonderzoeken voor het VKA worden hierop gebaseerd.

- Voor het aspect landschap blijkt dat een opstelling met twee lijnen beter past in het plangebied dan drie lijnen. Windturbines van > 150 meter tiphoogte vormen een rustiger beeld dan de kleinere windturbines, maar zijn wel beter op afstand. Verlichting vormt wel een aandachtspunt voor de turbines met een ashoogte van > 150 meter.
- Vanuit ecologisch perspectief is plaatsing van windturbines nabij het Zuiderdiep (noordzijde Blok de Wit) niet wenselijk omdat significant negatieve effecten op Natura 2000-gebied Haringvliet niet kunnen worden uitgesloten.
- De energieopbrengst verschilt sterk tussen de alternatieven. De alternatieven met grote turbines hebben een aanzienlijk hogere opbrengst dan de alternatieven met de kleine turbines. De alternatieven met veel windturbines (C1 en C2) kennen een relatief hoge onderlinge beïnvloeding (wake effect verliezen). Voor het verkrijgen van een grotere energieopbrengst is het kiezen voor een grote turbine positief.

Dilemma's

De aanbevelingen hierboven zijn in sommige gevallen strijdig met elkaar. Dit levert een drietal dilemma's op voor het voorkeursalternatief:

4. Het handhaven van een leefbaar plangebied, waarbij effecten van geluid- en slagschaduw op de omliggende woningen (ook van initiatiefnemers) aanvaardbaar zijn vanuit een goede ruimtelijke ordening, en de doelstelling van 78 MW opgesteld vermogen zijn niet verenigbaar binnen het plangebied.
5. Doordat, vanwege de ecologische effecten, geen windturbines aan de noordzijde van Blok de Wit kunnen worden geplaatst, moeten de opstellingen zuidelijker in de polder worden geplaatst. Dit betekent dat moet worden afgeweken van de optimale landschappelijke plaatsingsstrategie (parallel aan de primaire waterkeringen).
6. Windturbines met een tiphoogte van meer dan 150 meter leveren een aanzienlijk hogere energieopbrengst op, maar worden door een bestaande motie van de gemeenteraad uit 2013 op dit moment niet mogelijk geacht.

Dit betekent dat er bij het vaststellen van het voorkeursalternatief een aantal keuzes en afwegingen moeten worden gemaakt. In hoofdstuk 15 wordt dit proces naar een voorkeursalternatief daarom beschreven.

13.11 Leemten in kennis

In deze paragraaf is aangegeven welke informatie bij het opstellen van het MER niet beschikbaar was en welke betekenis dit heeft voor de beschrijving van de milieueffecten. Het doel hiervan is om aan te geven in hoeverre ontbrekende of onvolledige informatie van invloed is op de voorspelling van milieugevolgen en op de hieruit gemaakte keuzes:

- Het is niet exact duidelijk hoe aantallen slachtoffers zich verhouden tot het werkelijke aantal langs trekkende exemplaren en tot dichtheden/populatieomvang. Daarom is in het MER en de onderzoeken uit voorzorg uitgegaan van een stilstandvoorziening voor de hoogste risicolocaties.
- Voor de bepaling van effecten van windturbines op de bodem zijn exacte gegevens van windturbines, fundaties en grondgegevens benodigd die nog niet bekend zijn in dit stadium van het opstellen van het MER. Er is gewerkt met conservatieve aannames, zodat effecten op voorhand niet zijn onderschat. Op voorhand valt niet geheel uit te sluiten dat de

plaatsing van windturbines belemmerd wordt door de grondeigenschappen. Dit dient in een later stadium, wanneer bekend is welk type windturbine wordt gekozen en aanvullend grondonderzoek is uitgevoerd, aangetoond te worden. In elk geval kan opgemerkt worden dat windturbines geplaatst kunnen worden, door andere fundatietechnieken toe te passen, wat wel tot een kostenverhoging leidt. Dit heeft geen invloed op de besluitvorming.

- De natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder (Blok de Wit) is nog niet voltooid. Er is daarom voor de inschatting van de effecten op gebieden en soorten uitgegaan van de doelstellingen die voor dit gebied geformuleerd zijn. Of deze doelstellingen ook daadwerkelijk gehaald worden en de gewenste soorten daadwerkelijk van het gebied gebruik zullen maken en in welke aantallen, is ten tijden van het opstellen van het MER uiteraard nog niet bekend. Door uit te gaan van conservatieve aannames, wordt voorkomen dat een effect is onderschat.

Bij het opstellen van dit MER is niet bekend welk type windturbines uiteindelijk geplaatst zullen worden.[54] Daarom is bij de effectbepaling uitgegaan van klassen van windturbines die onderscheidend zijn en representatief zijn voor deze klasse. De milieueffecten van de later te kiezen windturbines vallen dan binnen de reikwijdte van dit MER, mits deze binnen de beschreven afmetingen passen. Omdat regelmatig nieuwe windturbines op de markt komen, met verschillende ashoogten, rotordiameters en vermogens, is het voorstelbaar dat er ook windturbines op de markt komen die wat afwijken van de uitgangspunten van de klassen in dit MER. Hierbij zal dan bij de vergunningaanvraag aangetoond dienen te worden in hoeverre de effecten passen binnen hetgeen in het MER is beschreven. Dit leidt naar verwachting niet of nauwelijks tot andere effecten en de conclusies in dit MER kunnen ook in die situatie blijven gehandhaafd. Daar waar mogelijk zijn effecten voor het voorkeursalternatief namelijk worstcase ingeschat (zoals het hanteren van de windturbine met de grootste afmetingen in de klasse en het hoogste brongeluid).

[54]De uiteindelijke keuze voor een windturbinetype wordt over het algemeen pas na vergunningverlening gemaakt.

14 VOORKEURSALTERNATIEF

14.1 Inleiding

Uit het milieueffectrapport komt een aantal aandachtspunten en dilemma's naar voren die beschreven zijn in het vorig hoofdstuk. Deze zaken vormen, naast de wensen en eisen vanuit de gemeente en initiatiefnemers, de ingrediënten voor het opstellen van een voorkeursalternatief. In dit hoofdstuk wordt het proces van totstandkoming van het uiteindelijke voorkeursalternatief beschreven.

14.2 Van NRD en m.e.r.-alternatieven naar VKA-opstelling

14.2.1 Overwegingen

Bij de start van het m.e.r. en het vaststellen van de te onderzoeken alternatieven (A1, A2, B1, B2, C1 en C2) is reeds een analyse gedaan naar de verschillende opstellingsmogelijkheden. Hieruit zijn lijnopstellingen als meest geschikte opstellingsvorm voor het plangebied naar voren gekomen (zie ook Figuur 14.1).

De alternatieven hebben vervolgens verschillend gescoord op de in dit MER beschreven milieuthema's, met name op geluid, slagschaduw, natuur, landschap en cultuurhistorie, veiligheid en elektriciteitsopbrengst. Door de aard en omvang van de effecten wegen sommige thema's zwaarder mee dan anderen. Zo is vooral het minimaliseren van effecten op ecologie, landschap en leefomgeving leidend in de vorming van het VKA. Hieronder wordt dat voor elk aspect toegelicht.

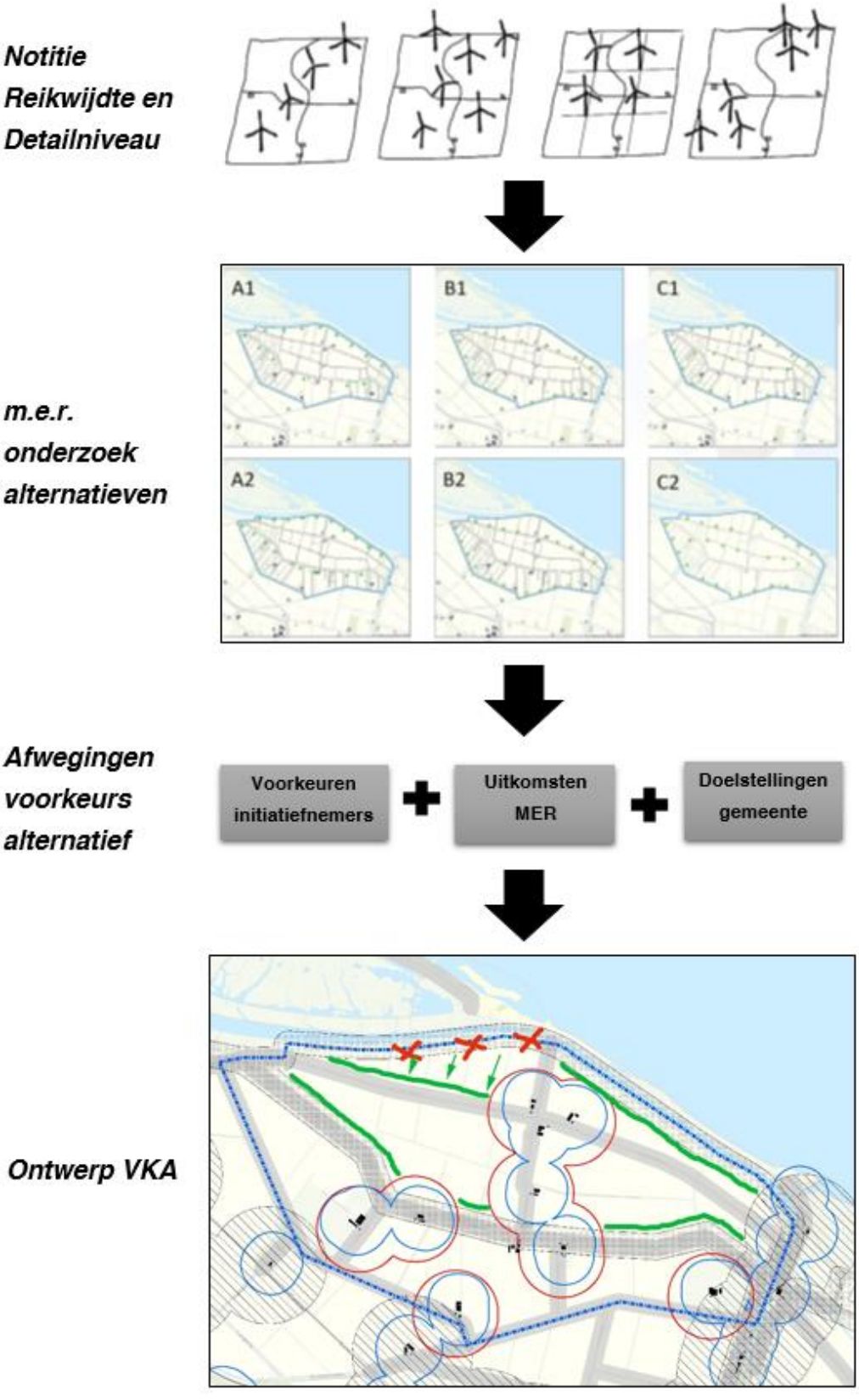
Overwegingen Ecologie

Zo is uit ecologisch onderzoek in het MER naar voren gekomen dat er bij de alternatieven A1, A2 en C1 mogelijk significant negatieve effecten kunnen optreden. De windturbines staan bij deze alternatieven namelijk direct langs de noordelijke grens van het plangebied opgesteld waardoor het risico van verstoring aanwezig is op natuurgebied de Scheelhoek (met name op brandganzen). Vanuit ecologie ligt er daarom de randvoorwaarde om de meest noordelijke windturbines van het VKA in ieder geval naar de zuidkant van het perceel 'Blok de Wit' te plaatsen, direct ten noorden van de Zuiderdiepweg. Hierdoor worden negatieve effecten door verstoring op het natuurgebied de Scheelhoek zoveel als mogelijk voorkomen.

Overwegingen Landschap

Voor het thema landschap kan op basis van het MER geconcludeerd worden dat een opstelling met twee lijnen de voorkeur heeft boven drie. Zo is uit het onderzoek naar voren gekomen dat de alternatieven C1 en C2 vanuit verschillende kijkrichtingen al snel als een zwerm worden ervaren, wat niet past niet binnen de plaatsingseisen uit de gemeentelijke structuurvisie. Vanuit landschap ligt er daarom de randvoorwaarde om bij het uitwerken van het VKA uit te gaan van twee lijnopstellingen.

Figuur 14.1 Trechteringsproces



Overwegingen leefomgeving

Naast randvoorwaarden vanuit ecologie en landschap speelt leefomgeving een belangrijke rol bij de vorming van het VKA. Zo is het voor de initiatiefnemers van belang dat de leefbaarheid in het plangebied gewaarborgd blijft tijdens de gehele levensduur van het windpark. Voor initiatiefnemers is daarbij met name de zijde van hun woning waar de leefruimten zich bevinden van belang voor de ervaren hinder van geluid en slagschaduw. Op basis van deze voorkeuren wordt plaatsing van turbines langs de Oudedijk en Kraaijenissedijk door meerdere initiatiefnemers onwenselijk geacht. Plaatsing van de tweede lijn langs de Halsdijk en Nieuwedijk heeft onder initiatiefnemers het meeste draagvlak.

Initiatiefnemers in het noorden van het plangebied hebben aangegeven geen voorkeur te hebben voor een lijnopstelling in het oostelijke verlengde deel van de Zuiderdiepweg. Idealiter wordt een lijnopstelling in dit deel van het plangebied daarom verschoven naar de uiterste noordelijke grens van het plangebied aan het Haringvliet.

Tot slot hebben de initiatiefnemers de wens uitgesproken om grote windturbines (tiphoogte > 150 meter) toe te passen. Enerzijds om het totale aantal windturbines in het plangebied te verminderen, anderzijds om een zo hoog mogelijk opgesteld vermogen aan windenergie en daarmee zo groot mogelijke elektriciteitsopbrengst te genereren. Zo wordt ook zoveel mogelijk tegemoet gekomen aan de gemeentelijke doelstellingen voor het plangebied.

14.2.2 Voorkeursalternatieven ontwerp

Basis VKA

Geen van de zes in het MER onderzochte alternatieven kan aan alle hiervoor genoemde criteria vanuit ecologie, landschap en leefomgeving voldoen. Vandaar dat bij de zoektocht naar het VKA is gekeken naar een combinatie van de verschillende alternatieven. Dit heeft geleid tot het basis VKA zoals weergegeven in Figuur 14.2. Bij dit basis VKA wordt in ieder geval aan de volgende belangrijke uitgangspunten voldaan:

- De windturbines staan aan de zuidzijde van perceel ‘Blok de Wit’ om de significant negatieve effecten op Natura 2000 te voorkomen.
- Toepassing van twee lijnopstellingen, zoals gewenst vanuit landschap, de gemeentelijke structuurvisie en de initiatiefnemers.
- Geen lijnopstelling in het zuidelijke gedeelte van het plangebied langs de Oude Dijk / Kraaijenissedijk of langs de Zuiderdiepweg in het noordoosten, om effecten op eigen woningen te verminderen.

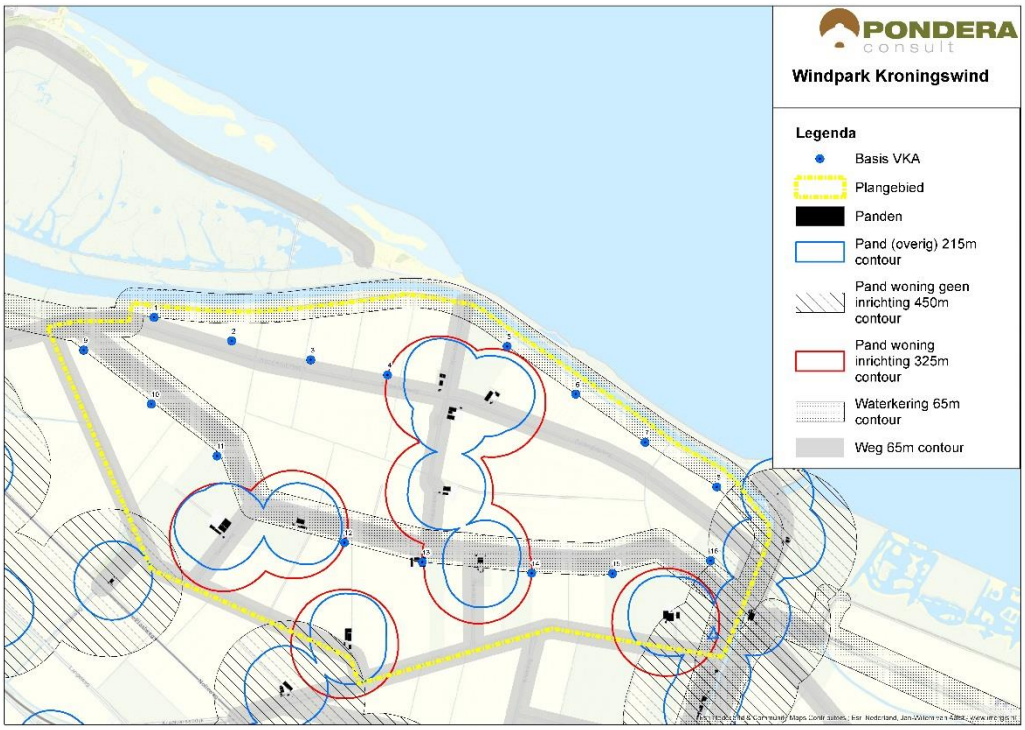
Het basis VKA in Figuur 14.2 bestaat uit 16 windturbines en is gebaseerd op windturbines met een tiphoogte van > 150 meter. Het totaal opgestelde vermogen komt hiermee uit op circa 64 MW, uitgaande van 4 MW per windturbine.

Uitbreiding van het basis VKA

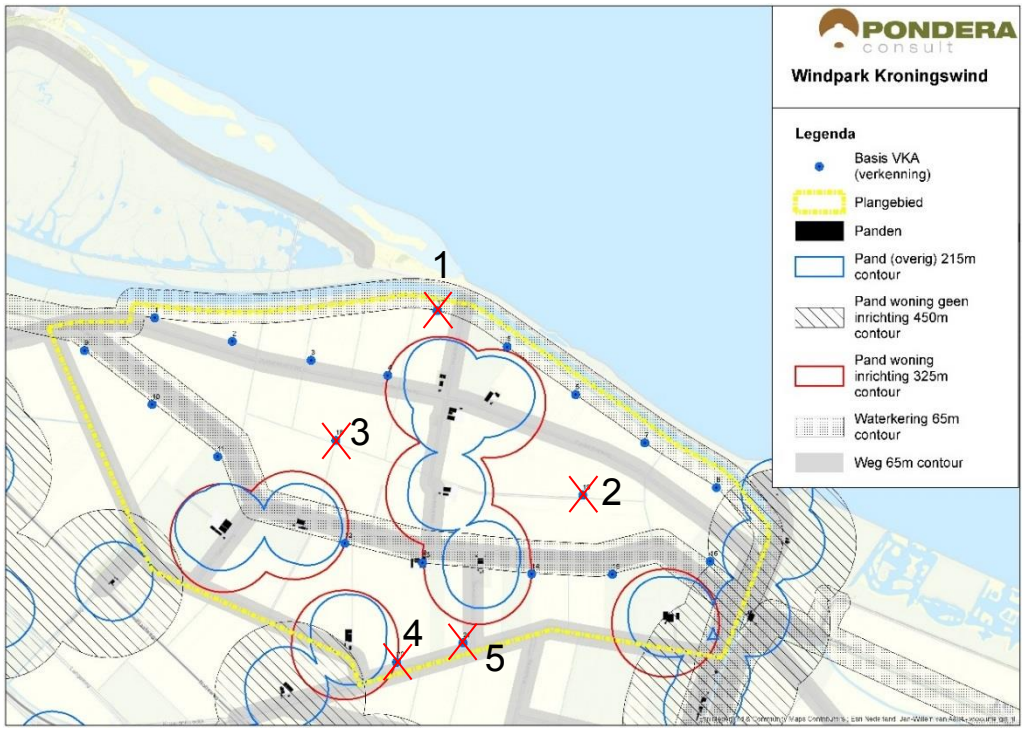
Omdat het basis VKA nog relatief ver verwijderd ligt van de gemeentelijke doelstelling qua opgesteld vermogen, is onderzocht of er binnen de randvoorwaarden extra windturbinelocaties kunnen worden gevonden. Met inachtneming van de aanwezige harde belemmeringen (wegen, woningen) en de eisen vanuit ecologie, landschap en leefomgeving zijn de opties beperkt. In

Figuur 14.3 is weergegeven welke aanvullende locaties zijn onderzocht. Ook is per locatie aangegeven waarom deze toch is komen te vervallen.

Figuur 14.2 Basis VKA



Figuur 14.3 Uitbreiding van basis VKA



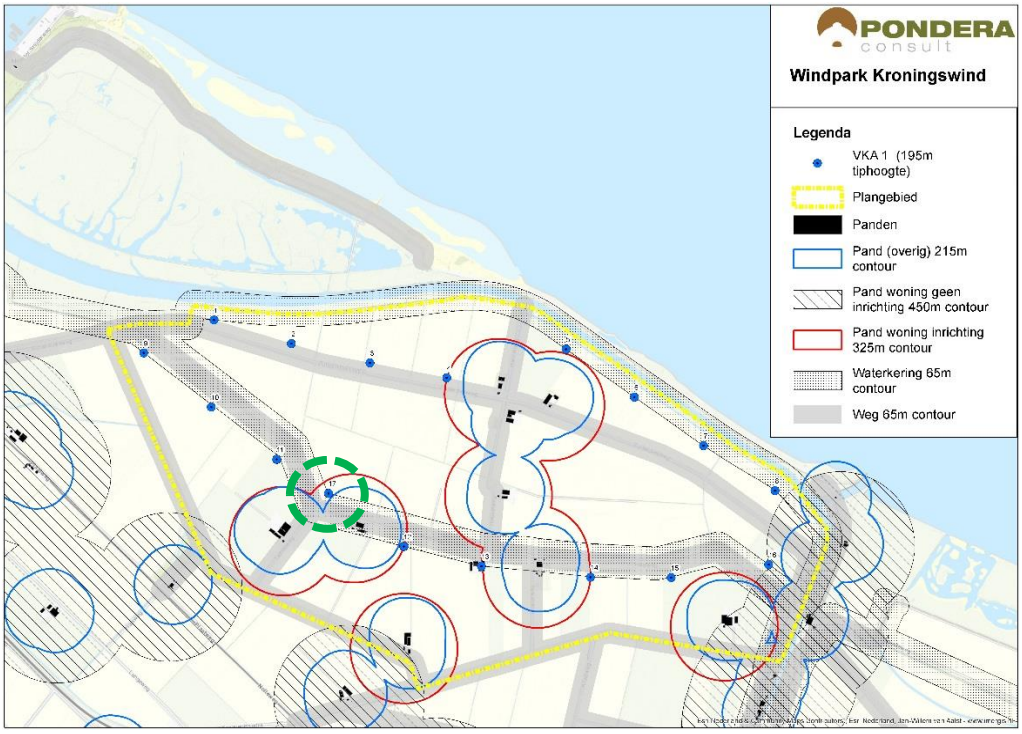
Deze verschillende aanvullende windturbineposities zijn om de volgende reden niet wenselijk:

- ***(1)*** Deze positie leidt naar verwachting tot te grote negatieve effecten op Natura 2000 gebied Haringvliet. Plaatsing is daarom niet mogelijk;
- ***(2), (3), (4) en (5)*** Deze posities bevinden zich middenin het plangebied of buiten de 'lijn' en passen niet binnen de gemeentelijke en provinciale plaatsingsvisie. Ze zijn daarmee landschappelijk niet voldoende robuust of inpasbaar.

14.2.3 Extra windturbine Halsdijk

Na overleg tussen de initiatiefnemers is er uiteindelijk de mogelijkheid gecreëerd om één extra windturbine te plaatsen in de bocht van de Nieuwendijk. De initiatiefnemer en bewoner van de woning aan de Halsweg 2 heeft aangegeven akkoord te gaan met het feit dat windturbine nummer 17 (groen omcirkeld in de kaart) dichter bij zijn woning, dan is afgesproken tussen de initiatiefnemers, wordt geplaatst. Het totaal opgestelde vermogen met deze extra windturbine (totaal 17 turbines) komt op 68 MW. Deze opstelling vormt het voorkeursalternatief van de initiatiefnemers (zie Figuur 14.4).

Figuur 14.4 VKA – 17 windturbines met tiphoogte van > 150 meter.



14.2.4 Bestuurlijke afspraken

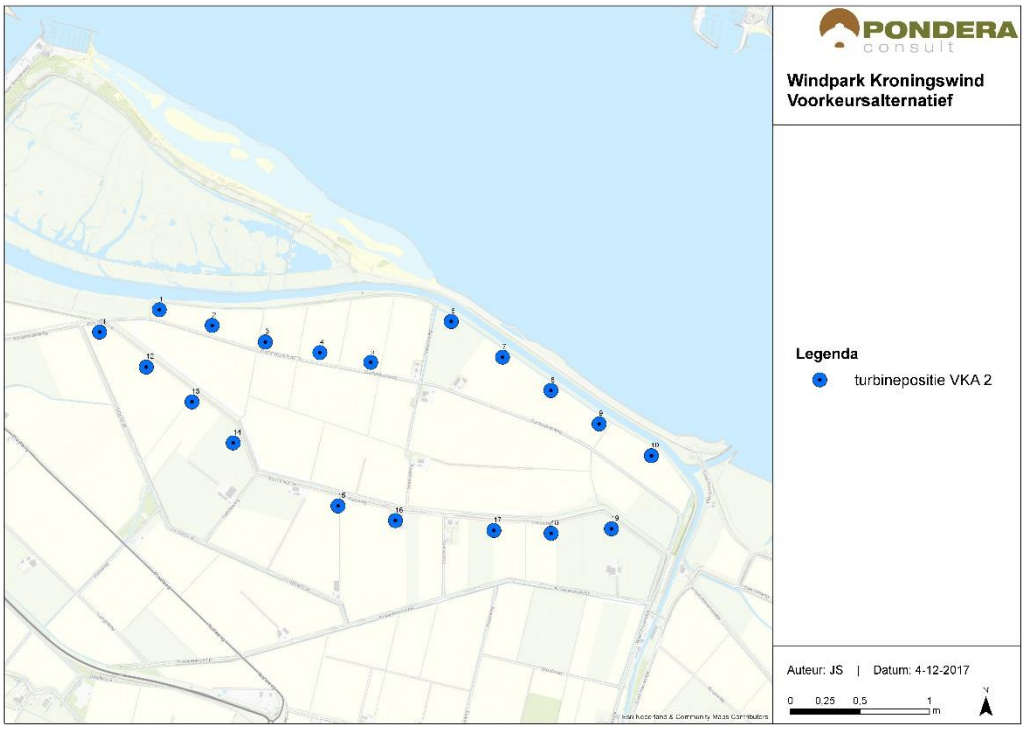
Na overleg tussen de initiatiefnemers en de verantwoordelijke wethouders is gebleken dat de gemeente bestuurlijk wil vasthouden aan de aangenomen raadsmotie uit 2013, waarin is vastgelegd dat de maximale tiphoogte voor windturbines op het eiland Goeree-Overflakkee is beperkt tot 150 meter. Dit betekent dat het VKA zoals door de initiatiefnemers beoogd wordt, vooralsnog geen bestuurlijke medewerking verkrijgt, aangezien hierin wordt uitgegaan van hogere windturbines dan 150 meter.

Om deze reden is teruggevallen op een tweede voorkeursalternatief, waarin wordt uitgegaan van windturbines met een maximale tiphoogte van 150 meter. Er wordt wel zoveel mogelijk aangesloten bij de uitgangspunten en voorkeuren die ook voor het eerdere VKA zijn gehanteerd (zie 14.2.1).

14.3 Definitief VKA

Het definitieve voorkeursalternatief bestaat uit 19 windturbines en heeft een totaal opgesteld vermogen van circa 57 MW, uitgaande van 3 MW vermogen per windturbine[55].

Figuur 14.5 Definitief Voorkeursalternatief



Dit voorkeursalternatief wordt in het volgende hoofdstuk nogmaals beoordeeld op alle milieuthema's.

14.4 Meetmast

Er bestaan plannen voor de uitvoering van een meetmast in het plangebied van de windturbines. Die meetmast is bedoeld voor het doen van waarnemingen en het ijken van de windturbines. Het is op dit moment echter niet duidelijk of deze uitgevoerd wordt, omdat tegen de tijd dat de windturbines gerealiseerd worden mogelijk andere technieken beschikbaar zijn voor dit doel, die de mast overbodig maken.

[55] Gezien de kleinere afmetingen van de windturbines, is de verwachting dat het opgesteld vermogen per windturbine lager is.

De bouw van een meetmast heeft op zichzelf effecten op de omgeving, maar kan mogelijk ook invloed hebben op de effecten die het windpark veroorzaakt. In het volgende hoofdstuk wordt daarom ook een effectbeschrijving van de meetmast in combinatie met het windpark omschreven, voor zover deze op dit moment kunnen worden bepaald.

15 EFFECTBEOORDELING VKA

15.1 Inleiding

Omdat het voorkeursalternatief een samenvoeging van de verschillende alternatieven uit het MER betreft, is nogmaals een effectbeoordeling gemaakt op alle milieuthema's. Dit hoofdstuk beschrijft deze effectbeoordeling. Daarnaast is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om voor de relevante milieuthema's inzicht te verkrijgen in de effecten, indien voor een andere voorbeeldwindturbine wordt gekozen of indien turbineposities worden verschoven (schuifruimte). Tot slot wordt ook een effectbeoordeling gemaakt voor de mogelijke meetmast.

15.2 Geluid

Woningen

Voor het voorkeursalternatief is nogmaals de geluidbelasting op de omgeving berekend (zie ook bijlage 3, hoofdstuk 4). Hierbij is zowel de geluidnormcontour (L_{den} = 47 dB) als de geluidbelasting op de gevels van woningen in de omgeving bepaald. In Tabel 15.1 zijn de resultaten opgenomen. Bij deze berekeningen zijn dezelfde uitgangspunten gehanteerd als voor de overige alternatieven.

Tabel 15.1 Aantal woningen en gehinderden binnen geluidcontouren VKA

Criterium	Aantal
Aantal woningen met geluidbelasting L_{DEN} > 47 dB	0
Aantal woningen met geluidbelasting 42 < L_{DEN} <= 47 dB	3
Aantal woningen met geluidbelasting 37 < L_{DEN} <= 42 dB	10

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het voorkeursalternatief vergelijkbaar of iets positiever scoort dan de alternatieven B1 en C1 uit het MER. In figuur 14.3 zijn de geluidcontouren L_{den} = 47 dB van het voorkeursalternatief opgenomen en in tabel 15.2 de bijbehorende geluidniveaus op de gevel van woningen van derden, na het nemen van mitigerende maatregelen.

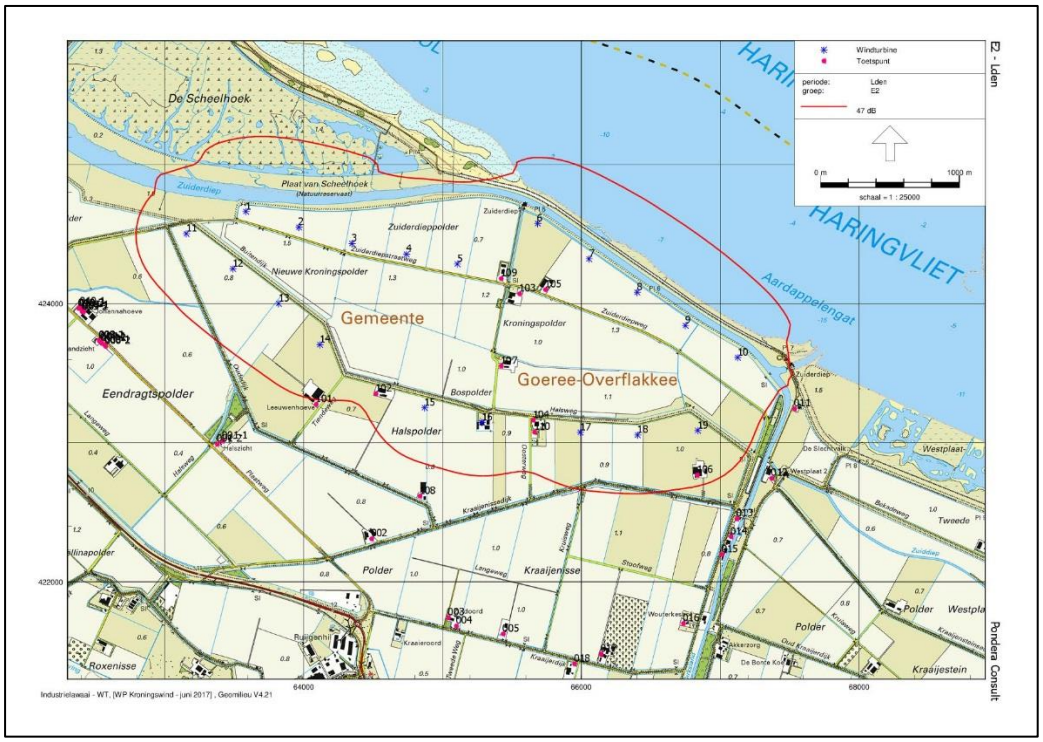
Tabel 15.2 Geluidniveaus VKA met mitigatie

Toetspunt nr.	Adres	Voorkeursalternatief	
		L_{night}	L_{den}
1	Plaatweg 7	34	41
2	Kraaijenissedijk 2	33	39
3	Kraaijerdijk 23	29	35
4	Kraaijerdijk 25	29	35
5	Kraaijerdijk 27	29	35
6	Plaatweg 6	34	40
7	Plaatweg 4	35	41
8	Plaatweg 2	34	40
9	Plaatweg 3	34	40
10	Plaatweg 1	34	40
11	Oost Havendijk 26	39	45

Toetspunt nr.	Adres	Voorkeursalternatief	
		L_{night}	L_{den}
12	Oost Havendijk 24	38	44
13	West Havendijk 63	36	43
14	West Havendijk 61a	35	41
15	West Havendijk 59	34	40
16	West Havendijk 47	30	36
17	Kraaijerdijk 31	28	34
18	Kraaijerdijk 2a	28	34

Bovenstaande beoordeling leidt tot een neutrale score (0) voor het VKA op het aspect ‘aantal woningen geluidgevoelige objecten waarbij de wettelijke geluidsnorm wordt overschreden’. Voor het aspect ‘hinder beneden de norm’ wordt licht negatief (-) gescoord, aangezien het aantal gehinderden gemiddeld is in vergelijking met de andere MER-alternatieven.

Figuur 15.1 Geluidcontour VKA L_{den} = 47 dB na mitigatie



Deze kaart is op groot formaat opgenomen in bijlage 3.

Cumulatieve geluidbelasting

Voor het voorkeursalternatief en de referentiesituatie is tevens een cumulatieve berekening gemaakt voor de representatieve toetspunten. De resultaten hiervan zijn in Tabel 15.3 opgenomen.

Tabel 15.3 Resultaten cumulatieve effecten met andere geluidbronnen op toetspunten*

Toets-punt	Adres	Referentiesituatie L_{VL}= L_{CUM}[dB(A)]	Met WP Kroningswind
1	Plaatweg 7	53	54
2	Kraaijenissedijk 2	47	49
3	Kraaijerdijk 23	45	46
4	Kraaijerdijk 25	46	46
5	Kraaijerdijk 27	43	44
6	Plaatweg 6	60	60
7	Plaatweg 4	59	60
8	Plaatweg 2	57	58
9	Plaatweg 3	50	52
10	Plaatweg 1	51	52
11	Oost Havendijk 26	31	55
12	Oost Havendijk 24	34	53
13	West Havendijk 63	49	53
14	West Havendijk 61a	48	51
15	West Havendijk 59	53	54
16	West Havendijk 47	41	43
17	Kraaijerdijk 31	37	40
18	Kraaijerdijk 2a	39	41

*: voor kleurcodering zie paragraaf 5.1

Uit de tabel blijkt dat in de bestaande situatie al een behoorlijke geluidbelasting bestaat op een drietal toetspunten. Dit blijft, na toevoeging van het windpark, min of meer gelijk. Voor enkele toetspunten is in de huidige situatie geen of weinig sprake van een akoestische belasting. Na toevoeging van de windturbines verandert dit voor deze punten.

In geen van de gevallen is sprake van meer dan één stap verslechtering van de akoestische kwaliteit als gevolg van de realisatie van het voorkeursalternatief. De score is negatief (-) voor het voorkeursalternatief op het aspect cumulatieve geluidbelasting.
Ten opzichte van de onderzochte alternatieven is het aantal woningen met een verslechtering op de schaal van Miedema laag (slechts vier woningen). De verandering van kwaliteit van de omgeving als gevolg van realisatie van het voorkeursalternatief is daarmee geringer dan met deze alternatieven.

Eigen woningen

Voor de woningen in de sfeer van de inrichtingen (woningen van de initiatiefnemers), geldt dat de geluidbelasting op de gevel vergelijkbaar is met die van de m.e.r. alternatieven. In het VKA is

het optredende geluidniveau maximaal 3 dB L_{den} boven de wettelijke norm voor geluidgevoelige objecten.

Tabel 15.4 Effecten voor woningen in sfeer van de inrichting

Adres	Alt A1	
	L_{NIGHT}	L_{DEN}
Tiendeweg 1 [1)]	41	47
Halsweg 2 [1)]	42	49
Zuiderdiepweg 1 [1)]	42	49
Oosterweg 1 [1)]	44	50
Zuiderdiepweg 2 [1)]	43	50
Kraaijenissedijk 12 [1)]	43	49
Heuvelweg 1 [1)]	42	48
Oudedijk 1 [1)]	38	44
Zuiderdiepweg 4 [1)]	44	50
Oosterweg 3 [1)]	44	50

In onderstaande tabel is de uiteindelijke score op alle deelaspecten voor geluid opgenomen.

Tabel 15.5 Effectbeoordeling

Criteria	Beoordeling	VKA
Toetsing wettelijke norm	Aantal woningen waar norm wordt overschreden vóór mitigatie (worst-case)	-
	Aantal woningen waar norm wordt overschreden na mitigatie	0
Toetsing beneden wettelijke norm	Aantal gehinderden (42<= L_{den} <= 47 dB en 37 <= L_{den} <= 42 dB)	-
Cumulatieve effecten	Cumulatie: aantal toetspunten met verslechtering op basis methode Miedema	-

Het voorkeursalternatief scoort hiermee vergelijkbaar met of licht beter dan de eerder in het MER onderzochte alternatieven.

15.3 Slagschaduw

Woningen

Voor de representatieve toetspunten zijn berekeningen uitgevoerd om de jaarlijkse slagschaduwduur op deze woningen te bepalen voor het VKA. In Tabel 15.6 zijn de resultaten van deze berekening opgenomen. Tevens zijn de slagschaduwcontouren berekend van het VKA. Deze zijn in Figuur 15.2 opgenomen. In Tabel 15.7 is het aantal woningen binnen de schaduwcontouren opgenomen.

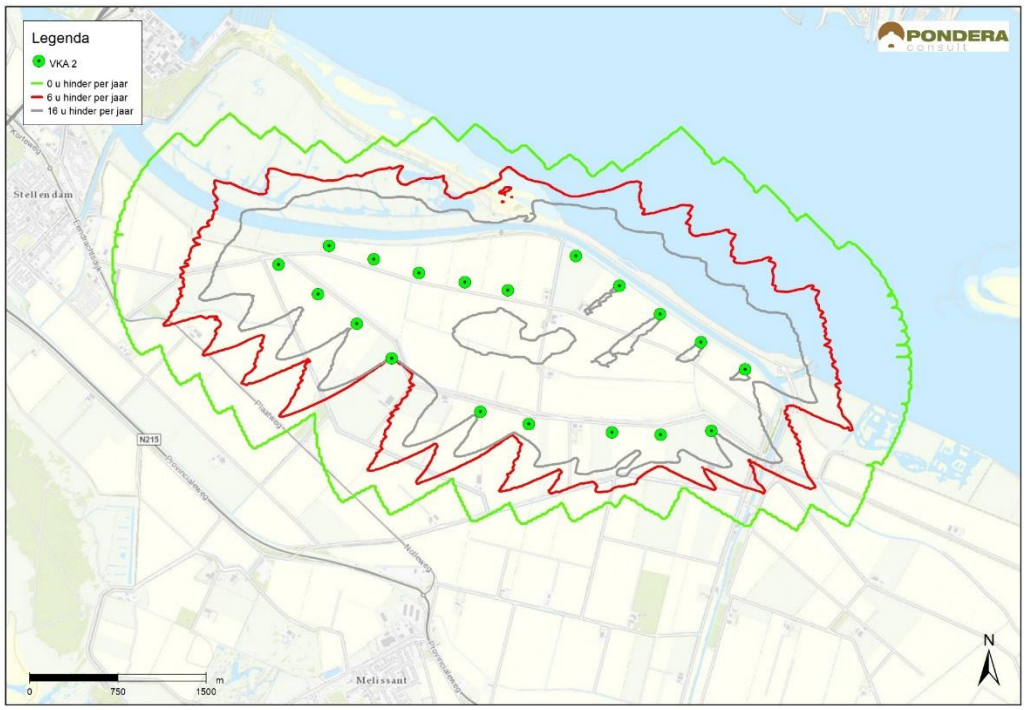
Tabel 15.6 verwachte slagschaduwduur [uu;mm], bestaande situatie en VKA

Nr	Adres	Verwachte slagschaduwduur per jaar (uu:mm)
1	Plaatweg 7	--
2	Kraaijenissedijk 2	--
3	Kraaijerdijk 23	--
4	Kraaijerdijk 25	--

Nr	Adres	Verwachte slagschaduwduur per jaar (uu:mm)
5	Kraaijerdijk 27	--
6	Plaatweg 6	3:19
7	Plaatweg 4	4:48
8	Plaatweg 2	5:30
9	Plaatweg 3	2:28
10	Plaatweg 1	3:04
11	Oost Havendijk 26	4:30
12	Oost Havendijk 24	**7:57**
13	West Havendijk 63	1:08
14	West Havendijk 61a	0:16
15	West Havendijk 59	--
16	West Havendijk 47	--
17	Kraaijerdijk 31	--
18	Kraaijerdijk 2a	--

--: geen slagschaduw van toepassing

Figuur 15.2 Slagschaduwcontouren VKA



Deze kaart is op groot formaat opgenomen in bijlage 3

De slagschaduwcontouren van het voorkeursalternatief zijn vergelijkbaar met de contouren voor alternatief B2, waarbij aan de oostzijde de contouren wel verder reiken. Het optredende aantal uren slagschaduw nabij woningen is relatief laag te noemen. Het VKA scoort op het aspect slagschaduw dan ook licht negatief (-).

Tabel 15.7 Aantal woningen binnen de contouren

Criterium	VKA
Aantal woningen tussen 0 en 6 uur-contouren	7
Aantal woningen tussen 6 en 16 uur-contouren	2
Aantal woningen binnen 16 uur-contour	0

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat zeven woningen tussen de 0 en 6 uur slagschaduw per jaar ontvangen als gevolg van de bouw van het VKA. Twee woningen ontvangen meer dan 6 uur slagschaduw per jaar. Voor deze twee woningen worden mitigerende maatregelen genomen. Na mitigatie zijn er geen woningen meer waar de norm uit het Activiteitenbesluit wordt overschreden. Deze maatregelen leiden tot een beperkt verlies aan energieproductie, dat is meegenomen in de energieopbrengst bepaling in paragraaf 15.9.

In onderstaande tabel zijn de effectscores voor het voorkeursalternatief samengevat opgenomen.

Tabel 15.8 Effectscores slagschaduw bestaande situatie en VKA

Omschrijving	VKA
Aantal woningen met meer dan 6 uur slagschaduw per jaar (voor mitigatie)	-
Aantal woningen met meer dan 6 uur slagschaduw per jaar (na mitigatie)	0
Aantal woningen tussen 0 en 6 uur tot afstand van 12 maal de rotordiameter[1]	-

Het voorkeursalternatief scoort negatief (-) en daarmee gelijk aan MER-alternatief A1 en B1. Hierbij wordt opgemerkt dat de gemiddelde schaduwbelasting op woningen als gevolg van het VKA wel aanzienlijk lager is. Na toepassing van mitigerende maatregelen wordt bij alle woningen voldaan aan de wettelijke norm.

Eigen woningen

Voor de woningen in de sfeer van de inrichtingen (woningen van de initiatiefnemers), geldt dat de slagschaduwbelasting op de gevel vergelijkbaar is met die van de MER-alternatieven A2 en B2. In het VKA is de optredende slagschaduw maximaal 75 uur per jaar (bij één woning).

Tabel 15.9 Effecten slagschaduw voor woningen in sfeer van de inrichting

Adres	VKA
	Slagschaduwduur per jaar (uu:mm)
Tiendeweg 1 [1)]	4:16
Halsweg 2 [1)]	20:24
Zuiderdiepweg 1 [1)]	44:32
Oosterweg 1 [1)]	54:59
Zuiderdiepweg 2 [1)]	20:00
Kraaijenissedijk 12 [1)]	9:33
Heuvelweg 1 [1)]	30:59
Oudedijk 1 [1)]	1:18
Zuiderdiepweg 4 [1)]	51:56
Oosterweg 3 [1)]	75:16

15.4 Ecologie

Voor de effecten op ecologie zijn de effecten op beschermde gebieden en beschermde soorten onderzocht in de aanleg en gebruiksfase van het windpark. Er wordt met name ingegaan op de verschillen tussen het VKA en de eerder onderzochte alternatieven.

Effecten op Natura-2000 gebieden

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen. Voor de resterende soorten (9 broedvogelsoorten en 9 niet-broedvogelsoorten) is voor het VKA onderzocht of deze soorten effecten (verstoring of additionele sterfte) van het windpark ondervinden. In de eerder onderzochte alternatieven kwam naar voren dat voor de brandgans de verstoring van de slaapplaats op het Zuiderdiep niet voor alle alternatieven op voorhand uit te sluiten was (A1, A2 en C1). Voor deze alternatieven gold dat er aan de westkant van het windpark windturbines gepland waren net achter de dijk, waardoor de invloedsfeer op de slaapplaats groot was. Voor het VKA geldt echter dat er in dit gebied geen windturbines zijn gepland en dus de verstoring beperkt is. Het is uitgesloten dat de geringe verstoring van de slaapplaats resulteert in een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor brandgans.

Het aantal aanvaringslachtoffers in het VKA is vergelijkbaar met of lager dan voor de alternatieven. Voor het VKA kan derhalve worden geconcludeerd dat het totaaleffect van Windpark Kroningswind verwaarloosbaar klein is. Voor broedvogels en niet-broedvogels zijn significant verstorende effecten (inclusief sterfte), met inbegrip van cumulatieve effecten met zekerheid uit te sluiten.

Effecten op NNN gebieden

Voor het VKA geldt dat er 5 windturbines binnen het NNN zijn gepland, aan de zuidrand van Blok de Wit. Er is dus sprake van zowel ruimtebeslag als aantasting van de omvang van het NNN-gebied. Echter, omdat het gebied al was aangewezen als windontwikkelingsgebied voordat het werd toegevoegd aan het provinciale NNN zal voor het ruimtebeslag geen compensatieopgave gelden. Daarnaast is het nog niet aangewezen voor natuurbeheertypen, waardoor dit deel van het plangebied nog geen wezenlijke kenmerken en waarden heeft zoals gedefinieerd in de Verordening van provincie Zuid-Holland. Effecten op de samenhang en kwaliteit zijn zodoende niet aan de orde.

Effecten op beschermde soorten - vogels

Op de locaties van de geplande windturbines voor het VKA, inclusief de bijbehorende infrastructuur en het transformatorstation, kan het voorkomen van strikter beschermde plantensoorten, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren worden uitgesloten. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied.

Voor het VKA kan worden uitgesloten dat verstoring van jaarrond beschermde nesten in de aanlegfase plaatsvind, aangezien de windturbines niet in de invloedsfeer van

nesten zijn gepland. Kappen van bomen wordt niet voorzien. Indien dit onverhoopt wel aan de orde zal zijn, zal voorafgaand aan de kap moeten worden gecontroleerd of zich in de te kappen bomen beschermde nesten bevinden.

Effecten op beschermde soorten - vleermuizen

Binnen de invloedssfeer van het VKA zijn geen verblijfplaatsen van vleermuizen aangetroffen. Voor de gebruiksfase van het VKA geldt dat er geen verstoring zal plaatsvinden op vliegroutes, verblijfplaatsen of op zwermgedrag nabij verblijfplaatsen.

In totaal worden voor het VKA jaarlijks 54 vleermuisslachtoffers voorzien, verdeeld over de gewone dwergvleermuis en de ruige dwergvleermuis (27 slachtoffers per soort). Tevens worden in totaal jaarlijks maximaal 285 vogelslachtoffers voorzien. Dit is in de meeste gevallen minder dan de slachtoffers die voorzien zijn voor de MER alternatieven. Samengevat komt het erop neer dat voor het VKA jaarlijks slachtoffers van lokaal verblijvende soorten (Smient, Brandgans, Wilde eend, Goudplevier, Kievit, Stormmeeuw, Kokmeeuw en Kleine mantelmeeuw) en enkele tientallen slachtoffers onder zangvogels op seizoenstrek worden voorzien. Effecten op de gunstige staat van instandhouding van de gewone vleermuis en vogels zijn met zekerheid uitgesloten.

Mitigerende maatregelen.

Voor de ruige dwergvleermuis geldt dat een effect op de gunstige staat van instandhouding niet op voorhand kan worden uitgesloten. Daarom wordt voor vijf windturbines met het hoogste risico op vleermuisslachtoffers (KW-01 t/m 05) een stilstandvoorziening ingesteld. Deze voorziening zorgt ervoor dat de windturbines worden stilgezet tijdens periodes met verhoogde kans op aanvaringsslachtoffers. De details van deze voorziening zijn opgenomen in paragraaf 14.4 van bijlage 5. Dit heeft enig productieverlies voor deze windturbines tot gevolg. Dit verlies is meegenomen in de uitgevoerde opbrengstberekeningen (zie bijlage 12).

Effectbeoordeling

In onderstaande tabel zijn de effecten beoordeeld voor het voorkeursalternatief.

Tabel 15.10 Effectbeoordeling Natuur VKA

Beoordelingscriterium			VKA
Gebruiksfase	Gebiedsbescherming	Natura 2000-gebieden	0
	Soortbescherming	Vogels	0/-
		Vleermuizen	-
		Overige soorten	0
Aanlegfase	Gebiedsbescherming	Natura 2000-gebieden	0
	Soortbescherming	Vogels	0/-
		Vleermuizen	0/-
		Overige soorten	0

15.5 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Hieronder wordt voor het voorkeursalternatief de effecten op landschap en cultuurhistorie beoordeeld. De beoordeling is ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten zijn kwalitatief beoordeeld, met behulp van een 3D-model/fotovisualisaties.

Effect op bestaande landschappelijke en cultuurhistorische waarden

De cultuurhistorische waardenkaart van de provincie Zuid-Holland hecht met name waarde aan de Buitendijk en de Oudendijk, en aan het havenkanaal van Dirksland. Daarnaast is het open polderlandschap waarin de bedijkingsgeschiedenis nog goed leesbaar is een kenmerkende landschappelijke kwaliteit. Het effect op met name deze laatste kwaliteit wordt vooral bepaald door het aantal te plaatsen windturbines, en in mindere mate door hun grootte en positie. Het voorkeursalternatief zoekt op een vergelijkbare wijze aansluiting bij deze dijken waardoor deze waarden niet worden aangetast, maar eerder worden bevestigd of versterkt. Doordat het westelijke deel van de Buitendijk in het voorkeursalternatief echter niet wordt gevolgd, is het effect op de bestaande landschappelijke waarden groter dan bij de eerder beoordeelde alternatieven A1, A2, B1 en B2.

Er zijn voor dit onderdeel verschillen tussen de alternatieven. Zo wordt in het voorkeursalternatief een minder grote afstand tot het havenkanaal van Dirksland bewaard. De impact op het havenkanaal is vergelijkbaar met de alternatieven met kleinere turbines. Doordat het VKA poogt om zoveel mogelijk rechte lijnopstellingen in het landschap te plaatsen staan de turbines bij dit voorkeursalternatief op wisselende afstand van de dijken en verspringen de opstellingen aan de noordzijde van het plangebied ten opzichte van elkaar. Hierdoor is het effect op de bestaande landschappelijke waarden groter dan bij de eerder onderzochte alternatieven (A en B), waarbij de turbines steeds op min of meer gelijke afstand van de dijk geplaatst worden in doorlopende lijnen. Het effect op bestaande landschappelijke en cultuurhistorische waarden is bij het voorkeursalternatief dus iets groter dan bij de eerder onderzochte alternatieven.

Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling

Het voorkeursalternatief is mede geoptimaliseerd op de herkenbaarheid en de kwaliteit van de opstelling. Door zoveel mogelijk rechte lijnopstellingen te maken, is de opstelling herkenbaarder en van meer kwaliteit dan bij de eerder onderzochte alternatieven A en vooral B, die beide meer het verloop van de dijken en wegen volgen. Dit is vooral zichtbaar vanuit standpunten waarbij vanaf een relatief korte afstand min of meer langs één van de lijnopstellingen wordt gekeken. Zie bijvoorbeeld Figuur 15.3.

Figuur 15.3 Herkenbaarheid van de opstelling (fotopunt 1)



Rechte lijnopstellingen zijn zichtbaar als duidelijke herkenbare lijnen in het landschap.

De hoeveelheid windturbines en de beperkte lengte van de lijnopstellingen zorgen er echter voor dat dit effect lang niet vanuit alle standpunten goed waarneembaar is. Met name vanaf grotere afstanden gezien, wordt het verschil met de eerdere alternatieven vooral bepaald door het aantal en de omvang van de windturbines.

Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen

De landschappelijk meest bepalende structuren van de Kroningspolder zijn hier de dijken, en in veel minder mate de polderwegen en de sloten. Het voorkeursalternatief zoekt aansluiting bij dezelfde dijken, waarbij echter geldt dat de aansluiting met de Buitendijk vanuit een landschappelijke optiek niet optimaal is (geen aansluiting bij het westelijke deel van de dijk). Het voornaamste verschil is dat de windturbines in het voorkeursalternatief in vergelijking met de eerder beoordeelde alternatieven minder consequent de dijken volgen en steeds op een verschillende afstand van de dijk staan. Daar door is de aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen bij de eerder beoordeelde alternatieven beter dan het VKA.

Samenhang met andere windparken

Voor de windparken op Goeree-Overflakkee wordt een regionale plaatsingsvisie gehanteerd die uitgaat van één of meerdere parallelle lijnopstellingen langs het water. Ook het meest nabij gelegen windpark Haringvliet wordt vanuit deze plaatsingsvisie ontwikkeld. Hier is parallel aan de bestaande (de licht gebogen hoofdwaterkering volgende) lijnopstelling een nieuwe, meer landinwaarts geplaatste lijnopstelling voorzien. Het ontwikkelen van lange lijnopstelling parallel aan de hoofdwaterkering is bij windpark Kroningswind helaas niet mogelijk gebleken. Hierdoor wordt de in eerste instantie positieve score van de eerder beoordeelde alternatieven voor het voorkeursalternatief naar beneden bijgesteld. Omdat het voorkeursalternatief daarbij ook nog eens afwijkt door niet exact de loop van de dijk te volgen zorgt voor het voorkeursalternatief voor een neutrale (niet positieve of negatieve) score.

Visuele impact (incl. verlichting)

Het voorkeursalternatief kent ‘kleinere’ windturbines die van veraf iets minder goed zichtbaar zijn en van dichtbij gekenmerkt worden door een beperktere turbinevoet en mast dan de alternatieven met grotere windturbines, maar dit wordt weer gecompenseerd door het grotere aantal turbines. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 15.4).

Dit geeft vooral vanaf een afstand bekeken een iets rommeliger beeld, maar van dichterbij zijn de windturbines minder dominant. Door de hoogte van maximale 150 meter is geen obstakelverlichting nodig, waardoor de score iets positiever is dan bij de windturbines in de alternatieven A1, B1 en C1.

Figuur 15.4 Visualisatie voorkeursalternatief – fotopunt 6



De relatief kleinere windturbines zorgen bij het VKA voor een beeld waarbij de individuele windturbines weliswaar minder dominant in het landschap aanwezig zijn, maar waarbij het aantal wel zorgt voor een iets rommeliger beeld. Deze afbeelding is opgenomen ter illustratie en is afkomstig uit het opgestelde 3D model.

Visuele impact (incl. verlichting)

De effectbeoordeling is per criterium samengevat in onderstaande tabel. Het voorkeursalternatief scoort op vrijwel alle landschappelijke beoordelingscriteria gelijk aan de eerder beoordeelde alternatieven A2 en B2. Alleen op het aspect waarop het VKA landschappelijk geoptimaliseerd is, de herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling, scoort het VKA hoger. Maar de winst aan herkenbaarheid valt gezien vanuit de beoordeelde standpunten wat tegen en kan het verlies bij de andere beoordelingscriteria niet compenseren. De conclusie is dan ook dat het voorkeursalternatief op landschap en cultuurhistorie minder goed scoort dan de eerder beoordeelde alternatieven. Naast de rechte, minder goed bij de dijken aansluitende, lijnen is ook het niet geheel volgen van de Buitendijk debet aan deze lagere score.

Tabel 15.11 Effectbeoordeling landschap bestaande situatie en VKA

Beoordelingscriterium	VKA1
Effect op bestaande landschappelijke en cultuur-historische waarden	0/-
Herkenbaarheid en kwaliteit van de opstelling	0/+
Aansluiting bij landschappelijke structuren en patronen	0
Samenhang met andere windparken	0
Visuele impact (incl. verlichting)	0

15.6 Waterhuishouding en bodem

Net als bij de andere alternatieven geldt voor het VKA dat de windturbines waarschijnlijk op heipalen worden geplaatst en een betonnen fundering krijgen. Voor de aanleg van de betonnen funderingen is naar verwachting lokale grondwaterbemaling nodig; eventueel is dit ook nodig voor de aanleg van de kabels van de windturbines. Door gebruik te maken van niet-uitlogende bouwmaterialen, wordt uitspoelen van stoffen voorkomen. Hiermee is de score neutraal, net al de andere alternatieven.

Nabij gelegen oppervlaktewater ondervindt, als gevolg van het plaatsen van de windturbines uit het VKA geen nadelige effecten. De turbines zijn zodanig gepositioneerd in het VKA, dat ze zich buiten de beschermingszones van de watergangen bevinden en de score is neutraal (0).

Voor hemelwaterafvoer geldt dat bij het VKA er vergelijkbaar of minder verhard oppervlak voor de fundering en opstelplaatsen bij de windturbines en ontsluitingswegen aangelegd wordt dan voor de andere alternatieven. In Tabel 15.12 is dit opgenomen.

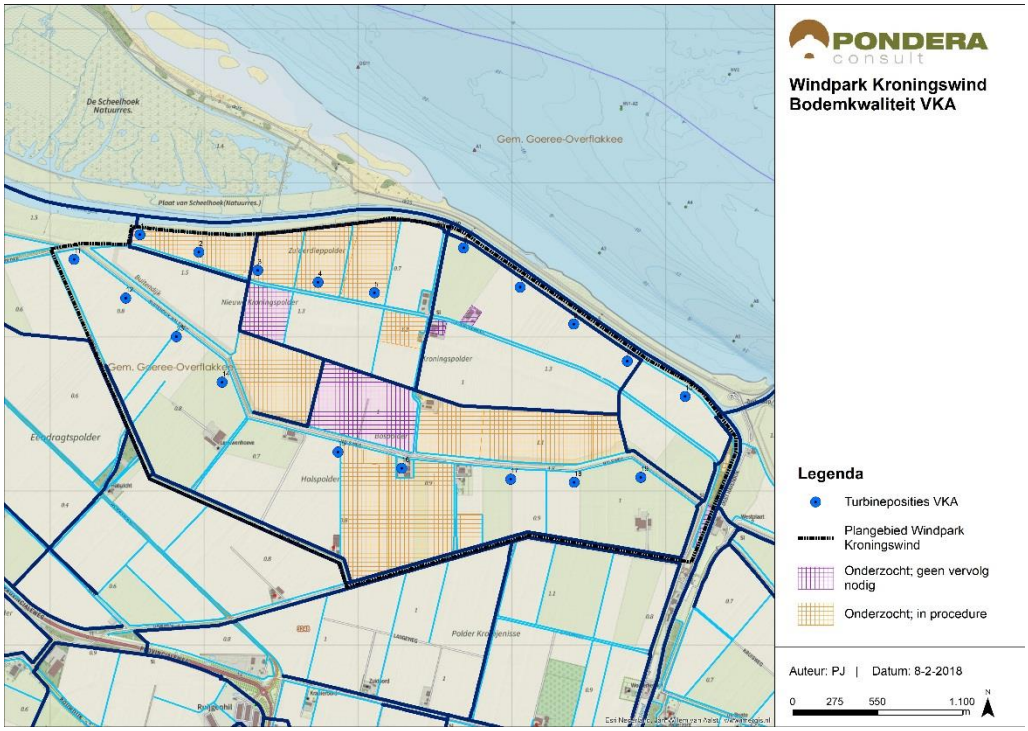
Tabel 15.12 Verhard oppervlak

Criterium	VKA
Verhard oppervlak kraanopstelplaats + turbine (m^2)	53.621
Verhard oppervlak wegen (m^2)	13.680

*Inschatting aan de hand van beschikbaar kaartmateriaal en tekeningen

Omdat er echter wel meer dan 250 m^2 verhard oppervlak wordt toegevoegd en dus een effect optreedt, is de score voor het VKA ook licht negatief (-). Bij compensatie (vasthouden/bergen) is de score 0. Deze compensatie is een vereiste van het waterschap en wordt daarom uitgevoerd, door middel van het verbreden of graven van sloten.

Figuur 15.5 Bodemkwaliteit VKA



Voor de bouw van de windturbines is grondverzet nodig en aangenomen wordt dat daarbij grond zal worden afgevoerd. Omdat ook in het VKA windturbines zijn gepositioneerd binnen een zone waar het bodemonderzoek momenteel in procedure is, scoort het VKA negatief (-). Voor locaties van WT 1 t/m 5 die zich bevinden in deze zones, zal voorafgaand aan de realisatie een verkennend onderzoek moeten worden uitgevoerd om te onderzoeken of er activiteiten aanwezig zijn (geweest) die de bodem mogelijk hebben verontreinigd. Dit gebeurt voorafgaand aan de uitvoeringsfase. In de uitvoering kan goed rekening worden gehouden met eventuele bodemrisico's. Het VKA is daarin niet onderscheidend van de alternatieven. In onderstaande tabel is een overzicht van de effectscores opgenomen.

Tabel 15.13 Effectscores

Aspect	VKA
Grondwater(kwaliteit)	0
Oppervlaktewater	0
Hemelwater	- → 0
Bodemkwaliteit	-

De effectbeoordeling van het VKA is, na toepassing van maatregelen daarmee neutraal op het aspect water en bodem, met uitzondering van het aspect bodemkwaliteit.

15.7 Externe veiligheid

De windturbines in het VKA zijn beperkt verschoven ten opzichte van de eerder onderzochte alternatieven. Voor die alternatieven is al beoordeeld dat voor de onderdelen: “bebouwing, wegen, waterwegen en spoorwegen, industrie, boven- en ondergrondse transportleidingen en hoogspanningslijnen” de score neutraal is. Uit de aanvullende beoordeling voor het VKA blijkt eveneens dat voor deze aspecten geen effect te verwachten is.

Dijkveiligheid (ondergronds)

In het VKA is, evenals voor de andere alternatieven, rekening gehouden met de aanwezige waterkeringen, door minimale afstanden van een halve rotordiameter tot de kernzone van de waterkering aan te houden. Voor het VKA is daarnaast een uitgebreide effectbeoordeling opgesteld voor het aspect dijkveiligheid (zie bijlage 4 en 8). Hierin zijn de effecten van de aanleg en exploitatie van de windturbines gekwantificeerd en beoordeeld, waarbij specifiek gekeken is naar de verschillende faalmechanismen (overlopen, golfoverslag, afschuiven binnentalud, afschuiven buitentalud en piping) van de waterkering tijdens aanleg en naar de effecten van het falen van een windturbine en optredende trillingen tijdens de exploitatie. Ook is gekeken naar de effecten van zwaar transport.

De effecten op de mechanismen ‘overlopen’ en ‘golfoverslag’ zijn beoordeeld en zijn niet noemenswaardig, mits de uitvoering zorgvuldig wordt verricht met herstel van de profielopbouw en grasbekleding. De effecten op het mechanisme ‘piping’ zijn beoordeeld en niet noemenswaardig, mits de uitvoering zorgvuldig wordt verricht met herstel van de ‘oorspronkelijke bodemopbouw’ bij aanvulling van de sleuf voor de kabels nabij / in de waterkering. De effecten op de ‘macrostabiliteit’ zijn door middel van glijvlakberekeningen gekwantificeerd. De afname van de veiligheid door trillingen (gebruiksfase) bedraagt maximaal 12%. De absolute veiligheidsfactoren blijven hoger dan de waarden volgens IPO I veiligheidsklasse. Bij de Nieuwe Dijk wordt niet voldaan aan de eis die geldt voor IPO V, echter bij deze kering staat ook bij extreme omstandigheden geen water tegen de dijk. Daarom wordt dit risico als verwaarloosbaar beschouwd.

Dijkveiligheid (bovengronds)

Ook de bovengrondse effecten van windturbines op de waterkering tijdens de exploitatiefase zijn gekwantificeerd voor het VKA. Hierbij is gekeken naar de faalscenario’s bladworp, mastfalen en gondelval. Uit de berekeningen blijkt dat de toevoeging van de faalkans van de waterkering als gevolg van een calamiteit aan de windturbines, verwaarloosbaar is.

Het VKA scoort daarom ook neutraal (0) op het aspect externe veiligheid.

Effectbeoordeling

In Tabel 15.14 zijn de effectscores opgenomen voor het voorkeursalternatief.

Tabel 15.14 Effectscores veiligheid

Beoordelingscriteria	VKA
Bebouwing	0
Wegen, waterwegen en spoorwegen	0
Industrie	0
Onder- en bovengrondse transportleidingen	0
Hoogspanningslijnen	0
Dijklichamen en waterkeringen	0
Vliegverkeer en radar	0

15.8 Ruimtegebruik

Doordat het voorkeursalternatief wordt geplaatst op locaties die weinig afwijken van de andere alternatieven en bovendien gebruik wordt gemaakt van dezelfde turbineafmetingen kan grotendeels worden aangesloten bij de effectbepaling van de andere alternatieven. Voor het deelaspect straalpaden is geen nadere analyse gemaakt, aangezien deze zich buiten het plangebied bevinden. Wel is voor het VKA opnieuw bepaald wat het verwachte ruimtegebruik is. Dit is in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 15.15 Ruimtegebruik VKA

Fundatie (m^2)	Totaal primair ruimtegebruik (m^2)	Kraanopstelplaats (m^2)	Wegen (m^2)	Totaal secundair ruimtegebruik (m^2)
8.590	8.591	31.350	13.680	53.620

* Inschatting op basis van kaartmateriaal en luchtfoto's

Onder de windturbines van het voorkeursalternatief zijn agrarische functies mogelijk en wordt meervoudig ruimtegebruik benut. De score van het VKA is gelijk aan die van de andere alternatieven en is neutraal (0).

Ondergronds ruimtegebruik (drinkwater transportleiding)

Voor de aanwezige drinkwater transportleiding is ook voor het VKA een berekening gemaakt van de additionele faalkans. Voor het voorkeursalternatief is de maximale kans op schade 4,1 x 10^{-4} per jaar door plaatsing van de windturbines. De verwachtingswaarde voor het optreden van schade aan de leiding is daarmee maximaal ééns in de 2.400 jaar. Uitgaande van een hersteltijd van maximaal 48 uur is de mogelijke invloed op de leveringsonderbreking van drinkwater daarmee maximaal circa 1,2 minuut per jaar. In vergelijking met de standaard geaccepteerde onderbreking van 15 minuten per jaar is dit een toevoeging van circa 8%. Dit wordt als verwaarloosbaar beschouwd en de score va het VKA is dan ook neutraal (0) op dit aspect.

Defensieradar

Door TNO is een radartoetsing uitgevoerd voor het voorkeursalternatief. Uit dit onderzoek (zie bijlage 11) blijkt dat er geen significante verstoring van het radarbeeld te verwachten is bij realisatie van het voorkeursalternatief.

In onderstaande tabel zijn de scores samengevat.

Tabel 15.16 Effectscores ruimtegebruik

Beoordelingscriterium		VKA
Ruimtegebruik – horizontale vlak	Landbouwgronden	0
	Ondergronds (waterleiding)	0
Ruimtegebruik – verticale vlak	Straalpaden	0
	Defensieradar	0
	Vliegverkeer en radar	0

15.9 Duurzame energieopbrengst en vermeden emissies

Het VKA scoort vergelijkbaar met de alternatieven A2, B2 en iets minder goed dan alternatief C2. Echter door het toepassen van relatief kleinere windturbines in vergelijking met alternatief A1, B1 en C1, is de energieopbrengst wel significant lager dan deze alternatieven.

Tabel 15.17 Vermeden emissies VKA

Onderwerp	VKA
Aantal windturbines	19
Parkverliezen	10,7%
Netto energieopbrengst in GWh/jaar	179,5
Efficiëntie per MW in vollasturen	3.162
Vergelijkbaar met het jaarlijks elektriciteitsverbruik van dit aantal huishoudens (3.500 kWh / jaar / HH)	
CO_2-emissiereductie in ton per jaar	90.827
SO_2-emissiereductie in ton per jaar	70
NO_x-emissiereductie in ton per jaar	127

Er dienen in het voorkeursalternatief mitigerende maatregelen voor geluid en slagschaduw te worden genomen. Ook wordt een stilstandvoorziening voor vleermuizen toegepast. Voor geluid wordt voor twee turbines voorgesteld om een aangepast bladontwerp te hanteren. Daarmee is de akoestische reductie voldoende om te kunnen voldoen aan het Activiteitenbesluit. Een nadere voorziening is niet nodig. Voor slagschaduw worden alle turbines voorzien van een automatische stilstandvoorziening. De effecten van deze maatregelen zijn opgenomen in Tabel 15.18.

Tabel 15.18 Productieverliezen aan de hand van mitigatie VKA

Productieverlies	Hoogte
Slagschaduw mitigatie	0,04%
Geluid mitigatie	0 %
Ecologie mitigatie	0,4%
Totaal mitigatie	0,44% / 0,93 Gwh

Het voorkeursalternatief scoort daarmee positief (+) voor het aspect energieopbrengst en vermeden emissies. In onderstaande tabel is de volledige effectbeoordeling opgenomen.

Tabel 15.19 Effectscores energieopbrengst en vermeden emissies VKA

Productieverlies	Score
Opbrengst in MWh	+
Efficiëntie windpark in MWh/MW	+
SO_2-emissiereductie in Kton/jaar	+
CO_2 en NO_x-emissiereductie in Kton/jaar	+

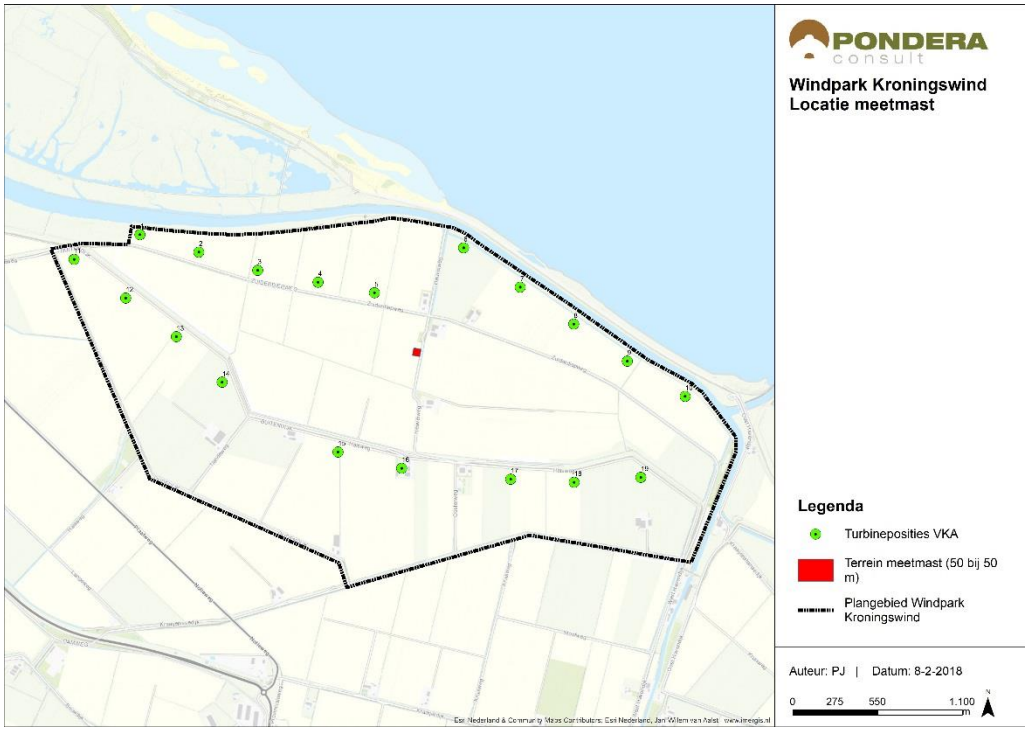
15.10 Conclusies beoordeling voorkeursalternatief

Het voorkeursalternatief bestaat uit negentien windturbines met een maximale tiphoogte van 150 meter. Uit de effectbeoordeling blijkt dat het VKA leidt tot vergelijkbare milieueffecten met alternatief A2 en B2. Voor landschap levert het VKA een beperkt minder herkenbaar beeld op, doordat de lijnen verspringen. Dit effect is niet zodanig dat een onaanvaardbaar beeld ontstaat. De energieopbrengst van het VKA is beperkter dan de vergelijkbare alternatieven met twee lijnopstellingen en hogere windturbines. Na toepassing van beperkte mitigerende maatregelen voor geluid, slagschaduw en ecologie voldoet het voorkeursalternatief aan wet- en regelgeving.

15.11 Beoordeling meetmast

Er wordt mogelijk een meetmast geplaatst midden in het windpark, aan de westzijde van de Heuvelweg (zie Figuur 15.6 Locatie meetmastFiguur 15.6). De locatie is gekozen, zodanig dat de mast zich middenin het windpark bevindt en als ‘representatief’ kan worden beschouwd voor zoveel mogelijk windturbines en voor zoveel mogelijk windrichtingen. Deze mast zal worden gebruikt voor het doen van meteorologische waarnemingen, waaronder windsnelheid, windrichting en temperatuur. Hiermee kunnen de windturbines zo goed mogelijk worden ingesteld en kan controle van de powercurve worden uitgevoerd.

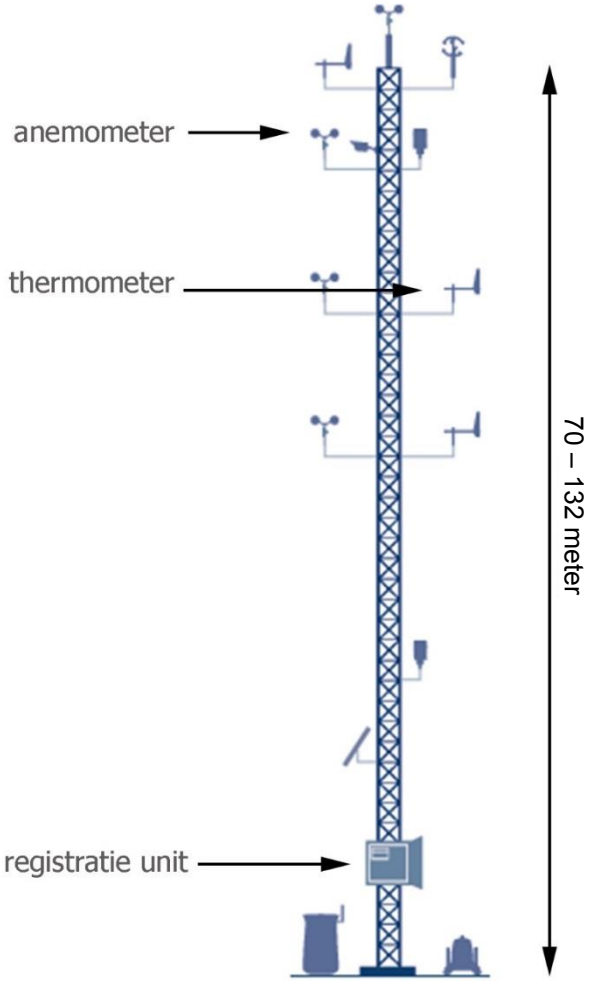
Figuur 15.6 Locatie meetmast



De mast bestaat uit een piramidevormige vakwerkmast met een hoogte van 70 - 132 meter[56], waaraan op verschillende hoogten meetinstrumenten worden bevestigd. De breedte bij de voet van de mast is circa 6 meter. In Figuur 15.7 is een tekening van de mast opgenomen. De maatvoeringen zijn ter indicatie opgenomen. Omdat de meetmast onderdeel vormt van het voornemen en mogelijk ook milieueffecten veroorzaakt is in deze paragraaf een integrale beoordeling gemaakt van deze effecten.

[56] De definitieve hoogte is afhankelijk van het uiteindelijk te plaatsen type windturbine. Daarom is een bandbreedte aangehouden.

Figuur 15.7 Aanzicht meetmast



Ecologie

Bureau Waardenburg heeft een effectbeoordeling opgesteld van de effecten van de plaatsing van een meetmast op beschermde gebieden en soorten (zie bijlage 6). Uit deze beoordeling blijkt dat geen sprake van verstoring, vernietiging van verblijfplaatsen of nesten of sterfte van beschermde soorten als gevolg van de plaatsing van de meetmast. Gezien de afstand tot Natura 2000-gebieden en de ligging buiten NNN-gebieden zijn effecten van de realisatie en gebruik van de meetmast in het kader van de Wet natuurbescherming eveneens met zekerheid uit te sluiten.

Landschap

De windmeetmast met een hoogte van 70 tot maximaal 132 meter wordt eventueel geplaatst op het agrarisch perceel midden in het windpark, naast de Heuvelweg. Deze locatie bevindt zich middenin het windpark op een afstand van ca. 300 meter vanaf de dichtstbijzijnde windturbine. Dit is kleiner dan de onderlinge plaatsingsafstand van de windturbines zelf. Hiermee treedt interferentie op tussen de meetmast en windturbineopstelling. De meetmast wordt uitgevoerd als een vakwerk mast met een getuide of ongetuide constructie en een voet van circa 6 bij 6 meter. Deze constructie is wezenlijk anders van aard van die van de (veel moderner ogende)

windturbines. De op zichzelf heldere windturbineopstelling wordt door de plaatsing van de meetmast op deze locatie dus vertroebeld.

Aan de andere kant zorgt de plaatsing van de meetmast dichtbij de turbines dat de visuele impact van het geheel beperkt blijft. Daarbij is een vakwerkmast in vergelijking met de massieve masten van de turbines in zekere zin transparant, waardoor deze veel minder in het oog springt dan de windturbines.

Ruimtegebruik

Door het primaire ruimtegebruik van de meetmast is over een terrein van circa 10x10 meter de huidige functie van het gebied onder de meetmast niet langer uitvoerbaar. Er lopen geen tracés van straalverbindingen door de locatie van de meetmast heen (zie ook Figuur 11.2). De grote van de effecten op het horizontale ruimtegebruik is verwaarloosbaar gezien het klein oppervlak van de meetmast. Er zijn geen effecten op het huidige verticale ruimtegebruik te verwachten.

15.12 Gevoeligheidsanalyse

15.12.1 Beoordeling schuifruimte

In het bestemmingsplan wordt gebruikelijk een beperkte schuifruimte rond de exacte windturbineposities gehanteerd. Dit om in de praktijk rekening te kunnen houden met praktische omstandigheden die vragen om een kleine wijziging van het middelpunt van de turbine, zonder dat hiervoor een nieuwe ruimtelijke procedure moet worden doorlopen. Een kleine verschuiving (+ en - 10 meter in de lijnopstelling) van een windturbine heeft geen gevolgen voor de effectbeschrijving van het gehele windpark. Lokaal kan dit mogelijk een kleine verandering geven, het kan zowel om een verbetering als een verslechtering gaan. Voor de meeste milieuaspecten is deze schuifruimte echter niet relevant voor de beoordeling. Voor enkele aspecten is dit echter wel het geval. Deze worden hieronder afzonderlijk benoemd:

Geluid en slagschaduw

De windturbines kunnen 10 meter verschuiven, waardoor de geluidbelasting beperkt kan wijzigen. Waar het gaat om woningen waar de geluidnorm op dit moment nét niet wordt overschreden, hebben de windturbines deze verschuivingsmogelijkheid niet of moet worden aangetoond dat met mitigerende maatregelen alsnog kan worden voldaan aan de norm. Overigens is het windturbinetype ook bepalend voor de uiteindelijke geluidbelasting en is in dit MER uitgegaan van een worst-case met turbines met een relatief hoge geluidproductie, zodat effecten niet kunnen worden onderschat. De verschuiving van de turbines met 10 meter leidt in het slechtste geval tot een verhoging van de geluidbelasting met 0,1 dB. Dit wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

Door de verschuiving kan de slagschaduw op woningen van derden beperkt wijzigen. Indien sprake is van overschrijding van de norm voor slagschaduw bij woningen van derden, kunnen windturbines alleen verschoven worden verder weg van de woningen, zodat nooit een grotere overschrijding kan optreden. Waar nodig wordt een stilstandsvoorziening toegepast. Overigens is het windturbinetype ook bepalend voor de slagschaduwduur en is in dit MER en de gevoeligheidsanalyse uitgegaan van de maximale ashoogte en rotordiameter binnen de categorie, zodat effecten niet kunnen worden onderschat.

Ecologie

Door de windturbines maximaal 10 meter te verschuiven, treedt naar verwachting geen andere situatie op, tenzij hiervoor sloten moeten worden gedempt of extra bomen gekapt. Dit wordt niet voorzien. Verschuiving is niet toegestaan naar het noorden in Blok de Wit, omdat daarmee de effectbeoordeling voor natuurgebied Scheelhoek kan veranderen. De windturbines worden, ook na verschuiving, niet binnen de NNN- of Natura 2000-gebied gerealiseerd. De effectbeschrijving en beoordeling wijzigt niet.

Landschap

De exacte plaatsing van de voet van een windturbine in het bestaande landschap bepaalt op inpassingsniveau of een windturbine van dichtbij bekeken als goed ingepast beschouwd wordt. In het geval van het windpark Kroningswind is het vooral van belang dat watergangen, dijken, bomenrijen en polderwegen niet worden onderbroken en dat de voeten van de windturbines voldoende (circa de diameter van de voet) afstand tot deze landschappelijke elementen houden. Slechts één van de geplande windturbines staat zeer dicht op een watergang. Alleen bij deze windturbine wordt een verschuiving richting de watergang als negatief beoordeeld.

Veiligheid

Met 10 meter verschuiving zou voor die turbines, die nabij (beperkt) kwetsbare objecten, risico-objecten of infrastructuur liggen, een andere situatie kunnen optreden. In de meeste gevallen wordt al ruimschoots voldaan aan de generieke afstanden uit het Handboek Risicozonering Windturbines 2014 (versie 3.1). In de gevallen waar de verschuiving zou leiden tot grotere effecten, is de schuifruimte beperkt en alleen mogelijk gemaakt weg van het object dat risico ondervindt (dit geldt voor windturbine WT5 en WT6). Daarmee is in de huidige onderzoeken al de worst-case situatie beschouwd en kan de schuifruimte worden toegepast, zonder dat de beoordeling van de effecten significant verandert. Ten aanzien van dijkveiligheid geldt dat de windturbines niet dichter in de richting van de waterkering mogen worden verplaatst, indien dit leidt tot een wiekoverslag over de kernzone van de waterkering.

15.12.2 Toepassing andere windturbine

Voor de aspecten geluid, slagschaduw en externe veiligheid is gerekend met een voorbeeldwindturbine, die representatief is voor de mogelijke turbines die in windpark Kroningswind kunnen worden geplaatst. Hierbij is een gemiddelde windturbine gekozen, om de effecten niet te overschatten, maar ook niet te onderschatten. In deze paragraaf wordt onderzocht wat de effecten zouden zijn, indien een worst-case windturbine als referentie zou zijn gebruikt.

Geluid en slagschaduw

Voor de aspecten geluid- en slagschaduw zijn twee type windturbines berekend: een Nordex N117 op 91,5 meter ashoogte en een Lagerwey LW136 windturbine op 132 meter ashoogte. Voor het aspect slagschaduw is hiermee reeds de ‘worst-case’ situatie in beeld gebracht, aangezien de afmetingen van de turbine hiervoor bepalend zijn. Om de ‘worst-case’ situatie voor geluid eveneens in beeld te brengen is het voorkeursalternatief opnieuw berekend met een Vestas V117 windturbine (zonder serrated edges (uilenveren)) op een ashoogte van 91,5 meter (zie bijlage 3, paragraaf 4.2).

Uit de beoordeling blijkt dat in de worst-case situatie op enkele woningen tot enkele dB L_{den} meer geluidbelasting is dan bij toepassing van een gemiddelde windturbine. Dit betekent dat voor twee windturbines mitigerende maatregelen moeten worden getroffen indien de worst-case windturbine wordt toegepast. Deze maatregelen betreffen een aanpassing van de turbinebladen (uitvoering met 'serrated edges'). Deze zijn goed uitvoerbaar en na toepassing kan voldaan worden aan de wettelijke geluidnorm.

Externe veiligheid

Voor het aspect externe veiligheid is gerekend met worst-case aannames en dimensies voor wat betreft gewichten en afstanden. Om de maximale effecten te beoordelen wordt gekeken naar de maximale optredende risico's van windturbines binnen deze aangegeven dimensies. Toetsafstanden of vuistregels zijn bepaald aan de hand van de maximale mogelijkheden. De identificatieafstand is bepaald op 716 meter en is zeer worst-case ingestoken om zeker te zijn dat alle relevante objecten in de omgeving bekeken worden. Indien de windturbines beperkt (verschuiven) levert dit geen andere risicovolle objecten op binnen de identificatieafstand.

Daar waar het verschuiven van de windturbines zou leiden tot grotere effecten, moet deze schuifruimte worden beperkt. Dit speelt voornamelijk bij het aspect dijkveiligheid een rol. Om dit te ondervangen wordt aanbevolen om in het bestemmingsplan de schuifruimte in de richting van de waterkering niet mogelijk te maken, of een minimale afstand van een halve rotordiameter tussen het hart van de windturbinemast en de rand van de kernzone van de waterkering als minimale eis te hanteren. Hiermee kan worden geborgd dat de effecten, ook bij gebruik maken van de schuifruimte, aanvaardbaar zijn.

15.13 Evaluatie en monitoring

Het bevoegd gezag is op basis van artikel 7.39 van de Wet milieubeheer verplicht een evaluatieprogramma op te stellen. Bij het besluit over het voornemen moet zij bepalen hoe en op welk moment de effecten op het milieu worden geëvalueerd. Een dergelijk programma heeft als doel om de voorspelde effecten te kunnen vergelijken met de daadwerkelijk optredende effecten. De opzet voor een evaluatieprogramma kan gebaseerd worden op de geconstateerde leemten in kennis. Wanneer de daadwerkelijke effecten sterk afwijken van de voorspelde, kan het evaluatieprogramma voor het bevoegd gezag aanleiding geven om effecten te (laten) reduceren of ongedaan te maken. Het evaluatieprogramma zou de volgende onderdelen kunnen bevatten:

- Door middel van monitoring in de praktijk kan een stilstandvoorziening voor vleermuizen worden geoptimaliseerd en eventueel beperkt;
- Monitoring van geluid (jaargemiddelde conform de norm L_{den}=47 dB);
- Monitoring van daadwerkelijk optredende slagschaduw (op basis van de norm uit het Activiteitenbesluit).

BIJLAGE 1



BIJLAGE 1 - TERMEN EN AFKORTINGEN

Alternatief
Andere wijze dan de voorgenomen activiteit om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen. Synoniem voor variant, maar in dit MER gebruikt om het verschil met inrichtingsvarianten aan te geven. Naast de inrichtingsvarianten worden locatiealternatieven onderscheiden.

Ashoogte
De hoogte van de rotoras, waaraan de rotorbladen van de windturbine zijn bevestigd, ten opzichte van het maaiveld.

Autonome ontwikkeling
Veranderingen, die zich in het milieu zullen voltrekken als noch de voorgenomen activiteit, noch een van de alternatieven worden gerealiseerd. Zie ook ‘referentiesituatie’.

Barim
Besluit algemene regels inrichtingen Milieubeheer, ook wel Activiteitenbesluit milieubeheer genoemd

Barro
Besluit algemene regels ruimtelijke ordening

Bevb
Besluit externe veiligheid buisleidingen

Bevi
Besluit externe veiligheid inrichtingen

Bevoegd gezag
In het kader van de Wet milieubeheer, de Wet ruimtelijke ordening en de Elektriciteitswet 1998: één of meer overheidsinstanties die bevoegd zijn om over de activiteit van de initiatiefnemer het besluit te nemen waarvoor het Milieueffectrapport wordt opgesteld.

Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie voor de m.e.r.)
Commissie van onafhankelijke deskundigen die het bevoegd gezag adviseert over de gewenste inhoud van het milieueffectrapport en in een latere fase in het toetsingsadvies over de kwaliteit van het milieueffectrapport.

Conceptnotitie R&D
Zie bij ‘Notitie R&D’.

Externe werking
Indien een activiteit niet plaatsvindt in een gebied, maar toch effect kan hebben op dit gebied, dan wordt gesproken over externe werking. Een voorbeeld is het effect van windturbines die buiten Natura 2000-gebieden worden geplaatst, die wel effect kunnen hebben op de Natura 2000-gebieden.

EZ
(Ministerie van) Economische Zaken

Fresnelzone
Cilindrische ellips om een straalpad tussen verzender en ontvanger, waarbinnen interferentie mogelijk is met het verzonden straalpad.

IenM
(Ministerie van) Infrastructuur en Milieu

Initiatiefnemer
Degene die een m.e.r.-plichtige activiteit wil ondernemen.

Instandhoudingsdoelstellingen
Dit zijn de doelstellingen voor het aantal hectare beschermd habitat of het aantal exemplaren (populatieomvang) van een bepaalde beschermde dier- of plantensoort binnen een Natura 2000 gebied.

Kraanopstelplaatsen
Voor het opbouwen van een windturbine zijn bouwkranen nodig. Omdat deze kranen grote en zware onderdelen moeten kunnen hijsen, is een stabiele ondergrond nodig. Daarvoor wordt per turbine een gebied geschikt gemaakt, bijvoorbeeld door het asfalteren van een gebied, zodat de kraan daar veilig zijn werk kan doen. Een dergelijk gebied wordt een kraanopstelplaats genoemd.

Laagfrequent geluid
Laagfrequent geluid is geluid met een frequentie kleiner dan 200 Hz.

Mitigatie
Het verminderen van nadelige effecten (op het milieu) door het treffen van bepaalde maatregelen.

M.e.r.
De procedure van milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieueffectrapport en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van de activiteit waarvoor een milieueffectrapport is opgesteld.

MER
Milieueffectrapport. Een openbaar document waarin van een voorgenomen activiteit van redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven of varianten de te verwachten gevolgen voor het milieu in hun onderlinge samenhang op systematische en zo objectief mogelijke wijze worden beschreven.

MW
Megawatt = 1.000 kilowatt (kW). MW is een eenheid van elektrisch vermogen.

MWh
Megawattuur = 1.000 kilowattuur (kWh). MWh is een eenheid van energie.

Notitie R&D
Dit staat voor ‘notitie reikwijdte en detail(niveau)’. Deze notitie wordt vastgesteld op basis van de conceptnotitie reikwijdte en detail(niveau) (ook wel ‘startnotitie’ genoemd) en de daarop ontvangen zienswijzen, reacties en adviezen. Inhoudelijk geeft de notitie reikwijdte en detailniveau aan wat (reikwijdte) en met welke diepgang (detailniveau) onderzocht en beschreven dient te worden in het milieueffectrapport (het MER).

Passende beoordeling
Een Passende beoordeling is een beoordeling van de effecten van een activiteit op de natuurdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. Wanneer significante effecten op Natura 2000-gebieden niet uitgesloten kunnen worden of onzeker zijn, moet er een passende beoordeling worden uitgevoerd.

Plangebied
Het gebied, waarbinnen de voorgenomen activiteit of een van de alternatieven kan worden gerealiseerd. Binnen het plangebied is gezocht naar alternatieven voor de realisatie van het windpark.

Plan-MER
Een plan-MER is vereist voor plannen waarin de locatie voor een activiteit met potentieel aanzienlijke milieueffecten, zoals een windpark, wordt aangewezen, of als voor dit plan een zogenaamde Passende beoordeling dient te worden opgesteld, waarin de effecten op een Natura 2000-gebied in beeld worden gebracht. Het plan-MER wordt opgesteld om het milieubelang en landschappelijke belangen af te wegen ten behoeve van de locatiekeuze van het initiatief, in dit geval het windpark.

Project-MER
Een project-MER is vereist voor besluiten over activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten. In dit geval gaat het om het besluit op de aanvraag om een omgevingsvergunning.
Het project-MER heeft betrekking op de milieueffecten van de concrete uitwerking van het plan

Provinciale coördinatieregeling
Door Provinciale Staten is een besluit genomen voor toepassen van een Provinciale Coördinatieregeling (Wro). Hieruit volgt dat het inpassingsplan en overige besluiten (vergunningen/ontheffingen) door de Provincie gecoördineerd worden voorbereid en gezamenlijk bekend worden gemaakt.

Provinciaal inpassingsplan
De planologische inpassing van een initiatief (windpark) waarbij de provincie bevoegd gezag is.

Rarro
Regeling algemene regels ruimtelijke ordening

Referentiesituatie
De referentiesituatie is de huidige bestaande situatie en de autonome ontwikkeling. Dit is dus de situatie die zou ontstaan zonder realisatie van Windpark Bommelerwaard-A2. De referentiesituatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving en -beoordeling van de alternatieven.

Rotordiameter
De diameter van de denkbeeldige cirkel die door de rotorbladen (wieken) van de windturbine worden bestreken.

SDE+
Afkorting voor Stimulering Duurzame Energieproductie. De overheid stimuleert bedrijven en non-profitinstellingen middels deze subsidieregeling om hernieuwbare energie te produceren.

SVIR
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte.

SWOL
Structuurvisie Windenergie Op Land.

Tiphoogte
Maat die voor windturbines wordt gebruikt om de maximale hoogte vanaf de grond aan te geven wanneer een rotorblad verticaal staat. De tiphoogte is gelijk aan de ashoogte + halve rotordiameter.

Wettelijke adviseurs
Adviseurs die geraadpleegd worden door het bevoegd gezag teneinde een advies te krijgen over het plan en het MER. Veelal gaat het hierbij om de Regionale Inspectie van het Ministerie van I&M, de lokale afdeling van het Ministerie van Economische Zaken, de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, het waterschap en eventueel buurgemeenten en provincie(s).

BIJLAGE 2



BIJLAGE 2 - LITERATUURLIJST

- Agentschap NL, Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, update 2010, 2DENB1013
- Besluit van 24 juli 2010, houdende milieukwaliteitseisen externe veiligheid voor het vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen
- Das Grűne Emissionshaus, augustus 2003; http://guidedtour.windpower.org/en/tour/
- Guidance document. Wind energy developments and Natura 2000. European Commission, 2010
- EU-richtlijn 2009/28/EG
- Erbrinks Stacks Consult, Impact windmolens op verspreiding van luchtverontreiniging – Windmolens Sluisluis en de emissies van Tata Steel, Rapport 2016R001, Oosterbeek, 2016
- Europese Unie, Energieroutekaart 2015, juni 2011
- Gemeente Goeree-Overflakkee, Structuurvisie Windenergie, juni 2014
- Gemeente Goeree-Overflakkee, Geluidskaarten Goeree-Overflakkee, Rapport V.2008.0829.00.R001, versie 002 def, 24 december 2009
- Gezondheidsraad 1999/14: Grote luchthavens en gezondheid.
- Kabinet Rutte III, regeerakkoord “Vertrouwen in de toekomst”, oktober 2017
- Kleyheeg, J.C., 2017; Notitie uitvoerbaarheid meetmast Windpark Kroningswind i.h.k.v. natuur, 4 december 2017.
- LBP Sight in opdracht van Agentschap NL, Literatuuronderzoek laagfrequent geluid windturbines, projectnummer DENB 138006 september 2013
- Lensink, S.M. et al (2017) Eindadvies basisbedragen SDE+ 2017, rapportnummer: ECN-E-16-040, Petten
- Massachusetts Department of Environmental Protection (MassDEP) en het Massachusetts Department of Public Health (MDPH) , Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel January 2012
- Ministerie van EZ, Energierapport 2011, 10 juni 2011
- Ministerie van EZ, Energierapport Transitie naar Duurzaam, januari 2016
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Structuurvisie Wind op Land, 2014
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, maart 2012
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2002) Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken, 2 juli 2002
- PE NWE, Life cycle assessment of Electricity production from a V112 Turbine Wind plant, 2011
- Pedersen et al, Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments, 2007
- Pierpont, N., Wind Turbine Syndrome – A Report on a Natural Experiment. Sana FE, 2009
- Pondera Consult, PlanMER Windenergie Goeree-Overflakkee, 1 november 2013
- Provincie Zuid-Holland, Visie Ruimte en Mobiliteit, herziening 2016
- Provincie Zuid-Holland, Verordening Ruimte provincie Zuid-Holland, 1 april 2016
- Provincie Zuid-Holland, Voortgangsrapportage realisatie windenergie Zuid-Holland, 2016

- Radstake, Y.N, van der Vliet, R.E. & Prinsen, H.A.M, 2018; Natuurtoets Windpark Kroningswind, definitief v2, 12 februari 2018
- Radstake, Y.N, van der Vliet, R.E. & Prinsen, H.A.M, 2018; Passende Beoordeling Windpark Kroningswind, definitief, 12 februari 2018
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Handboek risicozonering windturbines, herziene versie 3.1 september 2014
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Monitor wind op land, 2016
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), factsheet laag frequent geluid, juni 2013
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, GGD Informatieblad medische milieukunde Update 2013; RIVM rapport 200000001/2013
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), 2017; Health effects related to wind turbine sound.
- RoyalHaskoningDHV, Plan-MER Structuurvisie windenergie op land, maart 2013
- SER, Energieakkoord voor duurzame groei, september 2013 (http://www.energieakkoordser.nl/doen/nieuws/energieakkoord-voor-duurzame-groei.aspx)
- TNO, Hinder door geluid van windturbines,2008
- Warringa, G., Vergeer, R., Blom M., Beurskens L., december 2016. MKEA zon-PV en wind op land, Vergelijking kosten en maatschappelijke effecten. Publicatienummer 16.7J46.125. CE Delft, Delft

Internetsites

- https://archeologieinnederland.nl/bronnen-en-kaarten/amk-en-ikaw, geraadpleegd d.d. december 2017
- http://www.bodemloket.nl/, geraadpleegd november 2017
- http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl2114-Huishoudens.html?i=15-12, 9 juni 2015
- https://www.commissiemer.nl/advisering/afgerondeadviezen/3219l/
- https://www.zuidholland.nl/
- http://www.rijksmonumenten.nl/
- http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2014/04/01/laagfrequent-geluid-van-windturbines.html
- http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/meer-duurzame-energie-in-de-toekomst
- http://www.kennisplatform.nl/Files/Eerste%20Indrukken/20140610%20Memo%20Windturbines.pdf
- http://www.milieucentraal.nl
- http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/faq
- http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/duurzame-energie
- https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/inhoud/meer-duurzame-energie-in-de-toekomst

- https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/inhoud/natuurnetwerk-nederland
- https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/inhoud/natura-2000
- http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2014/04/01/laagfrequent-geluid-van-windturbines.html
- www.bodemdata.nl
- http://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.1924.Zuiderdiep-BP20/b_NL.IMRO.1924.Zuiderdiep-BP20_tb2.pdf
- http://www.cbc.ca/news/technology/wind-turbine-noise-not-linked-to-health-problems-health-canada-finds-1.2826206
- http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?PA=70802NED
- www.infomil.nl
- www.milieucentraal.nl
- https://www.wshd.nl/binaries/content/assets/wshd---website/common/vergunningverlening/overzicht-meld--en-vergunningplicht-bij-het-onttrekken-van-grondwater.pdf
- http://maps.bodemdata.nl/
- http://www.nvrb.nl/downloads/bijeenkomsten/2014/Lezingenavond_09-10-2014/NVRB_windturbines_Halter_Compatibiliteitsmodus.pdf
- https://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/zakelijk-gebruik/straalverbindingen/straalverbindingen-en-windturbines.

BIJLAGE 3



716050
5 feb 2018

ONDERZOEK AKOESTIEK EN SLAGSCHADUW WINDPARK KRONINGSWIND

Kroningswind B.V.

Definitef V2

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Onderzoek akoestiek en slagschaduw Windpark Kroningswind
Soort document	Definitef V2
Datum	5 feb 2018
Projectnummer	716050
Opdrachtgever	Kroningswind B.V.
Auteur	S. Flanderijn, Pondera Consult
Vrijgave	D.F. Oude Lansink, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Beschrijving van de locatie	2
1.2	Regelgeving	2
1.3	Gegevens turbines	3
2	**Akoestisch onderzoek**	**4**
2.1	Beoordeling	4
2.2	Invoer rekenmodel	5
2.3	Windaanbod	7
2.4	Geluidbron Nordex N117/3000 – 3 MW	8
2.5	Geluidbron Lagerwey L136 – 4,5 MW	9
2.6	Rekenresultaten	10
2.7	Beoordeling geluid	11
2.8	Voorzieningen geluid	11
2.9	Aantal gehinderden	14
2.10	Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen	15
2.11	Stiltegebied	17
3	**Onderzoek slagschaduw**	**20**
3.1	Normstelling	20
3.2	Schaduwgebied	20
3.3	Potentiële schaduw	21
3.4	Rekenresultaten	22
3.5	Hinderduur bij woningen	23
3.6	Maatregelen	25
4	**Voorkeursalternatief (VKA)**	**26**
4.1	Inleiding	26
4.2	Akoestisch onderzoek	27
4.3	Onderzoek slagschaduw	36
5	**Conclusie**	**39**
bijlage 1	**Verklarende begrippenlijst**	**40**
bijlage 2	**Objecten rekenmodel akoestiek**	**42**

bijlage 3	Rekenresultaten akoestiek	75
bijlage 4	Alt A1 - Geluidcontour L_{den}	90
bijlage 5	Alt A1 - Geluidcontour L_{night}	91
bijlage 6	Alt B1 - Geluidcontour L_{den}	92
bijlage 7	Alt B1 - Geluidcontour L_{night}	93
bijlage 8	Alt C1 - Geluidcontour L_{den}	94
bijlage 9	Alt C1 - Geluidcontour L_{night}	95
bijlage 10	Alt A2 - Geluidcontour L_{den}	96
bijlage 11	Alt A2 - Geluidcontour L_{night}	97
bijlage 12	Alt B2 - Geluidcontour L_{den}	98
bijlage 13	Alt B2 - Geluidcontour L_{night}	99
bijlage 14	Alt C2 - Geluidcontour L_{den}	100
bijlage 15	Alt C2 - Geluidcontour L_{night}	101
bijlage 16	VKA E1 – Geluidcontour Lden	102
bijlage 17	VKA E1 – Geluidcontour Lnight	103
bijlage 18	VKA E2 – Geluidcontour Lden	104
bijlage 19	VKA E2 – Geluidcontour Lnight	105
bijlage 20	VKA F1 – Geluidcontour Lden	106
bijlage 21	VKA F1 – Geluidcontour Lnight	107
bijlage 22	VKA F2 – Geluidcontour Lden	108
bijlage 23	VKA F2 – Geluidcontour Lnight	109
bijlage 24	Alt B1 – Gemitigeerd geluidcontour L_{den}	110
bijlage 25	Alt B1 – Gemitigeerd geluidcontour L_{night}	111
bijlage 26	Alt C1 – Gemitigeerd geluidcontour L_{den}	112
bijlage 27	Alt C1 – Gemitigeerd geluidcontour L_{night}	113
bijlage 28	Alt C2 – Gemitigeerd geluidcontour L_{den}	114
bijlage 29	Alt C2 – Gemitigeerd geluidcontour L_{night}	115

bijlage 30	VKA E1 – Gemitigeerd geluidcontour Lden	116
bijlage 31	VKA E1 – Gemitigeerd geluidcontour Lnight	117
bijlage 32	VKA F1 – Gemitigeerd geluidcontour Lden	118
bijlage 33	VKA F1 – Gemitigeerd geluidcontour Lnight	119
bijlage 34	VKA F2 – Gemitigeerd geluidcontour Lden	120
bijlage 35	VKA F2 – Gemitigeerd geluidcontour Lnight	121
bijlage 36	Alt A1 – Geluidcontour stiltegebied	122
bijlage 37	Alt A2 – Geluidcontour stiltegebied	123
bijlage 38	Alt B1 – Geluidcontour stiltegebied	124
bijlage 39	Alt B2 – Geluidcontour stiltegebied	125
bijlage 40	Alt C1 – Geluidcontour stiltegebied	126
bijlage 41	Alt C2 – Geluidcontour stiltegebied	127
bijlage 42	VKA E1 – Geluidcontour stiltegebied	128
bijlage 43	VKA E2 – Geluidcontour stiltegebied	129
bijlage 44	VKA F1 – Geluidcontour stiltegebied	130
bijlage 45	VKA F2 – Geluidcontour stiltegebied	131
bijlage 46	In- en uit-voer rekenmodel slagschaduw	132
bijlage 47	Alt A1 – Slagschaduwcontouren	156
bijlage 48	Alt B1 – Slagschaduwcontouren	157
bijlage 49	Alt C1 – Slagschaduwcontouren	158
bijlage 50	Alt A2 – Slagschaduwcontouren	159
bijlage 51	Alt B2 – Slagschaduwcontouren	160
bijlage 52	Alt C2 – Slagschaduwcontouren	161
bijlage 53	VKA 1 – slagschaduwcontouren	162
bijlage 54	VKA 2 – slagschaduwcontouren	163

1 INLEIDING

In opdracht van Kroningswind B.V. is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor een op te richten windpark in de gemeente Goeree-Overflakkee in de provincie Zuid-Holland. Het windpark wordt aangeduid met de naam “windpark Kroningswind” (WP Kroningswind).

In het kader van de milieueffectrapportage (m.e.r.) en de ruimtelijke procedure zijn drie alternatieven onderzocht in 2 varianten. De varianten onderscheiden zich qua formaat en vermogen, de alternatieven qua opstelling.

De te onderzoeken varianten zijn:

- Variant 1: Windturbines in een 3,5-4,5 MW klasse met een tiphoogte van 200 meter;
- Variant 2: Windturbines in een 2,5-3,6 MW klasse met een tiphoogte van 150 meter.

In het kader van het akoestische onderzoek zijn twee turbines onderzocht met een gemiddelde geluiduitstraling voor zijn klasse. Hiermee wordt een realistische verwachting van de geluidbelasting in kaart gebracht en is geschikter voor het vergelijken van de verschillende alternatieven dan een akoestisch worst-case turbine. Voor het onderzoek naar slagschaduwhinder is uitgegaan van maximale afmetingen binnen de turbineklassen. De alternatieven zijn toegelicht in Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Alternatieven

Alternatief		Aantal turbines	Geïnstalleerd vermogen* (MW)	Ashoogte	Rotordiameter	Referentieturbine
A	1	14	63	132 m	136 m	Lagerwey L136-4.5MW
	2	18	54	91,5 m	117 m	Nordex N117/3000
B	1	13	58,5	132 m	136 m	Lagerwey L136-4.5MW
	2	18	54	91,5 m	117 m	Nordex N117/3000
C	1	20	90	132 m	136 m	Lagerwey L136-4.5MW
	2	26	78	91,5 m	117 m	Nordex N117/3000

*op basis van de referentieturbines gehanteerd in dit MER

Voor een vergunningsaanvraag dient enkel te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit (zie paragraaf 2.1.1). Voor de onderbouwing van de afwijking van het bestemmingsplan wordt daarnaast ook aandacht besteed aan laagfrequent geluid en de cumulatie met andere geluidbronnen zoals de hoofdwegen, spoorlijnen en relevante industrieterreinen (zie paragraaf 2.1.2).

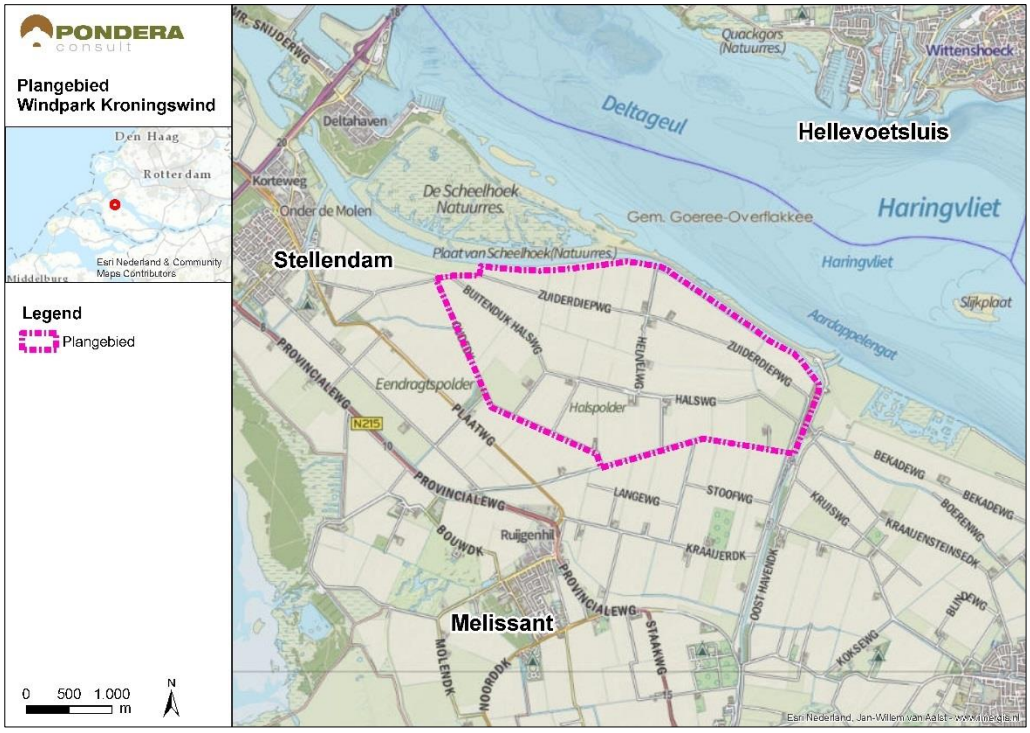
1.1 Beschrijving van de locatie

Windpark Kroningswind zal worden gerealiseerd op het eiland Goeree-Overflakkee, aan de noordzijde van het eiland ten noorden van het dorp Melissant en tussen de woonkernen Stellendam en Middelharnis, zie Figuur 1.1.

Dichtbijgelegen dorpen zijn zoals hierboven genoemd Stellendam (circa 1,6 km ten westen van het plangebied), Melissant (circa 1,2 km ten zuiden) en Middelharnis (circa 4 km ten zuidoosten). De nabije omgeving van de locatie bestaat voornamelijk uit polderlandschap met landbouwgebied met daarin veelal verspreide woningen. Aan de noordwestelijke zijde van het plangebied bevindt zich het natuurreservaat De Scheelhoek.

De dichtstbijgelegen bestaande windturbines liggen op 4 kilometer afstand. Gezien deze grote afstand worden deze windturbines niet opgenomen in deze rapportage in het kader van cumulatieve effecten.

Figuur 1.1 Locatie Windpark Kroningswind



1.2 Regelgeving

De inrichting valt onder paragraaf 3.2.3 van het Activiteitenbesluit[1]. Volgens artikel 1.11 derde lid moet bij de melding een rapport van een akoestisch onderzoek worden overlegd. Het akoestisch onderzoek wordt uitgevoerd overeenkomstig de ministeriele regeling[2].

[1] Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.
[2] Reken- en meetvoorschrift windturbines, Staatscourant nr 19592, 23 december 2010.

Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter vanaf de locatie van de turbine bevinden zich meerdere gevoelige bestemmingen, zodat ook een onderzoek naar slagschaduwhinder uitgevoerd is.

Hetzelfde normstelsel is van toepassing voor een aanvraag voor een omgevingsvergunning.

1.3 Gegevens turbines

1.3.1 Nordex N117/3000 – 3MW



De Nordex N117/3000 heeft een rotordiameter van 117 m met drie rotorbladen. Het nominale elektrische vermogen is 3.000 kW. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 8,0 en 14,1 tpm. De turbines worden hier geplaatst op conische stalen buismasten waardoor de rotoras circa 91,5 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 150 m hoog. De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De kleur van de rotorbladen en de mast is lichtgrijs. De rotorbladen zijn semi-mat.

1.3.2 Lagerwey L136-4.5MW – 4,5 MW



De Lagerwey L136-4.5 MW heeft een rotordiameter van 136 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 6,5 en 11,1 tpm. Het nominale generatorvermogen is 4.500 kW. De turbine wordt hier geplaatst op een conische stalen buismast waardoor de rotoras circa 130 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor is circa 198 m hoog.
De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 2 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de turbine gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 3,2 m, aan de tip zijn de bladen circa 0,9 m breed.

2 AKOESTISCH ONDERZOEK

2.1 Beoordeling

2.1.1 Normstelling

Volgens artikel 3.14a eerste lid van het Activiteitenbesluit wordt het geluidniveau vanwege een windturbine of een combinatie van windturbines dat optreedt op de gevels van gevoelige bestemmingen en geluidgevoelige terreinen getoetst aan de waarden L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB.

Bij de toepassing van artikel 3.14a, tweede lid van het Activiteitenbesluit, wordt geen rekening gehouden met een windturbine of een combinatie van windturbines die behoort tot een andere inrichting waarvoor onmiddellijk voorafgaand aan het tijdstip van inwerkingtreding van dat artikel een vergunning in werking en onherroepelijk was. Dit overgangsrecht (Activiteitenbesluit artikel 3.14a, vijfde lid) geldt voor windturbines met een vergunning van voor 1 januari 2011. Dit betekent dat geen rekening hoeft te worden gehouden met reeds bestaande windturbines vergund voor 2011.

2.1.2 Overige beoordeling

Cumulatie met andere windturbines

Voor toetsing aan de geluidnormen in het Activiteitenbesluit hoeft er enkel rekening te worden gehouden met de bestaande turbines met een vergunning van na 2011 zie paragraaf 2.1.1. Gezien de grote afstanden tot bestaande windturbines wordt is van enige cumulatie in het geheel geen sprake en wordt dit niet verder beoordeeld.

Cumulatie met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere bronnen is beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4). Hier is het verkeerslawaai significant. De methode berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen.

Laagfrequent geluid

Er is geen algemeen geaccepteerd normstelsel voorhanden waarmee laagfrequente geluidhinder kan worden geobjectiveerd. Laagfrequent geluid (LFG) is geluid in het voor mensen laagst hoorbare frequentiegebied, onder 200 Hz. Windturbines stralen, net als de meeste geluidbronnen, ook laagfrequent geluid uit.

Het RIVM heeft op verzoek van de GGD-en de invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden door windturbines onderzocht[3]. Hierin wordt gesteld dat windturbines weliswaar laagfrequent geluid produceren maar dat er geen bewijs bestaat dat dit een factor van belang is. Er is geen aparte beoordeling nodig bovenop de bescherming die de A-gewogen normstelling op basis van dosis-effectrelatie reeds biedt. De mate van bescherming en de

[3] Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, GGD Informatieblad medische milieukunde Update 2013; RIVM rapport 200000001/2013.

normering worden eveneens beschouwd in een literatuuronderzoek[4] naar laagfrequent geluid van windturbines van Agentschap NL. Ook hier zijn geen aanwijzingen dat het aandeel laagfrequent geluid een bijzondere dan wel belangrijke rol speelt.

Tenslotte is door de Staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu, mede namens de minister van Economische Zaken en de minister van Infrastructuur en Milieu over het onderwerp laagfrequent geluid van windturbines een brief aan de Tweede kamer gestuurd[5]. Deze brief baseert zich onder andere op bovengenoemd onderzoek van het RIVM waarin wordt gesteld dat:

- laagfrequent geluid bij windturbines in samenhang met hogere frequenties wordt gehoord en niet afzonderlijk hiervan;
- dit impliceert tevens dat de effecten van laagfrequent geluid op mensen niet anders zullen zijn dan effecten van geluid met hogere frequenties zoals hinder, slaapverstoring, moeheid, concentratieproblemen en dergelijke;
- voor beweringen dat laagfrequent geluid van windturbines allerlei klinische ziekten bij mensen kan veroorzaken is geen betrouwbare bewijsvoering aangetroffen, hetgeen in lijn is met de voorgaande inzichten;
- het feitelijke aandeel laagfrequent geluid in het brongeluid van een windturbine gering is. Daarom is ook het aandeel in de geluidbelasting op een woninggevel gering;
- bij het groter worden van turbines (tot 5 of 7,5 MW) zal dit aandeel met hooguit 1 à 2 dB toenemen. Het bij de Nederlandse norm voor windturbinegeluid voorgeschreven reken- en meetvoorschrift is goed in staat om hiermee rekening te houden zodat een correcte toetsing aan de norm mogelijk is;
- de Deense norm voor laagfrequent windturbinegeluid in het binnenmilieu van een woning geen extra bescherming biedt ten opzichte van de Nederlandse norm voor de gevelbelasting in geval van een standaard geïsoleerde woning.

Op grond van de brief van de Staatssecretaris kan worden gesteld dat toetsing aan de standaard Nederlandse geluidnormen (zoals in dit rapport gebeurt) tevens voldoende bescherming biedt tegen laagfrequent geluid. Het is dan ook niet noodzakelijk onderzoek uit te voeren naar laagfrequent geluid voor het windpark.

2.2 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma *Geomilieu*® versie V4.21. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, luchtfoto's, aangeleverde documentatie en telefonisch verkregen informatie. In het gebied zijn bodemgebieden aangeduid als akoestisch absorberend (*B*=0,9), met uitzondering van relevante

[4] Literatuuronderzoek laagfrequent geluid windturbines, LBP Sight in opdracht van Agentschap NL, projectnummer DENB 138006 september 2013.
[5] Brief d.d. 31 maart 2014, betreft laagfrequent geluid van windturbines, kenmerk IenM/bsk-2014/44564, staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu Wilma J. Mansveld.

wegen, wateroppervlakken en terreinen met een verhard oppervlak welke zijn aangeduid als akoestisch reflecterend (*B*=0).

Een windturbine is akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbronnen (dag, avond en nachtemissie) ter hoogte van de rotoras.

De geluidberekeningen worden uitgevoerd op een raster van rekenpunten op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld. Daarmee worden geluidcontouren bepaald, ofwel lijnen waar de geluidbelasting overal dezelfde waarde heeft. In het akoestische model zijn 29 referentietoetspunten gedefinieerd, met name ter plaatse van de gevoelige bestemmingen in het gebied rondom de locatie. De posities van de woningen zijn gebaseerd op het BAG bestand (Basisregistratie Adressen en Gebouwen). Voor de referentietoetspunten waar wordt getoetst aan de norm zijn de toetspunten gesitueerd op de gevel waar de geluidbelasting van windturbines (of andere geluidbronnen) het hoogst is. Voor woningen van initiatiefnemers is het BAG-adrespunt in de woning gebruikt, omdat deze woningen vaak van meerdere kanten worden belast.

De referentietoetspunten worden representatief geacht voor de situatie en zijn in Tabel 2.1 gegeven. Bij de bepaling van het aantal gehinderden zijn ook woningen op grotere afstand meegenomen, maar voor de leesbaarheid van dit rapport niet bijgevoegd.

Tabel 2.1 Toetspunten

Toetspunt	Omschrijving	Toetspunt	Omschrijving
1	Plaatweg 7	15	West Havendijk 59
2	Kraaijenissedijk 2	16	West Havendijk 47
3	Kraaijerdijk 23	17	Kraaijerdijk 31
4	Kraaijerdijk 25	18	Kraaijerdijk 2a
5	Kraaijerdijk 27	101	Tiendeweg 1 [1)]
6	Plaatweg 6	102	Halsweg 2 [1)]
7	Plaatweg 4	103	Zuiderdiepweg 1 [1)]
8	Plaatweg 2	104	Oosterweg 1 [1)]
9	Plaatweg 3	105	Zuiderdiepweg 2 [1)]
10	Plaatweg 1	106	Kraaijenissedijk 12 [1)]
11	Oost Havendijk 26	107	Heuvelweg 1 [1)]
12	Oost Havendijk 24	108	Oudedijk 1 [1)]
13	West Havendijk 63	109	Zuiderdiepweg 4 [1)]
14	West Havendijk 61a	110	Oosterweg 3 [1)]

1) Deze woning is betrokken bij de inrichting en hoeft derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken, aangezien deze informatie wel relevant is in de ruimtelijke afweging in het Bestemmingsplan.

De toetspunten hebben een beoordelingshoogte van +5 m boven het plaatselijke maaiveld en zijn weergegeven in bijlage 2. Op elk toetspunt is het jaargemiddelde geluidniveau berekend. Het rekenresultaat is conform de wettelijke norm het invallende geluidniveau (dat wil zeggen zonder reflectie van de achterliggende eigen gevel).

Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in bijlage 2 achter in deze rapportage.

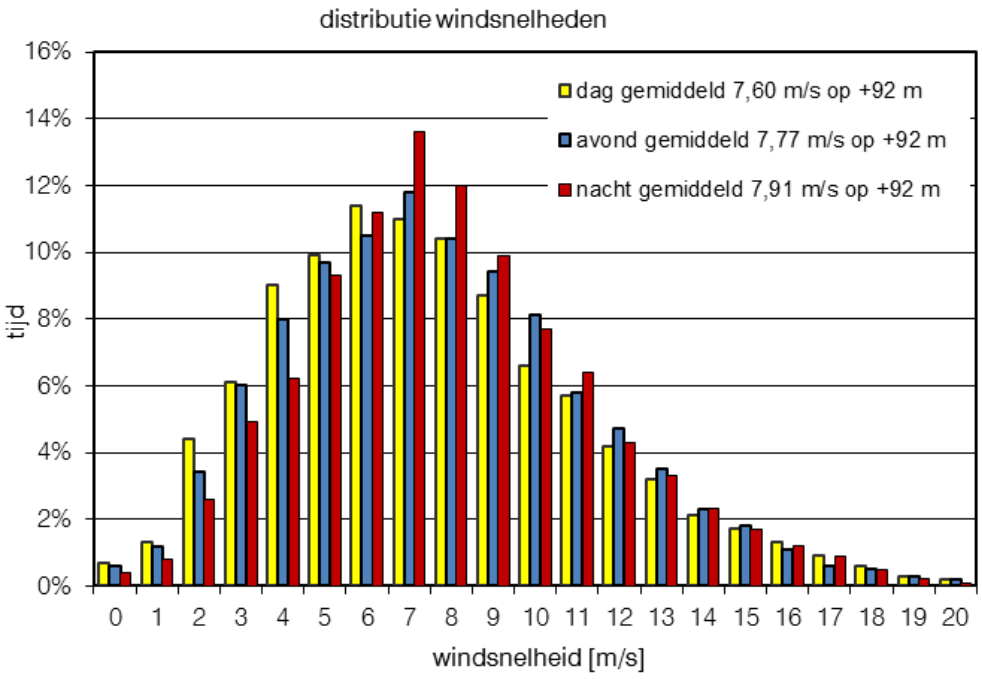
2.3 Windaanbod

De jaargemiddelde bronsterkte L_E van een windturbine is afhankelijk van de optredende windsnelheden op ashoogte. Door het KNMI zijn gegevens gepubliceerd over de distributie van voorkomende windsnelheden op 80 tot 120 m hoogte. Deze KNMI-gegevens zijn gebaseerd op langjarige windstatistiek. Deze distributies zijn gespecificeerd voor de dag-, de avond- en de nachtperiode. De data zijn gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op raster-punten over geheel Nederland[6].

Voor hoogtes onder de 80 m en boven de 120 m worden de waarden geëxtrapoleerd met een ruwheidslengte van de bodem van z_0=0,05. Deze ruwheidslengte is typerend voor het landschap van de planlocatie.

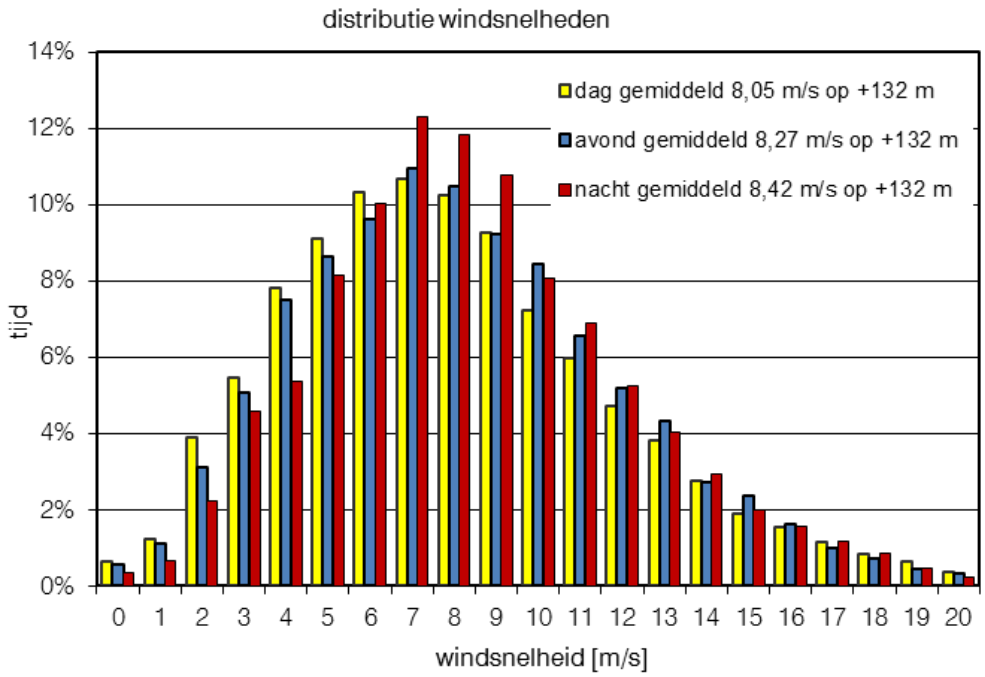
De verschillen tussen de dag, de avond en de nacht zijn beperkt. Onderstaande Figuur 2.1 en Figuur 2.2 geven de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden op +92 m en +132 m voor de dag, avond en nacht. Windsnelheden boven 20 m/s zijn hier niet weergegeven omdat de kans dat deze voorkomen erg laag is, echter de berekening houdt er wel rekening mee.

Figuur 2.1 Voorkomende windsnelheden op ashoogte +92 m.



[6] Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4, Reken- en meetvoorschrift windturbines, §3.4.3 bepaling windsnelheidsverdeling.

Figuur 2.2 Voorkomende windsnelheden op ashoogte +132 m.



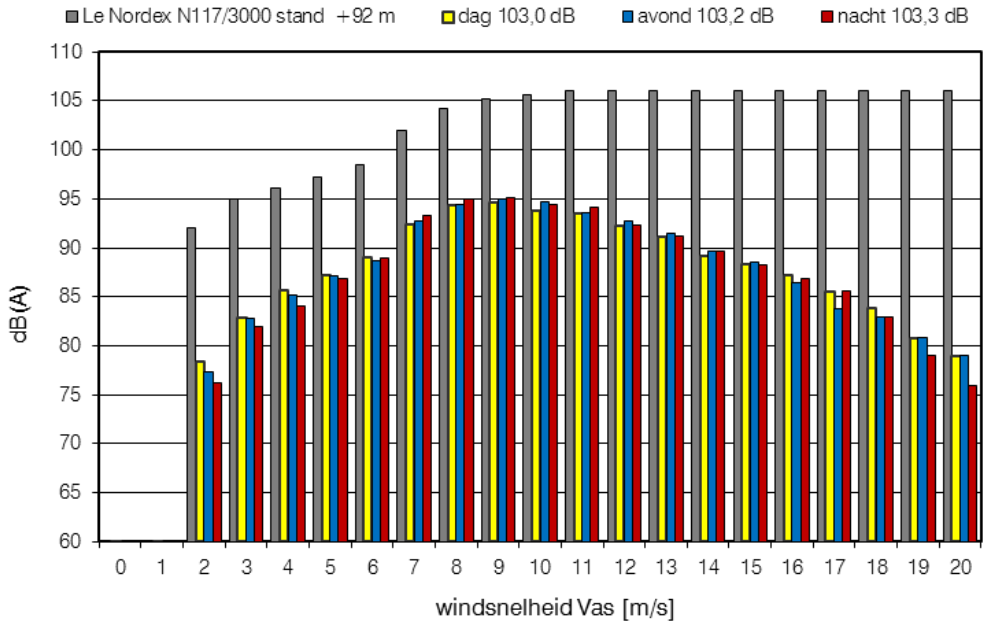
2.4 Geluidbron Nordex N117/3000 – 3 MW

Nordex heeft geluidgegevens van de Nordex N117/3000 turbine beschikbaar gesteld[7]. De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op ashoogte van 3 tot 20 m/s. Het gebruikte octaafspectrum is gegeven bij een windsnelheid van V_{10}=8 m/s en een ashoogte van 120 meter[8].

De gerapporteerde bronsterkten van de Nordex N117/3000 turbine zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een ashoogte van 92 m. Dit levert de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Figuur 2.3

[7] Extrapolated sound power level N117/3000 R120, Doc no SEE_NL14360_100_00 rev 00, Nordex 12-5-2014
[8] Technical Report third octave band levels N117/3000, Doc no: F008_244_A08_EN Rev 01, Nordex 11-3-2014

Figuur 2.3 Verdeling bronsterkten Nordex N117/3000, ashoogte 92 m.



Ter informatie: in de grafiek zijn ook de gecorrigeerde bronsterkten weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van V_{as}=5 tot 16 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot V_{as}=4 m/s en boven 17 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden $L_{w,j}$ variëren en bedragen voor een ashoogte van 92 meter 103,0, 103,2 en 103,3 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

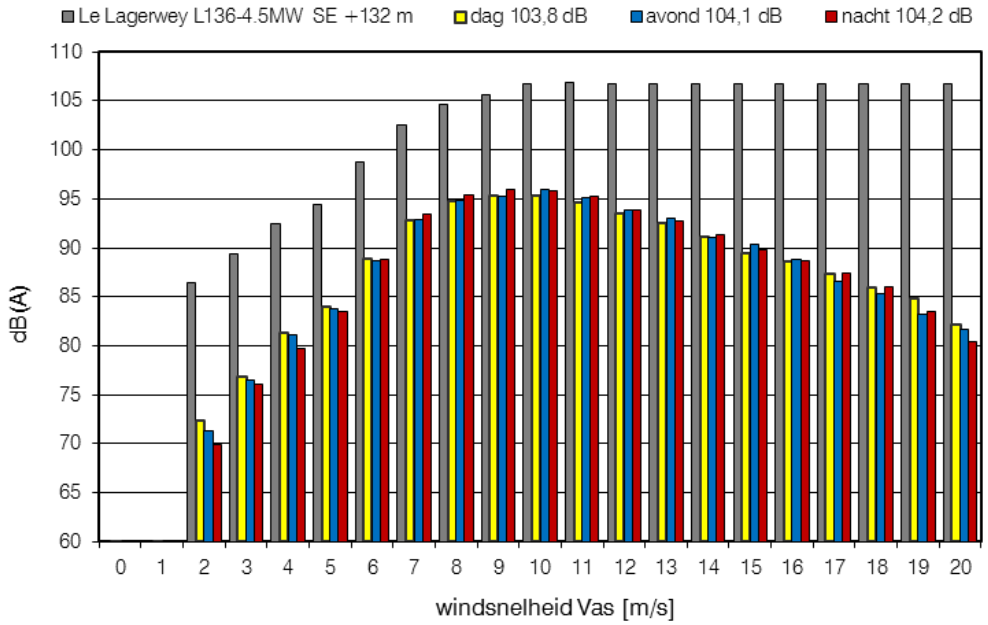
2.5 Geluidbron Lagerwey L136 – 4,5 MW

Lagerwey heeft geluidgegevens van de Lagerwey L136 4,5 MW turbine met 'serrated edges' beschikbaar gesteld[9]. De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op ashoogte van 2 tot en met 25 m/s.

De gerapporteerde bronsterkten van de Lagerwey L136 4,5 MW turbine zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op ashoogten van 132 m. Dit levert de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Figuur 2.4.

[9] Data curves, Lagerwey L136-4.5 MW, Lagerwey Wind doc nr SD202ENR1, 22-08-2016

Figuur 2.4 Verdeling bronsterkten Lagerwey L136 – 4,5 MW met SE, ashoogte 132 m.



Ter informatie: in de grafiek zijn ook de gecorrigeerde bronsterkten weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van V_{as}=6 tot 17 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot V_{as}=5 m/s en boven 18 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden $L_{W,j}$ variëren en bedragen voor een ashoogte van 132 meter 103,8, 104,1 en 104,2 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

2.6 Rekenresultaten

In Tabel 2.2 zijn per referentie(toets)punt de jaargemiddelde geluidniveaus L_{night} en L_{den} gegeven die optreden op +5 m hoogte. De L_{den} is het tijdgewogen gemiddelde van:

- Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag L_{day};
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond L_{even} vermeerderd met 5 dB;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht L_{night} vermeerderd met 10 dB.

Tabel 2.2 Jaargemiddeld geluidniveau WP Kroningswind[dB(A)]

Nr	Alt A1		Alt B1		Alt C1		Alt A2		Alt B2		Alt C2	
	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}
1	36	43	41	***48***	***43***	***50***	34	41	41	47	41	***48***
2	34	41	39	45	40	47	33	39	40	46	41	47
3	31	37	36	42	36	43	29	35	35	41	35	42
4	31	37	35	42	36	42	28	35	34	41	35	41
5	31	37	35	41	36	42	28	35	34	41	35	41

6	36	42	37	44	38	44	34	40	36	43	37	43
7	37	43	38	44	39	45	35	41	37	43	38	44
8	36	42	38	44	38	45	34	40	37	43	37	44
9	37	43	38	44	37	44	34	40	36	42	36	42
10	35	42	36	43	37	43	34	40	35	42	36	42
11	40	46	39	45	40	47	38	44	39	46	39	46
12	38	45	38	44	39	45	36	42	37	43	38	44
13	37	43	38	44	39	45	34	41	36	42	37	43
14	36	42	37	44	38	45	33	40	35	41	36	42
15	35	42	37	43	38	44	32	39	34	41	36	42
16	32	38	34	40	35	41	29	35	32	38	33	39
17	31	37	34	40	35	41	27	34	31	38	32	38
18	30	36	33	40	34	41	27	33	31	37	32	38
101 [1]	41	47	43	50	45	52	40	47	44	50	45	51
102 [1]	42	48	41	48	44	50	43	49	41	47	43	50
103 [1]	43	49	42	48	44	50	42	48	40	46	43	50
104 [1]	41	48	42	48	44	50	41	48	41	48	43	50
105 [1]	44	50	43	49	45	51	43	49	42	48	44	50
106 [1]	42	49	43	49	43	50	40	46	40	46	42	48
107 [1]	41	47	40	47	43	50	41	47	39	45	44	50
108 [1]	38	44	41	47	42	49	38	44	44	50	44	50
109 [1]	43	50	42	49	44	51	42	49	40	46	43	50
110 [1]	41	48	42	49	44	50	41	48	42	48	44	50

1) Deze woning is betrokken bij de inrichting en hoeft derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken.

De rekenresultaten zijn tevens gegeven in bijlage 3.

In bijlage 4 tot en met bijlage 15 zijn de berekende geluidscontouren op een waarneemhoogte van +5 m weergegeven voor L_{den}=47 dB alsmede voor L_{night}=41 dB.

2.7 Beoordeling geluid

Bij diverse woningen van derden (woningen welke bij de inriching worden betrokken niet meegerekend) wordt in de alternatieven niet voldaan aan de geluidnorm L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB. De ***vetgedrukte*** waarden in Tabel 2.2 laten de overschrijdingen zien. Om te voldoen aan de normstelling zijn mitigerende voorzieningen aan de orde. Van de varianten met grote windturbines, is bij alternatieven B1 en C1 sprake van normoverschrijding. Bij de kleinere windturbines is bij alternatief C2 sprake van normoverschrijding.

2.8 Voorzieningen geluid

De alternatieven zijn doorgerekend met turbines met een geluiduitstraling die gemiddeld is voor zijn klasse. Voor alternatieven A1, A2 en B2 zijn geen geluidmitigerende maatregelen nodig. Voor de alternatieven B1, C1 en C2 zijn wel maatregelen nodig.

Om te voldoen aan de normstelling kan ervoor worden gekozen om een andere windturbine met een lagere geluidemissie en of lagere ashoogte te nemen. Ook kan ervoor worden gekozen om voor specifieke perioden de instellingen van specifieke turbines te wijzigen. Met deze instellingen worden de bronsterkten van de turbines gereduceerd door bijvoorbeeld het toerental te verlagen en/of de bladhoek te verdraaien. Dit gaat enigszins ten koste van de productie.

In Tabel 2.3 t/m Tabel 2.5 zijn de instellingen voor geluidvoorzieningen voor alternatieven B1, C1 en C2 gepresenteerd waarmee op alle toetspunten (naast de referentie toetspunten eveneens voor alle andere toetspunten in het model en alle woningen van derden in de omgeving) wordt voldaan aan de norm L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB.

Tabel 2.3 Bedrijfsinstelling turbines alternatief B1

turbine*	Type	dag	avond	nacht
		07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
B1-9	L136-4.5MW	--	--	Mode -1dB

*: turbinenummering en –coördinaten zijn conform rekenmodel.
--: turbine in werking in standaard uitvoering.

Tabel 2.4 Bedrijfsinstelling turbines alternatief C1

turbine*	Type	dag	avond	nacht
		07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
C1-15	L136-4.5MW	--	--	Mode -5dB
C1-16	L136-4.5MW	--	--	Mode -5dB

*: turbinenummering en –coördinaten zijn conform rekenmodel.
--: turbine in werking in standaard uitvoering.

Tabel 2.5 Bedrijfsinstelling turbines alternatief C2

turbine*	Type	dag	avond	nacht
		07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
C2-12	N117/3000	--	--	Mode 3

*: turbinenummering en –coördinaten zijn conform rekenmodel.
--: turbine in werking in standaard uitvoering.

In Tabel 2.6 zijn per toetspunt de jaargemiddelde geluidniveaus met voorzieningen voor de alternatieven gegeven. In bijlage 2 en bijlage 3 zijn respectievelijk de akoestische gegevens en de rekenresultaten gegeven. In bijlage 24 tot en met bijlage 29 zijn voor de alternatieven met voorzieningen de berekende geluidcontouren voor L_{night} en L_{den} gegeven. Aangezien de contouren gebaseerd zijn op rasterberekeningen en de isolijnen een beeld geven van de ligging er van in de omgeving, kan het zijn als of een toetspunt zich binnen een contour bevindt. Echter alleen de berekeningen ter plaatse van de gevel van toetspunten zijn nauwkeurig genoeg en zijn leidend voor toetsing aan de normstelling. De berekening ter plaatse geven, na toepassen van de geluidvoorzieningen, geen overschrijding van de norm.

Tabel 2.6 Rekenresultaten alternatieven met geluidvoorzieningen.

Nr	Adres	Alternatief B1		Alternatief C1		Alternatief C2	
		L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}	L_{NIGHT}	L_{DEN}
1	Plaatweg 7	41	47	40	47	41	47
2	Kraaijenissedijk 2	39	45	40	46	40	47
3	Kraaijerdijk 23	36	45	36	43	35	42
4	Kraaijerdijk 25	35	42	36	42	35	41
5	Kraaijerdijk 27	35	41	36	42	34	41
6	Plaatweg 6	37	43	37	43	37	43
7	Plaatweg 4	38	43	37	44	38	44
8	Plaatweg 2	38	44	37	43	37	44
9	Plaatweg 3	38	44	37	43	36	42
10	Plaatweg 1	36	44	35	42	36	42
11	Oost Havendijk 26	39	44	40	47	39	46
12	Oost Havendijk 24	38	43	39	45	38	44
13	West Havendijk 63	38	44	39	45	37	43
14	West Havendijk 61a	37	44	38	45	36	42
15	West Havendijk 59	37	42	38	44	36	42
16	West Havendijk 47	34	43	35	41	33	39
17	Kraaijerdijk 31	34	43	35	41	32	38
18	Kraaijerdijk 2a	33	45	34	40	32	38
101	Tiendeweg 1 [1)]	43	45	44	50	44	51
102	Halsweg 2 [1)]	41	44	43	50	43	50
103	Zuiderdiepweg 1 [1)]	42	44	44	50	43	50
104	Oosterweg 1 [1)]	42	44	44	50	43	50
105	Zuiderdiepweg 2 [1)]	43	43	45	51	44	50
106	Kraaijenissedijk 12 [1)]	43	40	43	50	42	48
107	Heuvelweg 1 [1)]	40	40	43	50	44	50
108	Oudedijk 1 [1)]	41	50	42	48	44	50
109	Zuiderdiepweg 4 [1)]	42	50	44	51	43	50
110	Oosterweg 3 [1)]	42	48	44	50	44	50

1) Deze woning is betrokken bij de inrichting en dient derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken.

2.9 Aantal gehinderden

Naast de in paragraaf 2.6 uitgevoerde akoestische berekeningen ten aanzien van geluidhinder voor de woningen in de directe omgeving van het windpark, worden tevens de effecten buiten de wettelijke norm (en in een groter gebied) in kaart gebracht. Hiervoor worden het aantal woningen binnen geluidcontouren met een lagere waarde in kaart gebracht, zie Tabel 2.7. De (bedrijfs)woningen van initiatiefnemers zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. Uit onderzoek door TNO blijkt dat mensen aanmerkelijk minder hinder door het geluid van turbine(s) ondervindt als men economisch meeprofiteert van de turbine(s)[10].

Tabel 2.7 Aantal woningen als functie van de geluidbelasting (na eventuele geluidmitigatie)

Criterium	Alt A1	Alt B1	Alt C1	Alt A2	Alt B2	Alt C2
Aantal woningen met geluidbelasting L_{DEN} > 47 dB	0	0	0	0	0	0
Aantal woningen met geluidbelasting 42 < L_{DEN} <= 47 dB	6	12	12	1	7	8
Aantal woningen met geluidbelasting 37 < L_{DEN} <= 42 dB	12	22	37	11	17	20

Op basis van de dosis-hinderrelatie uit het TNO rapport “Hinder door geluid van windturbines”, d.d. oktober 2008, kenmerk 2008-D-R1051/B” kan bepaald worden hoeveel mensen gemiddeld gezien gehinderd worden door het geluid van de windturbine (zie ook Tabel 2.8).

Per woning waarvan de geluidbelasting hoger is dan 37 dB L_{DEN} wordt bij verschillende geluidniveaus het percentage gehinderden bepaald op basis van de dosis-hinderrelatie uit het TNO rapport. Vervolgens wordt het gevonden percentage vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal van 2,2 personen per huishouden[11] om zo het aantal gehinderde personen voor de woning te bepalen. Tenslotte worden al deze aantallen gehinderde personen per woning opgeteld. Het resultaat staat weergegeven in onderstaande tabel. De geluidbelasting van hoger dan 37 dB L_{DEN} is gekozen omdat daaronder de bijdrage van het windpark aan het aantal gehinderden niet meer significant is.

Tabel 2.8 Aantal gehinderden (geluidmitigatie van toepassing indien nodig)

Criteria	Alt A1	Alt B1	Alt C1	Alt A2	Alt B2	Alt C2
Aantal gehinderden	12	22	28	6	14	17
Aantal ernstig gehinderden	3	6	9	1	4	5

* Schatting, gebaseerd op aanname van 2,2 personen per huishouden en de dosis-hinderrelatie uit TNO rapport “Hinder door geluid van windturbines”, d.d. oktober 2008, kenmerk 2008-D-R1051/B.

[10] TNO rapport 2008-D-R1051/B, Hinder door geluid van windturbines.
[11] http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl2114-Huishoudens.html?i=15-12, 9 juni 2015

2.10 Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere bronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4).

Voor de cumulatieve geluidbelasting zijn geen wettelijke normen van kracht, zij wordt gebruikt ter indicatie van het heersende en gewijzigde leefklimaat.

De cumulatieve rekenmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen. Ten behoeve van deze rekenmethode moet de geluidbelasting L bekend zijn van ieder van de bronnen, berekend volgens het voorschrift dat voor die bronsoort geldt. Hieruit ontstaat een voor die bronsoort vervangende geluidbelasting L^* die als resultante overeenkomt met de geluidbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt.

- Windturbine $L^*_{WT} = 1{,}65 * L_{WT} - 20{,}05$ dB
- Wegverkeer $L^*_{VL} = 1{,}00 * L_{VL} + 0{,}00$ dB $= L_{VL}$
- Railverkeer $L^*_{RL} = 0{,}95 * L_{RL} - 1{,}40$ dB
- Industrie $L^*_{IL} = 1{,}00 * L_{IL} + 1{,}00$ dB
- Scheepvaart $L^*_{SL} = ((L_{SL} + 0{,}95 * L_{SL} - 1{,}40) / 2)$ dB

De cumulatieve geluidbelasting wordt bepaald door de afzonderlijke waarden L^* bij elkaar op te tellen (zogenoemde energetische sommatie). De geluidbelasting (grootheid L) wordt uitgedrukt in L_{den}, met uitzondering van industrielawaai waarvoor de etmaalwaarde geldt.

Wegverkeer
Voor het wegverkeerslawaai is met Geomilieu v4.21 (module RMW-2012) de geluidbelasting bepaald op de referentietoetspunten. Voor de verkeersintensiteiten en verdelingen is gebruik gemaakt van het rapport “Wegverkeerslawaai in 2008” van DGMR[12] en van het akoestisch rapport bijgevoegd bij het bestemmingsplan “Omlegging N215”[13]. Voor de provinciale weg N215 is een jaarlijkse autonome groei van 1% in verkeersintensiteit aangenomen (van 2024 naar 2027). Voor de overige kleine wegen is een jaarlijkse autonome groei van 0,2% aangenomen (van 2008 naar 2027).

De invoergegevens zijn gegeven in bijlage 2. De resultaten zijn in bijlage 3 weergegeven.

Railverkeer
In en rond het plangebied bevindt zich geen spoor. Dit type lawaai kan dus worden verwaarloosd.

Industrie
Ten noordwesten van het plangebied liggen de havens van Stellendam. De afstand tussen de geluidzone van het industrieterrein (50 dB(A)) en het dichtstbijgelegen referentietoetspunt is

[12] Geluidskaarten Goeree-Overflakkee, Rapport V.2008.0829.00.R001, versie 002 def, 24 december 2009
[13] NL.IMRO.1924.DLDN215-BP30, 06-02-2014

ruim 1,5 km. Vanwege deze grote afstand is het industriegeluid ten gevolge van de havens van Stellendam buiten beschouwing gelaten.

Scheepvaartverkeer
Aan de noordzijde van het plangebied ligt het Haringvliet. De afstand van de vaarwegen tot de dichtstbijgelegen woningen van derden is meer dan 1 kilometer en tot woningen van initiatiefnemers ten minste 600 meter. Deze afstanden zijn dusdanig groot dat het scheepvaartverkeerlawaai kan worden verwaarloosd.

Cumulatie
In Tabel 2.9 zijn per toetspunt de geluidbelastingen gegeven van het wegverkeer (VL) en de berekende jaargemiddelde geluidniveaus L_{CUM} met het toekomstige windpark. Hierbij is voor woningen waar op meerdere gevels is gerekend het resultaat gegeven van de gevel waar de geluidbelasting (van het windpark,verkeerslawaai of cumulatief) het grootst is. De geluidbelasting ten gevolge van windturbines is gecorrigeerd met de eerdergenoemde formules en daarna energetisch gesommeerd met de referentiesituatie.

Tabel 2.9 Resultaten cumulatieve geluidbelasting na geluidbeperkende voorzieningen

Toets-punt	Adres	Referentiesituatie L_{VL}= L_{CUM}[dB(A)]	Met WP Kroningswind					
			A1	B1	C1	A2	B2	C2
1	Plaatweg 7	53	55	59	59	54	59	59
2	Kraaijenissedijk 2	47	50	57	58	49	57	58
3	Kraaijerdijk 23	45	46	51	50	46	50	50
4	Kraaijerdijk 25	46	47	51	50	46	50	50
5	Kraaijerdijk 27	43	45	50	49	44	48	49
6	Plaatweg 6	60	60	61	61	60	61	61
7	Plaatweg 4	59	60	60	60	60	60	60
8	Plaatweg 2	57	58	58	58	58	58	58
9	Plaatweg 3	50	54	54	53	52	53	53
10	Plaatweg 1	51	53	53	53	52	53	53
11	Oost Havendijk 26	31	57	57	55	53	55	55
12	Oost Havendijk 24	34	54	55	53	49	51	53
13	West Havendijk 63	49	53	55	53	51	52	53
14	West Havendijk 61a	48	52	55	52	50	51	52
15	West Havendijk 59	53	55	56	55	54	54	55
16	West Havendijk 47	41	45	49	46	42	45	46
17	Kraaijerdijk 31	37	42	48	44	39	43	44
18	Kraaijerdijk 2a	39	42	47	44	40	44	44
101	Tiendeweg 1 [1)]	35	58	63	64	57	63	64
102	Halsweg 2 [1)]	33	60	62	62	61	58	62
103	Zuiderdiepweg 1 [1)]	41	61	63	62	59	56	62
104	Oosterweg 1 [1)]	30	59	62	62	59	58	62
105	Zuiderdiepweg 2 [1)]	42	63	65	63	62	60	63

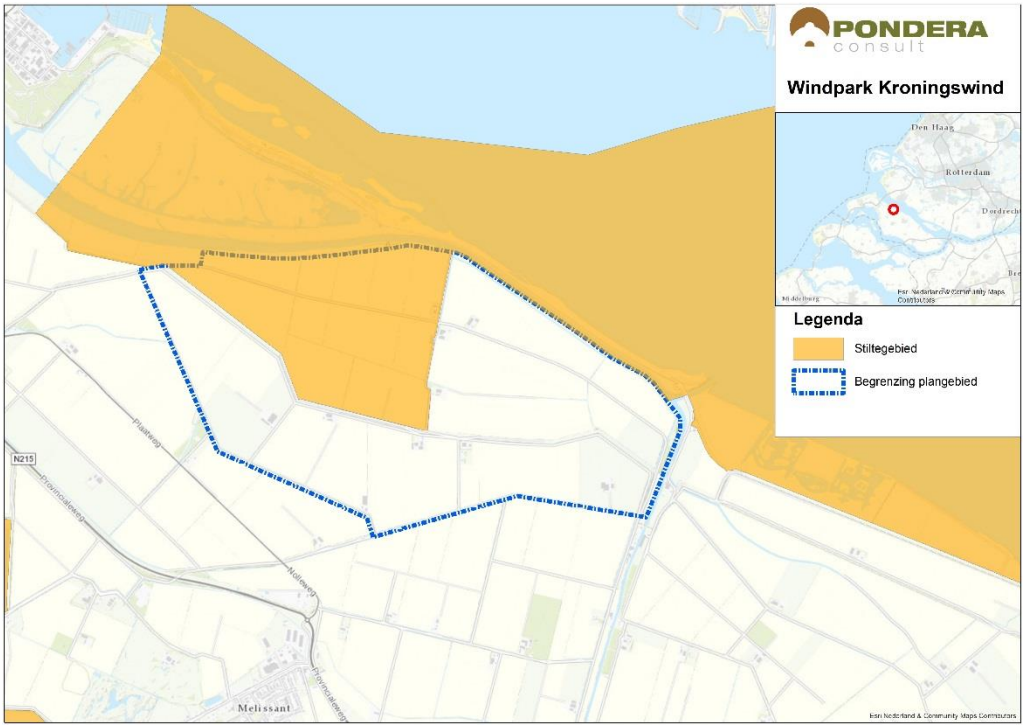
106	Kraaijenissedijk 12 [1)]	34	60	62	60	57	57	60
107	Heuvelweg 1 [1)]	29	58	62	63	58	55	63
108	Oudedijk 1 [1)]	45	54	60	63	53	63	63
109	Zuiderdiepweg 4 [1)]	44	62	64	62	60	56	62
110	Oosterweg 3 [1)]	31	59	63	62	59	60	62

1) Deze woning is betrokken bij de inrichting en dient derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken.

2.11 Stiltegebied

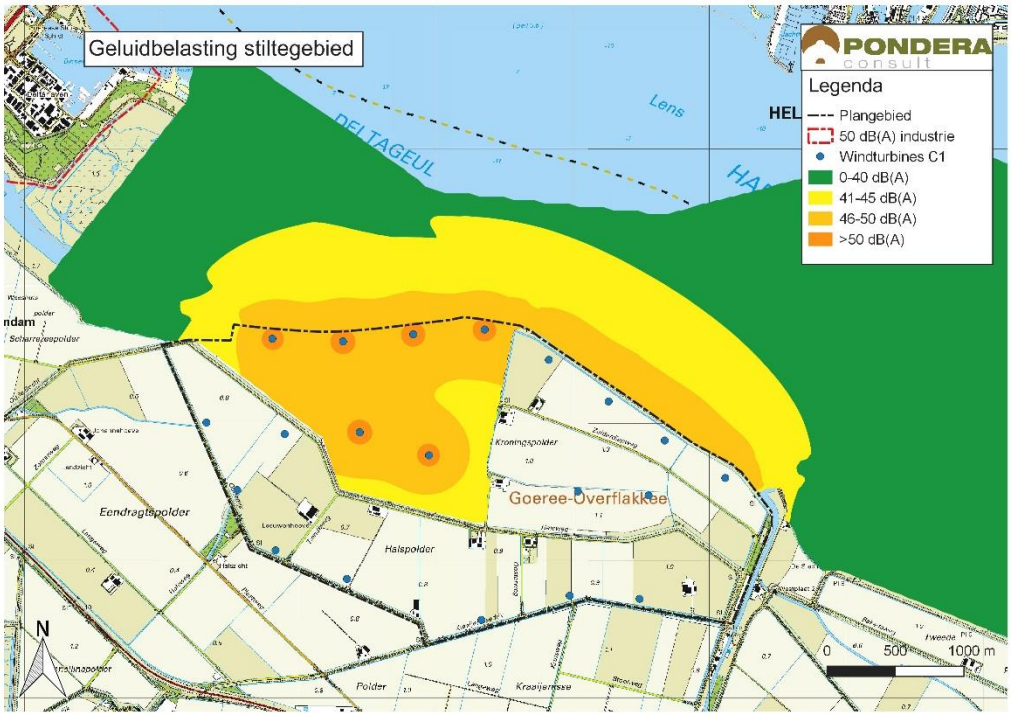
Op dit moment bestrijkt een deel van het stiltegebied Haringvliet-Overflakkee het plangebied. Het stiltegebied en het plangebied zijn weergegeven in Figuur 2.5. In Nederlandse stiltegebieden geldt een streefwaarde van 40 dB(A). Deze streefwaarde is een ongewogen gemiddelde (in tegenstelling tot de berekende geluidbelasting op de gevels van woningen).

Figuur 2.5 Stiltegebied Haringvliet-Overflakkee nabij het plangebied

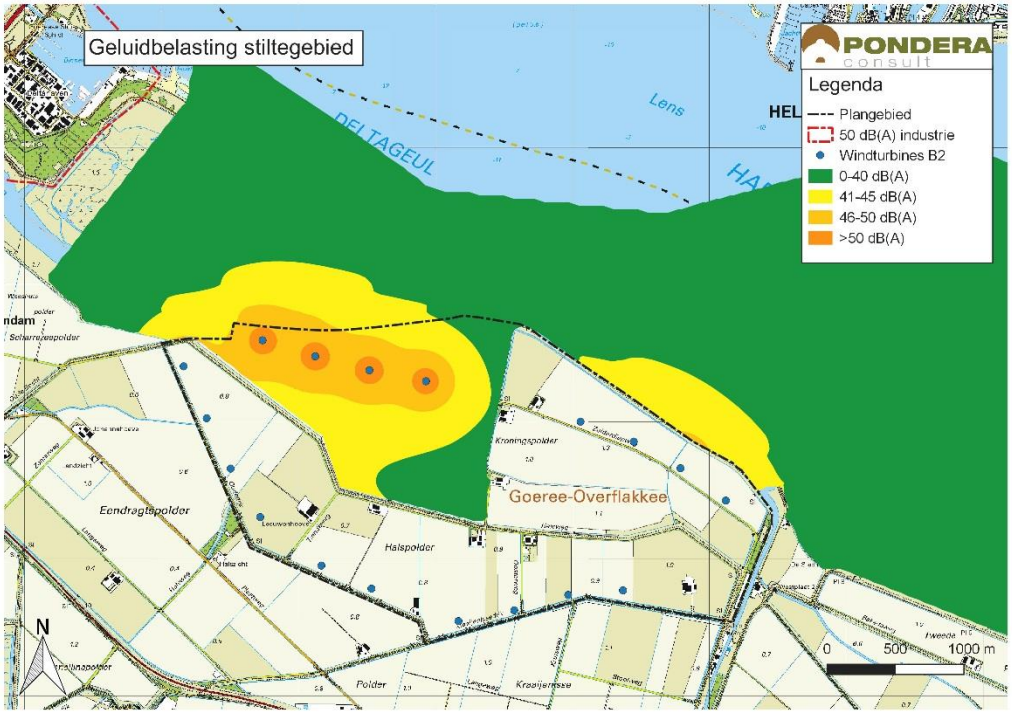


Door de plaatsing van de windturbines zal in het stiltegebied de geluidbelasting hoger zijn dan de geldende streefwaarde van 40 dB(A). Om een indicatie te geven van de verwachten geluidbelasting binnen het stiltegebied, zijn de geluidcontouren berekend binnen het stiltegebied van de zes alternatieven (met eventuele geluidmitigatie). Voor deze contouren geldt dat het de L_{night}-contouren zijn, omdat dit ongewogen jaargemiddelden betreft. In Figuur 2.6 en Figuur 2.7 zijn de geluidcontouren L_{night} op een waarneemhoogte +5m weergegeven voor alternatieven C1 (grote impact) en B2 (lage impact). Zowel deze contouren als de contouren van de andere beschreven varianten zijn weergegeven in bijlage 36 tot en met bijlage 41.

Figuur 2.6 L_{night}-contouren alternatief C1 binnen stiltegebied



Figuur 2.7 L_{night}-contouren alternatief B2 binnen stiltegebied



De geluidbelasting (jaargemiddeld, L_{night}) ten gevolge van de windturbines zal binnen, maar ook daarbuiten, het plangebied de streefwaarde van 40 dB(A) overschrijden. Wanneer de

aanwijzing tot stiltegebied binnen het plangebied wordt verwijderd, dan zal er in alternatief C1 (alternatief met relatief veel en hoge windturbines) tot circa 700 meter vanaf de rand van het plangebied een jaargemiddelde geluidbelasting zijn van meer dan 40 dB(A). Tot circa 300 meter is de geluidbelasting boven de 45 dB(A).

In alternatief B2 (een alternatief met relatief lagere en een kleiner aantal windturbines, die zuiderlijker gesitueerd zijn), zal er op enkele stukken langs het plangebied tot circa 500 meter vanaf de rand een jaargemiddelde geluidbelasting zijn van meer dan 40 dB(A). Een (jaargemiddelde) geluidbelasting van meer dan 45 dB(A) is op een klein deel van het beoogde stiltegebied verwacht.

3 ONDERZOEK SLAGSCHADUW

3.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De maximale flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties onder 2,5 Hz niet schadelijk zijn (veroorzaken niet potentieel epileptische aanvallen bij daarvoor gevoelige personen). Flikkerfrequenties tussen 2,5 Hz en 14 Hz kunnen als erg storend worden ervaren. Deze frequenties worden in de praktijk door gangbare windturbines niet bereikt. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

In artikel 3.14 onder 4. van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling[14] is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden[15]. In het kader van dit onderzoek wordt dit artikel als volgt geïnterpreteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken;
- De eventuele schaduw van turbines op een grotere afstand dan twaalf maal de rotordiameter wordt verwaarloosd;
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing;
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduwdagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen;
- Er is geen stilstandsvoorziening op een turbine nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan 6 uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het volgens het Activiteitenbesluit omdat volgens deze op 17 dagen per jaar de hinderduur van zonsopgang tot zonsondergang meer dan 20 minuten mag bedragen en op alle overige dagen in het jaar de hinderduur door slagschaduw minder dan 20 minuten mag bedragen. Opgeteld kan de norm uit het Activiteitenbesluit dus een langere slagschaduwduur opleveren dan 6 uur per jaar.

3.2 Schaduwgebied

Bij de opkomst en de ondergang van de zon kan de schaduw van een turbine aan de westkant en aan de oostkant ver reiken. Op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het

[14] Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).
[15] Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

schaduwgebied begrensd omdat de zon in het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

3.3 Potentiële schaduw

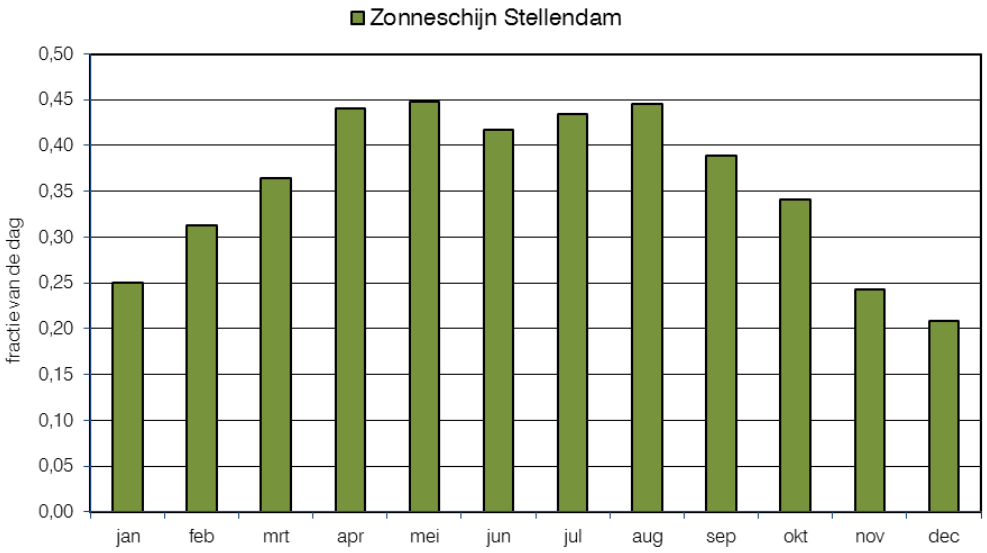
Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële schaduwduur is een theoretisch maximum. Hieruit is de verwachte hinderduur berekend door het toepassen van correcties. Als gevolg van deze correcties is de verwachte hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële schaduwduur.

De potentiële schaduwduur is nauwkeurig te berekenen, afhankelijk van de nauwkeurigheid van de invoer van de geometrie (positie en afmeting van de turbine en positie van de woningen) en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald. De correcties om te komen tot de verwachte hinderduur zijn echter een voorspelling op basis van de geschiedenis. De meteogegevens zijn bepaald op basis van gemiddelde gemeten data over twintig jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden hier niet in belangrijke mate van af zullen wijken.

3.3.1 Zonneschijn

Schaduw is er alleen als de zon schijnt. Deze correctie is gebaseerd op het percentage van de daglengte dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in de betreffende maand. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van de nabijgelegen meteostations Rotterdam en Vlissingen, die voor repectievelijk 2/3 en 1/3 zijn meegeteld.

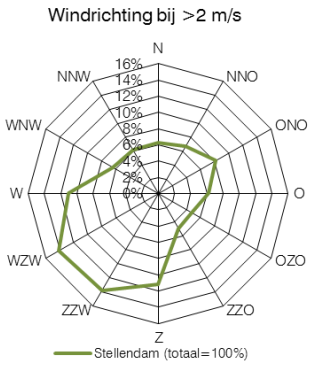
Figuur 3.1 Percentage zonneschijn Stellendam.



3.3.2 Oriëntatie

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwrichting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwrichting treedt er geen of nauwelijks lichtflikkering op. Afhankelijk van de richting waar de windturbine staat ten opzichte van woning ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van meteostations waarbij alleen de windsnelheden boven 2 m/s (op 10 meter hoogte, overeenkomend met circa 3 m/s op ashoogte) zijn betrokken.

Figuur 3.2 Distributie windrichtingen bij windsnelheid > 2 m/s



3.4 Rekenresultaten

Bij de beoordeling van slagschaduw is geen rekening gehouden obstakels in de omgeving die zich kunnen bevinden tussen de windturbines en de toetsobjecten. In de praktijk kunnen er zich daarnaast nog locatie specifieke beplanting en gebouwen bevinden die de slagschaduw beperken. Een dergelijk detailniveau is hier niet meegenomen. De hoeveelheid slagschaduw is daarmee ‘worst case’ bepaald.

Bij de beoordeling van slagschaduwhinder wordt uitgegaan van de worst-case aanname dat de gehele gevel van een woning boven een hoogte van 50 cm uit raam bestaat. Daarbij is aangenomen dat de gevelhoogte bij woningen 5 m bedraagt en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden.

Voor de weergave van contouren op kaart wordt door het rekenprogramma automatisch uitgegaan van een rekenraster waarop per rasterpunt de schaduwduur wordt berekend op een oppervlak van 1 m^2. Daardoor kan het voorkomen dat een woning welke op of net buiten de 6 uurscontour is gelegen meer dan de 6 uur aan slagschaduw ondervindt. Immers, voor de berekeningen op de toetspunten wordt uitgegaan van een veel groter beschenen verticaal oppervlak van 8,0 x 4,5 meter. De ervaring leert dat de contouren van 5 uur per m^2 een goede weergave zijn van 6 uur per gevel/woning. Er wordt tevens gekeken naar de 15-uurscontour (wederom per m^2, komt overeen met 16 uur per jaar per gevel) om informatie te geven over de optredende slagschaduwduren binnen de zes uurscontour voor zowel toetspunten als op locaties waar geen toetspunt aanwezig is.

De kaart is dus nadrukkelijk niet geschikt voor het toetsen aan normen, maar voor de woningen die buiten de 5-uur (per m^2) contour liggen kan met zekerheid gesteld dat aan de normen uit het Activiteitenbesluit wordt voldaan. Voor woningen die binnen deze contour liggen kan met een toetspuntberekening worden aangetoond of de hinder voldoet aan de norm.

Voor alle alternatieven en turbinevarianten zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend. In bijlage 47 tot en met bijlage 52 zijn met een groene, rode en grijze isolijn

aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 6 of 16 uur bedraagt per gevel.

3.5 Hinderduur bij woningen

De rekenresultaten van de berekeningen op de referentietoetspunten zijn weergegeven in Tabel 3.1. Hierin is voor elk rekenpunt de verwachte hinderduur per jaar gegeven (tijden in uren en minuten; uu:mm).

Tabel 3.1 Slagschaduw WP Kroningswind, varianten met grote windturbines, duur in u:mm per jaar

Nr	Adres	Variant A1	Variant B1	Variant C1
1	Plaatweg 7	1:01	4:30	***41:10***
2	Kraaijenissedijk 2	--	***10:45***	***9:57***
3	Kraaijerdijk 23	--	--	--
4	Kraaijerdijk 25	--	--	--
5	Kraaijerdijk 27	--	--	--
6	Plaatweg 6	***6:17***	***8:45***	***22:30***
7	Plaatweg 4	5:24	***7:47***	***21:00***
8	Plaatweg 2	5:12	***7:18***	***18:19***
9	Plaatweg 3	***9:20***	***17:55***	***10:08***
10	Plaatweg 1	***11:52***	***17:06***	***8:51***
11	Oost Havendijk 26	4:29	***18:02***	***7:37***
12	Oost Havendijk 24	***16:14***	5:16	***8:19***
13	West Havendijk 63	***6:04***	***18:57***	***20:54***
14	West Havendijk 61a	--	4:24	***7:09***
15	West Havendijk 59	--	***6:22***	***6:37***
16	West Havendijk 47	--	--	--
17	Kraaijerdijk 31	--	--	--
18	Kraaijerdijk 2a	--	--	--
101	Tiendeweg 1 [1)]	6:02	62:03	79:30
102	Halsweg 2 [1)]	20:02	33:27	36:43
103	Zuiderdiepweg 1 [1)]	22:51	41:43	38:44
104	Oosterweg 1 [1)]	28:54	31:34	40:59
105	Zuiderdiepweg 2 [1)]	40:41	45:52	53:27
106	Kraaijenissedijk 12 [1)]	16:40	54:50	45:38
107	Heuvelweg 1 [1)]	21:00	11:48	45:06
108	Oudedijk 1 [1)]	2:22	39:03	38:18
109	Zuiderdiepweg 4 [1)]	13:10	46:18	33:22
110	Oosterweg 3 [1)]	34:08	37:43	48:34

1): Deze woning is betrokken bij de inrichting en dient derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken.

--: geen slagschaduw van toepassing

Tabel 3.2 Slagschaduw WP Kroningswind, varianten met kleine windturbines, duur in u:mm per jaar

Nr	Adres	Variant A2	Variant B2	Variant C2
1	Plaatweg 7	--	4:18	4:31
2	Kraaijenissedijk 2	--	***11:01***	***10:35***
3	Kraaijerdijk 23	--	--	--
4	Kraaijerdijk 25	--	--	--
5	Kraaijerdijk 27	--	--	--
6	Plaatweg 6	4:29	***12:44***	***13:35***
7	Plaatweg 4	5:55	***8:53***	***9:38***
8	Plaatweg 2	5:50	***7:48***	***8:31***
9	Plaatweg 3	1:37	***6:55***	***6:24***
10	Plaatweg 1	2:26	***9:18***	***8:33***
11	Oost Havendijk 26	1:26	***27:48***	5:14
12	Oost Havendijk 24	4:29	1:35	1:59
13	West Havendijk 63	3:03	***6:46***	***8:58***
14	West Havendijk 61a	--	5:46	***6:26***
15	West Havendijk 59	--	2:01	3:26
16	West Havendijk 47	--	--	--
17	Kraaijerdijk 31	--	--	--
18	Kraaijerdijk 2a	--	--	--
101	Tiendeweg 1 [1)]	5:29	63:51	65:57
102	Halsweg 2 [1)]	29:15	22:30	26:38
103	Zuiderdiepweg 1 [1)]	22:54	22:44	50:15
104	Oosterweg 1 [1)]	31:51	23:46	34:10
105	Zuiderdiepweg 2 [1)]	13:05	28:27	24:02
106	Kraaijenissedijk 12 [1)]	7:42	16:24	21:58
107	Heuvelweg 1 [1)]	26:43	6:01	45:16
108	Oudedijk 1 [1)]	0:34	54:00	56:48
109	Zuiderdiepweg 4 [1)]	15:06	22:34	50:11
110	Oosterweg 3 [1)]	33:33	34:34	35:41

Bij de woningen van derden waarvan de verwachte hinderduur ***vetgedrukt*** is, treedt jaarlijks meer dan de voorgestelde 6 uur slagschaduwhinder op. Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting, gebouwen en kunstwerken in de omgeving die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder worden beperkt. De vetgedrukte tijd in de tabel wordt weggenomen door een stilstandsregeling tot het niveau waarop wordt voldaan aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit (zie paragraaf 3.6).

Naast de hierboven getoonde toetspunten, is ook een inschatting gemaakt van het aantal woningen van derden binnen de slagschaduwcontouren. Voor deze inschatting zijn gevoelige objecten uit het BAG-bestand gehaald en is er gekeken hoeveel objecten er binnen de contouren liggen. Deze resultaten zijn hieronder weergegeven in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Aantal woningen binnen contouren

Criterium	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Aantal woningen tussen 0 en 6 uur-contouren	14	6	13	5	4	5
Aantal woningen tussen 6 en 16 uur-contouren	6	2	6	7	7	8
Aantal woningen binnen 16 uur-contour	0	0	4	1	5	0

Binnen een afstand van 365 m vanaf de turbine (op basis van een maximale bladbreedte van 3,5 meter) kan de zon volledig bedekt worden door een rotorblad. De rotor moet dan haaks staan op de richting van de zon. De schaduw is dan maximaal en wordt als meer hinderlijk ervaren. Op grotere afstanden is de schaduw nooit volledig.

De frequenties van de lichtflikkeringen liggen ruimschoots onder de 2,5 Hz dat als erg storend wordt ervaren en schadelijk kan zijn.

3.6 Maatregelen

De windturbines zullen worden uitgerust met een stilstandsvoorziening om te voldoen aan de wettelijke norm, zowel op de referentiewoningen als op andere woningen waarop de norm wordt overschreden. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden geprogrammeerd waarop de rotor wordt gestopt indien de zon schijnt en de turbine draait omdat er op die momenten slagschaduw valt op woningen waar de betreffende turbine bijdraagt aan een overschrijding van de norm. Een dergelijke voorziening leidt tot enig productieverlies. De totale stilstandsduur kan met een zonneschijnsensor beperkt worden door de turbine alleen te stoppen op geprogrammeerde tijden indien ook tegelijkertijd de zon schijnt. Wanneer de zon niet schijnt zal er ook geen sprake zijn van slagschaduw en kan de turbine door blijven draaien. Wanneer de definitieve keuze van het turbinetype bekend is zal er een stilstandskalender worden bepaald waarmee de stilstandsvoorziening van de turbines kan worden geprogrammeerd.

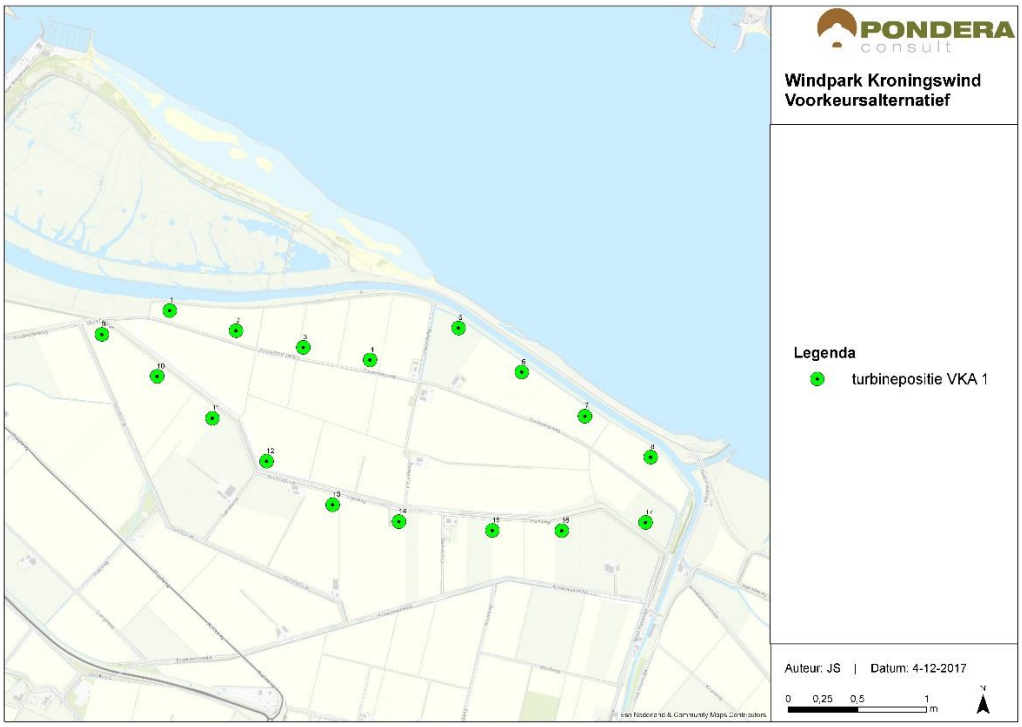
4 VOORKEURSALTERNATIEF (VKA)

4.1 Inleiding

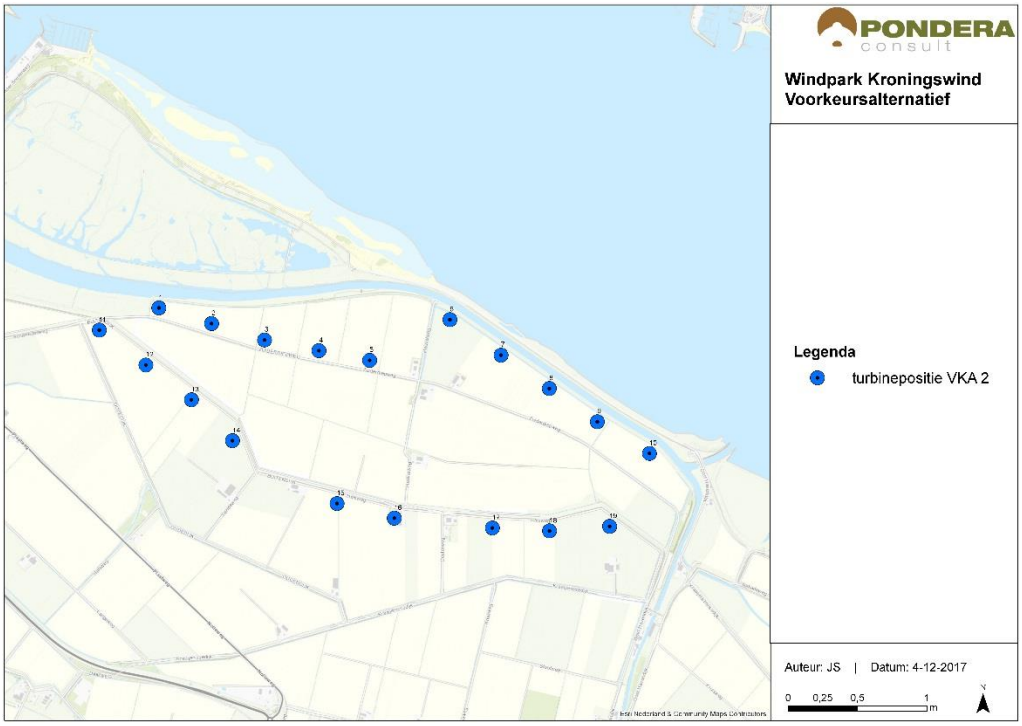
Op basis van de analyses van de verschillende alternatieven op grond van geluid en slagschaduw, maar ook op basis van andere afwegingen zijn er twee voorkeursalternatieven (VKA) gekozen.

Het betreft een VKA met zeventien grote windturbines (maximale tiphoogte 200m) en een VKA met negentien kleine windturbines (maximale tiphoogte 150m).

Figuur 4.1 Opstelling VKA 1 (grote turbines)



Figuur 4.2 Opstelling VKA 2 (kleinere turbines)



In paragraaf 4.2 zullen de akoestische effecten van de twee VKA's worden getoetst aan het Activiteitenbesluit milieubeheer. Daarnaast worden de cumulatieve effecten met andere geluidbronnen beschouwd, evenals de effecten beneden de norm. Ook wordt de geluidbelasting ter plaatse van het nabijgelegen stiltegebied in kaart gebracht.

Daarna zullen in paragraaf 4.3 de slagschaduweffecten van beide VKA's worden geanalyseerd.

4.2 Akoestisch onderzoek

4.2.1 Uitgangspunten

De geluideffecten van de VKA's worden eerst geanalyseerd met turbines met een gemiddelde geluiduitstraling (zoals in hoofdstuk 2) om een goede vergelijking te kunnen maken met de eerder onderzochte alternatieven. Daarna worden de VKA-opstellingen ook onderzocht in een worst-case situatie. Hierin worden turbines met een zeer luide geluiduitstraling onderzocht, zodat de maximale effecten op de omgeving in kaart worden gebracht. Tevens kan hiermee worden aangetoond dat zelfs met zeer luide turbines kan worden voldaan aan de normen uit het Activiteitenbesluit. De gehanteerde turbines in de berekeningen zijn hieronder weergegeven in Tabel 4.1. Tevens is een aanduiding (E1, F1, E2, F2) gegeven om onderscheid te kunnen maken tussen de gemiddelde turbines en worst-case turbines.

Tabel 4.1 Gehanteerde turbinetypes

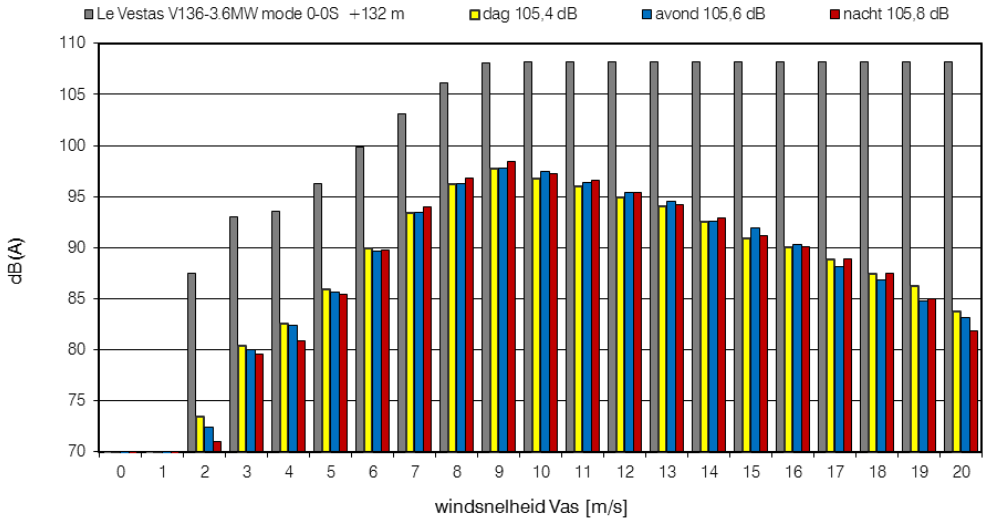
Berekening	Turbinetype	Alternatief
Groot, gemiddeld	Lagerwey L136-4.5MW met serrated edges	E1
Groot, wort case	Vestas V136-3.6MW zonder serrated edges	F1
Klein, gemiddeld	Nordex N117/3000	E2
Klein, worst case	Vestas V117-3,6MW zonder serrated edges	F2

4.2.2 Geluidbron worst-case turbines

Door Vestas zijn geluidgegevens beschikbaar gesteld voor de V117-3.6MW turbine[16] en de V136-3.6MW turbine[17], zowel met als zonder *serrated edges*. Per windsnelheid op ashoogte van 3 t/m 20 m/s is de bronsterkte gerapporteerd. Tevens zijn van beide turbines octaafbandverdelingen aangeleverd[18 en 19]. Hier gaat het ook om geluidgegevens van turbines met en zonder *serrated edges*.

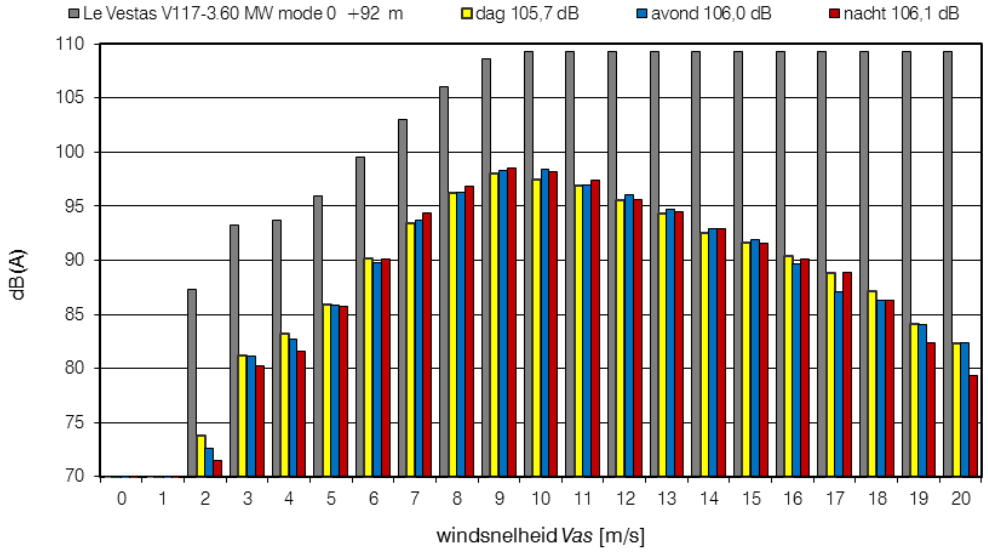
De gerapporteerde bronsterkten zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op ashoogtes van 132m (V136) en 91,5m (V117) respectievelijk. Dit levert de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Figuur 4.3 en Figuur 4.4.

Figuur 4.3 Verdeling bronsterkten Vestas V136-3.6MW, ashoogte 132m



[16] Performance Specification V117-3.6 MW 50 /60 Hz, Document nr: 0056-4781 V00, Vestas 29-01-2016
[17] Performance Specification V136-3.60 MW 50/60 Hz, Document no.: 0056-6306 V01, 2017-01-25
[18] V136-3.45 MW L DEN Third octave noise emission, DMS 0061-5599_V00, 13-09-2016
[19] V117-3.45/3.6 MW L DEN Third octave noise emission, DMS 0060-1142_V00, 27-06-2016

Figuur 4.4 Verdeling bronsterkten Vestas V117-3.6MW, ashoogte 92m



Ter informatie: in de grafiek zijn ook de gecorrigeerde bronsterkten weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt.

4.2.3 Rekenresultaten geluid VKA's

In Tabel 4.2 zijn per referentie(toets)punt de jaargemiddelde geluidniveas Lnight en Lden gegeven die optreden op +5 m hoogte voor de VKA's.

Tabel 4.2 Rekenresultaten VKA's, [dB(A)]

Toetspuntnr.	E1		F1		E2		F2	
	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}
1	37	44	39	45	34	41	38	45
2	37	43	38	44	33	39	37	43
3	33	39	35	41	29	35	33	39
4	33	39	34	41	29	35	33	39
5	33	39	34	41	29	35	33	39
6	36	43	38	44	34	40	38	44
7	37	44	39	45	35	41	39	45
8	36	43	38	44	34	40	38	44
9	37	43	38	44	34	40	38	44
10	36	42	38	44	34	40	37	44
11	***42***	***49***	***44***	***50***	39	45	***43***	***49***
12	***42***	***48***	***43***	***50***	38	44	***42***	***48***
13	39	45	40	47	36	43	40	46
14	38	44	39	46	35	41	39	45

15	37	43	38	45	34	40	38	44
16	33	40	35	41	30	36	34	40
17	32	38	33	40	28	34	32	39
18	31	38	33	39	28	34	32	38
101 [1]	43	50	45	51	41	47	44	51
102 [1]	46	53	48	54	42	49	46	52
103 [1]	44	50	45	52	42	49	46	52
104 [1]	45	52	47	53	44	50	47	53
105 [1]	44	51	46	52	43	50	47	53
106 [1]	43	49	45	51	43	49	46	53
107 [1]	44	50	45	52	42	48	46	52
108 [1]	40	46	42	48	38	44	41	48
109 [1]	45	51	46	53	44	50	47	54
110 [1]	45	52	47	53	44	50	47	53

1) Deze woning is betrokken bij de inrichting en hoeft derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken.

4.2.4 Beoordeling geluid

De geluidniveaus voldoen ter plaatse van diverse woningen van derden niet aan de geluidnorm L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB (***dikgedrukte*** waarden in Tabel 4.2). Om te voldoen aan de normstelling zijn mitigerende voorzieningen aan de orde.

4.2.5 Voorzieningen geluid

Om te voldoen aan de normstelling is het mogelijk om voor specifieke perioden de instellingen van specifieke turbines te wijzigen. Met deze instellingen worden de bronsterkten van de turbines gereduceerd door bijvoorbeeld het toerental te verlagen en/of de bladhoek te verdraaien. Dit gaat enigszins ten koste van de productie. Voor VKA E2 is geen geluidmitigatie benodigd.

Tabel 4.3 Bedrijfsinstelling VKA met Lagerwey L136-4.5MW STE (E1)

turbine	dag	avond	nacht
	07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
WT 09	--	--	mode -2
WT 17	--	--	mode -4

--: turbine in werking in standaard uitvoering

Tabel 4.4 Bedrijfsinstelling VKA met Vestas V136-3.6MW (F1)

turbine	dag	avond	nacht
	07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
WT 08	STE	STE	STE, 3,45MW SO2
WT 17	STE	STE	STE, 3,45MW SO3

STE staat voor serrated trailing edges, kartelranden ter reductie van het geluid

Tabel 4.5 Bedrijfsinstelling VKA met Vestas V117-3.6MW (F2)

turbine	dag	avond	nacht
	07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
WT 01	STE	STE	STE
WT 02	STE	STE	STE

STE staat voor serrated trailing edges, kartelranden ter reductie van het geluid

In Tabel 4.6 zijn de jaargemiddelde geluidniveaus mét voorzieningen voor de VKA's gegeven.

Tabel 4.6 Rekenresultaten VKA's na toepassen geluidreducerende instellingen, [dB(A)]

Toetspuntnr.	E1		F1		F2	
	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}
1	37	44	39	45	38	45
2	37	43	38	44	37	43
3	33	39	35	41	33	39
4	33	39	34	40	33	39
5	32	39	34	40	33	39
6	36	43	38	44	38	44
7	37	44	39	45	39	45
8	36	43	38	44	38	44
9	37	43	38	44	38	44
10	36	42	38	44	37	44
11	40	47	41	47	41	47
12	40	46	40	47	40	47
13	37	44	38	45	39	45
14	36	43	38	44	38	44
15	36	42	37	43	37	43
16	33	39	34	40	33	39
17	31	38	33	39	32	38
18	31	37	32	39	31	38
101 [1]	43	50	45	51	44	51
102 [1]	46	53	48	54	46	52
103 [1]	44	50	45	52	46	52
104 [1]	45	52	47	53	47	53
105 [1]	44	50	46	52	47	53
106 [1]	42	49	43	50	45	51
107 [1]	44	50	45	52	46	52
108 [1]	40	46	42	48	41	48
109 [1]	45	51	46	53	47	54
110 [1]	45	52	47	53	47	53

1) Deze woning is betrokken bij de inrichting en hoeft derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken.

4.2.6 Aantal gehinderden

Naast de in paragraaf 2.6 uitgevoerde akoestische berekeningen ten aanzien van geluidhinder voor de woningen in de directe omgeving van het windpark, worden tevens de effecten buiten de wettelijke norm (en in een groter gebied) in kaart gebracht. Hiervoor worden het aantal woningen binnen geluidcontouren met een lagere waarde in kaart gebracht, zie Tabel 4.7. De (bedrijfs)woningen van initiatiefnemers zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. Uit onderzoek door TNO blijkt dat mensen aanmerkelijk minder hinder door het geluid van turbine(s) ondervindt als men economisch meeprofiteert van de turbine(s)[20].

Tabel 4.7 Aantal woningen als functie van de geluidbelasting (na eventuele geluidmitigatie)

Criterium	VKA E1	VKA F1	VKA E2	VKA F2
Aantal woningen met geluidbelasting L_{DEN} > 47 dB	0	0	0	0
Aantal woningen met geluidbelasting 42 < L_{DEN} <= 47 dB	10	13	3	13
Aantal woningen met geluidbelasting 37 < L_{DEN} <= 42 dB	17	29	10	18

Op basis van de dosis-hinderrelatie uit het TNO rapport “Hinder door geluid van windturbines”, d.d. oktober 2008, kenmerk 2008-D-R1051/B” kan bepaald worden hoeveel mensen gemiddeld gezien gehinderd worden door het geluid van de windturbine (zie ook Tabel 2.8).

Per woning waarvan de geluidbelasting hoger is dan 37 dB L_{DEN} wordt bij verschillende geluidniveaus het percentage gehinderden bepaald op basis van de dosis-hinderrelatie uit het TNO rapport. Vervolgens wordt het gevonden percentage vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal van 2,2 personen per huishouden[21] om zo het aantal gehinderde personen voor de woning te bepalen. Tenslotte worden al deze aantallen gehinderde personen per woning opgeteld. Het resultaat staat weergegeven in onderstaande tabel. De geluidbelasting van hoger dan 37 dB L_{DEN} is gekozen omdat daaronder de bijdrage van het windpark aan het aantal gehinderden niet meer significant is.

Tabel 4.8 Aantal gehinderden (geluidmitigatie van toepassing indien nodig)

Criteria	VKA E1	VKA F1	VKA E2	VKA F2
Aantal gehinderden	4	5	2	4
Aantal ernstig gehinderden	1	2	1	2

* Schatting, gebaseerd op aanname van 2,2 personen per huishouden en de dosis-hinderrelatie uit TNO rapport “Hinder door geluid van windturbines”, d.d. oktober 2008, kenmerk 2008-D-R1051/B.

[20] TNO rapport 2008-D-R1051/B, Hinder door geluid van windturbines.
[21] http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl2114-Huishoudens.html?i=15-12, 9 juni 2015

4.2.7 Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen

Voor algemene informatie over dit onderwerp, de rekenmethode en de uitgangspunten bij de berekeningen zie paragraaf 2.10.

In Tabel 4.9 zijn per toetspunt de geluidbelastingen gegeven van het wegverkeer (VL) en de berekende jaargemiddelde geluidniveaus L_{CUM} met het toekomstige windpark. Hierbij is voor woningen waar op meerdere gevels is gerekend het resultaat gegeven van de gevel waar de geluidbelasting (van het windpark, verkeerslawaai of cumulatief) het grootst is. De geluidbelasting ten gevolge van windturbines is gecorrigeerd met de eerdergenoemde formules en daarna energetisch gesommeerd met de referentiesituatie.

Tabel 4.9 Resultaten cumulatieve geluidbelasting VKA's na geluidbeperkende voorzieningen

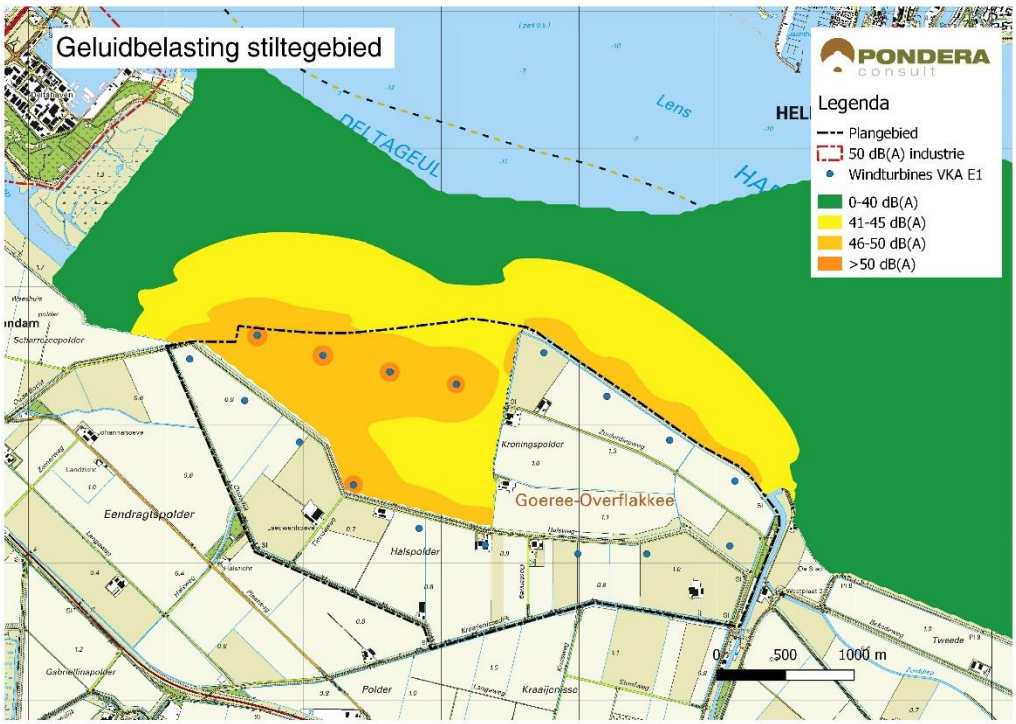
Toets-punt	Adres	Referentiesituatie L_{VL}= L_{CUM}[dB(A)]	Met WP Kroningswind			
			E1	F1	E2	F2
1	Plaatweg 7	53	55	57	54	56
2	Kraaijenissedijk 2	47	52	54	49	53
3	Kraaijerdijk 23	45	48	49	46	48
4	Kraaijerdijk 25	46	48	49	46	48
5	Kraaijerdijk 27	43	47	48	44	47
6	Plaatweg 6	60	61	61	60	61
7	Plaatweg 4	59	60	61	60	60
8	Plaatweg 2	57	58	59	58	59
9	Plaatweg 3	50	53	55	52	54
10	Plaatweg 1	51	53	55	52	55
11	Oost Havendijk 26	31	58	58	55	58
12	Oost Havendijk 24	34	57	57	53	57
13	West Havendijk 63	49	54	55	53	55
14	West Havendijk 61a	48	53	54	51	54
15	West Havendijk 59	53	55	56	54	56
16	West Havendijk 47	41	46	48	43	46
17	Kraaijerdijk 31	37	43	45	40	44
18	Kraaijerdijk 2a	39	43	45	41	44
101	Tiendeweg 1 [1)]	35	62	64	57	63
102	Halsweg 2 [1)]	33	67	70	60	66
103	Zuiderdiepweg 1 [1)]	41	63	65	61	66
104	Oosterweg 1 [1)]	30	65	68	62	68
105	Zuiderdiepweg 2 [1)]	42	63	66	62	68
106	Kraaijenissedijk 12 [1)]	34	60	62	61	64
107	Heuvelweg 1 [1)]	29	62	65	60	66
108	Oudedijk 1 [1)]	45	57	59	53	59
109	Zuiderdiepweg 4 [1)]	44	64	67	63	68
110	Oosterweg 3 [1)]	31	65	68	63	68

4.2.8 Stiltegebied

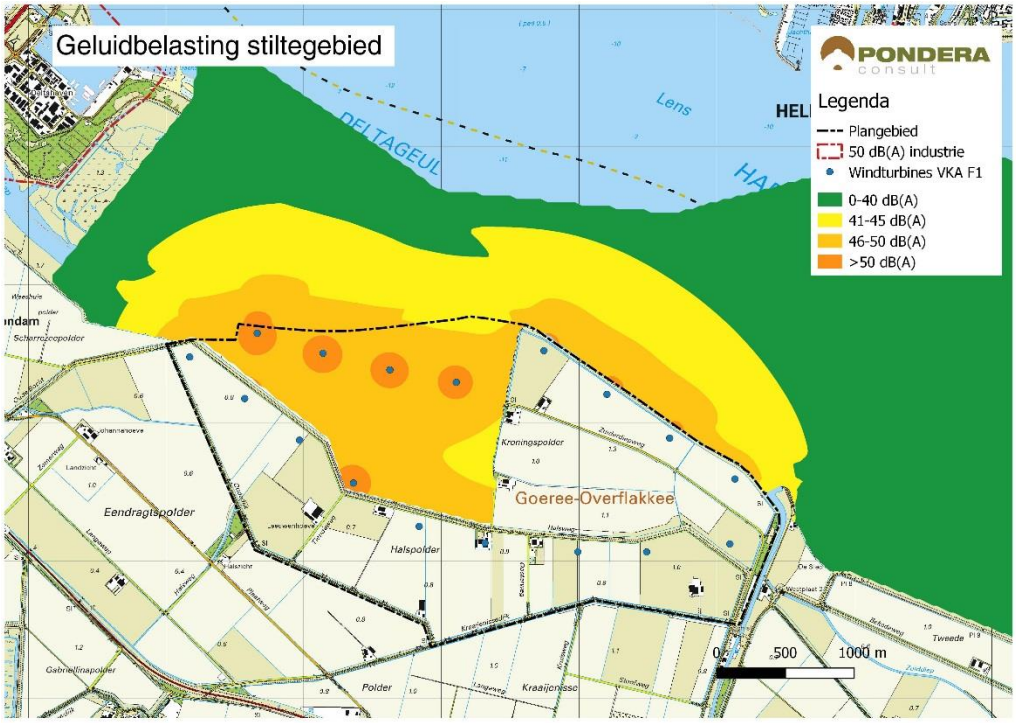
Net als voor de eerder onderzochte alternatieven is de geluidbelasting ter plaatse van het stiltegebied in kaart gebracht. Hiervoor is gebruik gemaakt van de L_{night}-contouren, omdat deze waarde de daadwerkelijk optredende geluidbelasting is, zonder den-weging.

Van zowel de gemiddelde turbines (E1, E2) als de worst-case turbines (F1, F2) zijn de L_{night}-contouren hieronder weergegeven in Figuur 4.5 t/m Figuur 4.8.

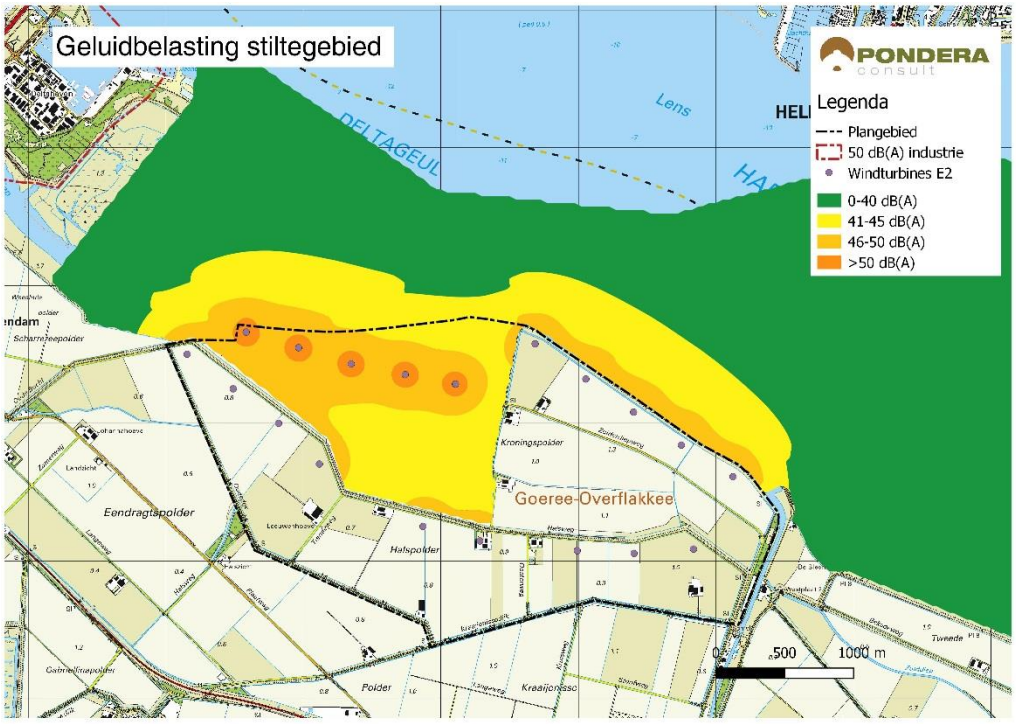
Figuur 4.5 L_{night}-contouren VKA E1 binnen stiltegebied



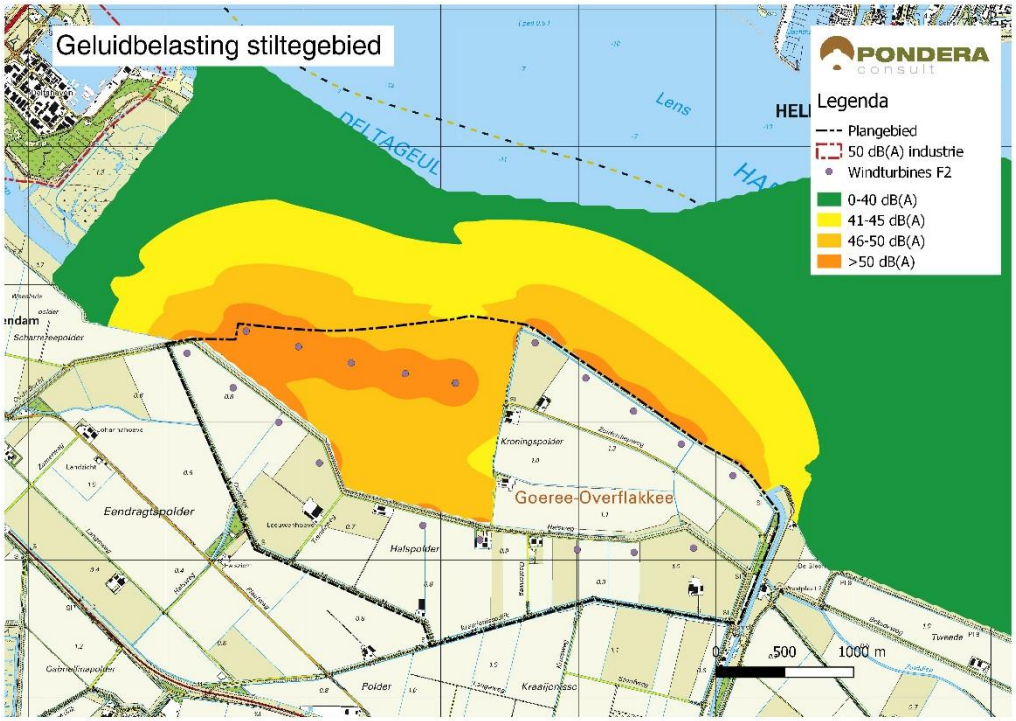
Figuur 4.6 L_{night}-contouren VKA F1 binnen stiltegebied



Figuur 4.7 L_{night}-contouren VKA E2 binnen stiltegebied



Figuur 4.8 L_{night}-contouren VKA F2 binnen stiltegebied



4.3 Onderzoek slagschaduw

4.3.1 Uitgangspunten

De maximale slagschaduwhinder voor de VKA's is bepaald uitgaande van turbines met een maximale tiphoogte en in het geval van de grote/hoge turbines (E1 &F1) een rotordiameter van 136 meter en bij de kleine/lage turbines 117 meter (E2 en F2).

De normstelling en de overige uitgangspunten bij de berekeningen, de keuze van de toetspunten, alsmede de wijze waarop de resultaten (de weergaven op de kaart en de slagschaduwduren in de tabellen) dienen te worden geïnterpreteerd staan beschreven in hoofdstuk 3.

4.3.2 Rekenresultaten

Voor alle alternatieven en turbinevarianten zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend. In bijlage 53 en bijlage 54 zijn met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 6 of 16 uur bedraagt.

4.3.3 Hinderduur bij woningen

De resultaten van de berekeningen voor de VKA's zijn weergegeven in Tabel 4.10. Hierin is voor elk rekenpunt de verwachte hinderduur per jaar (in uu:mm) gegeven voor de twee voorkeursalternatieven.

Tabel 4.10 Slagschaduwhinder VKA's WP Kroningswind op referentietoetspunten (uu:mm)

Nr	Adres	VKA 1 (hoog)	VKA 2 (laag)
1	Plaatweg 7	5:44	--
2	Kraaijenissedijk 2	--	--
3	Kraaijerdijk 23	--	--
4	Kraaijerdijk 25	--	--
5	Kraaijerdijk 27	--	--
6	Plaatweg 6	***10:47***	3:19
7	Plaatweg 4	***10:00***	4:48
8	Plaatweg 2	***8:10***	5:30
9	Plaatweg 3	***7:32***	2:28
10	Plaatweg 1	***8:32***	3:04
11	Oost Havendijk 26	***22:01***	4:30
12	Oost Havendijk 24	***8:55***	***7:57***
13	West Havendijk 63	5:27	1:08
14	West Havendijk 61a	1:06	0:16
15	West Havendijk 59	--	--
16	West Havendijk 47	--	--
17	Kraaijerdijk 31	--	--
18	Kraaijerdijk 2a	--	--
101	Tiendeweg 1 [1)]	9:11	4:16
102	Halsweg 2 [1)]	36:40	20:24
103	Zuiderdiepweg 1 [1)]	49:14	44:32
104	Oosterweg 1 [1)]	94:27	54:59
105	Zuiderdiepweg 2 [1)]	65:07	20:00
106	Kraaijenissedijk 12 [1)]	9:48	9:33
107	Heuvelweg 1 [1)]	47:50	30:59
108	Oudedijk 1 [1)]	4:19	1:18
109	Zuiderdiepweg 4 [1)]	51:05	51:56
110	Oosterweg 3 [1)]	118:03	75:16

1): Deze woning is betrokken bij de inrichting en dient derhalve niet te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Het toetspunt wordt ter informatie wel bij de berekeningen betrokken.

--: geen slagschaduw van toepassing

Bij de woningen van derden waarvan de verwachte hinderduur ***vetgedrukt*** is, treedt jaarlijks meer dan de voorgestelde 6 uur slagschaduwhinder op. Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting, gebouwen en kunstwerken in de omgeving die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder worden beperkt. De vetgedrukte tijd in de tabel wordt weggenomen door een stilstandsregeling tot het niveau waarop wordt voldaan aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit (zie paragraaf 3.6).

Naast de hierboven getoonde toetspunten, is ook een inschatting gemaakt van het aantal woningen van derden binnen de slagschaduwcontouren. Voor deze inschatting zijn gevoelige

objecten uit het BAG-bestand gehaald en is er gekeken hoeveel objecten er binnen de contouren liggen. Deze resultaten zijn hieronder weergegeven in Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Aantal woningen binnen de contouren

Criterium	VKA 1	VKA 2
Aantal woningen tussen 0 en 6 uur-contouren	12	8
Aantal woningen tussen 6 en 16 uur-contouren	7	1
Aantal woningen binnen 16 uur-contour	1	0

5 CONCLUSIE

In opdracht van Kroningswind B.V. is in het kader van een milieueffectrapportage (m.e.r.) een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor een op te richten windpark Kroningswind in Goeree-Overflakkee in de provincie Zuid-Holland.

Alternatieven
In het kader van m.e.r. en de ruimtelijke procedure zijn drie alternatieven onderzocht in twee varianten (grote en kleine turbines). In het kader van het akoestisch onderzoek zijn turbines met een gemiddelde geluiduitstraling gekozen. Voor de voorkeursalternatieven zijn zowel gemiddelde turbines als zeer luide (worst-case) turbines beschouwd.

Bij alle gevoelige bestemmingen wordt na mitigatie voldaan aan de geluidnorm L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB.

Voor slagschaduw is voor elk van de alternatieven en de voorkeursalternatieven gekeken naar de effecten van de voordbeeldturbines.

Bij diverse gevoelige bestemmingen wordt niet voldaan aan de voorgestelde streefwaarde van zes uur slagschaduwhinder per jaar. De jaarlijkse slagschaduwhinder zal worden teruggebracht tot binnen de norm middels stilstandsvoorzieningen, die de windturbine(s) afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten. Dit gaat gepaard met enig productieverlies.

De situatie van alle alternatieven na toepassing van geluidvoorzieningen is beschouwd om de cumulatieve effecten van de windturbines en andersoortige geluidbronnen (wegverkeer) te onderzoeken.

BIJLAGE 1 VERKLARENDE BEGRIPPENLIJST

Bronsterkte	Het geluid dat de windturbine op ashoogte produceert ter plaatse van de turbine.
Daglengte	De tijd tussen opkomst en ondergang van de zon.
Dosis-effectrelatie	De relatie/ verhouding tussen meer of minder blootstelling aan een bepaalde belasting en het effect hiervan op de hinder/ gezondheid bij een mens.
Flikkerfrequentie	Het aantal passages per seconde van een rotorblad. Flikkerfrequenties boven 2,5 Hz (2,5 passages per seconde) zijn zeer hinderlijk voor mensen maar komen bij grotere windturbines niet voor.
Gevoelige bestemming	Woningen zijn gevoelige bestemmingen, waarbij wettelijk geluidhinder onderzocht moet worden. Onderzoek naar slagschaduwhinder is niet wettelijk verplicht maar wordt geadviseerd indien gevoelige bestemmingen binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter aanwezig zijn. Kantoren en gebouwen op industrieterreinen (geen woningen) zijn geen gevoelige objecten.
Gevelvlak	De slagschaduw wordt niet getoetst op een enkel punt maar op een vlak dat alle ramen van een verblijfsruimte omvat. In dit onderzoek wordt een vlak beoordeeld met een geprojecteerde breedte van acht meter en een hoogte van vijf meter. Dit vlak wordt het gevelvlak genoemd.
Hz, Hertz	Frequentie. 1 Hz is één keer per seconde. 5 Hz is vijf keer per seconde.
Hinderduur	De hinderduur is de verwachte gemiddelde duur per jaar van hinderlijke slagschaduw op de gevel. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor de maandelijkse kans op zon, de kans op het draaien van de rotor en de richting van het rotorvlak. Als een jaar zonniger is dan gemiddeld kan de hinderduur langer zijn dan de gemiddelde hinderduur.
L_{den}	Het jaargemiddelde geluidniveau.
L_E	Emissieterm, jaargemiddelde bronsterkte.
L_{day}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag.

L_{even}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond.
L_{night}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht.
V_{10}	De windsnelheid op 10 meter hoogte boven maaiveld.
Vas	De windsnelheid op ashoogte boven maaiveld.
Lichtflikkeringen	Als de schaduw van een rotorblad over het gevelvlak gaat zal verschil in lichtintensiteit optreden. Het aantal lichtflikkeringen per periode bepaalt de flikkerfrequentie.
Meteogegevens	Statistische gegevens van meetstations in de omgeving van de windturbine. De meteogegevens bevatten de distributies van windsnelheden en windrichtingen en de maandelijkse kans op zonneschijn.
Passageduur	De maximale duur op een dag van de schaduw op (een deel van) het gevelvlak. Hierbij wordt uitgegaan van continu zonneschijn en de meest ongunstige richting van het rotorvlak.
Potentiële schaduwduur	De jaarlijkse duur van de schaduw over het gevelvlak indien de zon altijd schijnt, de turbine altijd in werking is en de richting van de rotor altijd dwars staat op de lijn van de turbine naar de woning.
Slagschaduw	Bewegende schaduw van de draaiende rotorbladen. Bij slagschaduw op een raam wordt het afwisselend licht en donker in de verblijfsruimte. Buiten is dit minder hinderlijk omdat het licht dan vanuit meerdere richtingen komt.
Stilstandsvoorziening	Instellingen voor de turbine waardoor deze stilgezet kan worden indien anders de norm voor slagschaduwhinder overschreden zou worden. Een stilstandsvoorziening kan als optie geïnstalleerd worden. De voorziening moet automatisch werken.

BIJLAGE 2 OBJECTEN REKENMODEL AKOESTIEK

Grid

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
grid 1	Grid	61626,84	425717,36	5	50	50	136	88
grid 2	Grid	59977,57	427897,63	5	200	200	54	40

Windturbines

Groep	Naam	Omschr.	X	Y	Hoogte
A2	1	Nordex N117/3000	63634	424649	91,5
A2	2	Nordex N117/3000	64050	424611	91,5
A2	3	Nordex N117/3000	64458	424619	91,5
A2	4	Nordex N117/3000	64868	424666	91,5
A2	5	Nordex N117/3000	65271	424705	91,5
A2	6	Nordex N117/3000	65686	424576	91,5
A2	7	Nordex N117/3000	66048	424325	91,5
A2	8	Nordex N117/3000	66384	424094	91,5
A2	9	Nordex N117/3000	66749	423841	91,5
A2	10	Nordex N117/3000	63149	424479	91,5
A2	11	Nordex N117/3000	67107	423625	91,5
A2	12	Nordex N117/3000	63485	424225	91,5
A2	13	Nordex N117/3000	63815	423976	91,5
A2	14	Nordex N117/3000	64106	423722	91,5
A2	15	Nordex N117/3000	64806	423247	91,5
A2	16	Nordex N117/3000	66131	423044	91,5
A2	17	Nordex N117/3000	66538	423063	91,5
A2	18	Nordex N117/3000	65209	423134	91,5
B2	1	Nordex N117/3000	63738	424593	91,5
B2	2	Nordex N117/3000	64123	424476	91,5
B2	3	Nordex N117/3000	64518	424374	91,5
B2	4	Nordex N117/3000	64931	424294	91,5
B2	5	Nordex N117/3000	66059	423999	91,5
B2	6	Nordex N117/3000	66448	423853	91,5
B2	7	Nordex N117/3000	66789	423659	91,5
B2	8	Nordex N117/3000	63330	424024	91,5
B2	9	Nordex N117/3000	67120	423423	91,5
B2	10	Nordex N117/3000	63505	423656	91,5
B2	11	Nordex N117/3000	63721	423302	91,5
B2	12	Nordex N117/3000	64167	422948	91,5
B2	13	Nordex N117/3000	64533	422780	91,5
B2	14	Nordex N117/3000	65168	422543	91,5
B2	15	Nordex N117/3000	65575	422622	91,5
B2	16	Nordex N117/3000	65969	422734	91,5
B2	17	Nordex N117/3000	66369	422767	91,5
B2	18	Nordex N117/3000	63162	424403	91,5
C2	1	Nordex N117/3000	63804	423994	91,5
C2	2	Nordex N117/3000	64284	423989	91,5
C2	3	Nordex N117/3000	64698	423850	91,5
C2	4	Nordex N117/3000	65104	423713	91,5
C2	5	Nordex N117/3000	65936	423505	91,5
C2	6	Nordex N117/3000	66359	423482	91,5
C2	7	Nordex N117/3000	63337	424036	91,5
C2	8	Nordex N117/3000	63496	423659	91,5
C2	9	Nordex N117/3000	63169	424416	91,5
C2	10	Nordex N117/3000	64154	422948	91,5
C2	11	Nordex N117/3000	64530	422772	91,5
C2	12	Nordex N117/3000	63713	423307	91,5
C2	13	Nordex N117/3000	65170	422540	91,5
C2	14	Nordex N117/3000	65562	422626	91,5
C2	15	Nordex N117/3000	66027	422754	91,5
C2	16	Nordex N117/3000	66440	422729	91,5
C2	17	Nordex N117/3000	63738	424593	91,5
C2	18	Nordex N117/3000	64123	424476	91,5
C2	19	Nordex N117/3000	64518	424374	91,5
C2	20	Nordex N117/3000	64931	424294	91,5
C2	21	Nordex N117/3000	65686	424576	91,5
C2	22	Nordex N117/3000	66054	424321	91,5
C2	23	Nordex N117/3000	66402	424081	91,5
C2	24	Nordex N117/3000	66749	423841	91,5
C2	25	Nordex N117/3000	67125	423612	91,5

C2	26	Nordex N117/3000	66753	423343	91,5
E2	1	Nordex N117/3000	63584,05	424663,15	91,5
E2	2	Nordex N117/3000	63965,88	424549,77	91,5
E2	3	Nordex N117/3000	64348,29	424432,42	91,5
E2	4	Nordex N117/3000	64740,69	424354,86	91,5
E2	5	Nordex N117/3000	65106,66	424285,97	91,5
E2	6	Nordex N117/3000	65685,91	424578,04	91,5
E2	7	Nordex N117/3000	66054,6	424322,86	91,5
E2	8	Nordex N117/3000	66402,31	424082,37	91,5
E2	9	Nordex N117/3000	66749,46	423842,78	91,5
E2	10	Nordex N117/3000	67125,43	423613,26	91,5
E2	11	Nordex N117/3000	63155,19	424502,95	91,5
E2	12	Nordex N117/3000	63490,46	424251,68	91,5
E2	13	Nordex N117/3000	63819,89	424001,01	91,5
E2	14	Nordex N117/3000	64117,19	423705,44	91,5
E2	15	Nordex N117/3000	64870,86	423252,28	91,5
E2	16	Nordex N117/3000	65284,2	423146,74	91,5
E2	17	Nordex N117/3000	65992,21	423075,8	91,5
E2	18	Nordex N117/3000	66404,94	423055,66	91,5
E2	19	Nordex N117/3000	66838,23	423087,99	91,5
F2	1	Vestas V117-3.6MW no STE	63584,05	424663,15	91,5
F2	2	Vestas V117-3.6MW no STE	63965,88	424549,77	91,5
F2	3	Vestas V117-3.6MW no STE	64348,29	424432,42	91,5
F2	4	Vestas V117-3.6MW no STE	64740,69	424354,86	91,5
F2	5	Vestas V117-3.6MW no STE	65106,66	424285,97	91,5
F2	6	Vestas V117-3.6MW no STE	65685,91	424578,04	91,5
F2	7	Vestas V117-3.6MW no STE	66054,6	424322,86	91,5
F2	8	Vestas V117-3.6MW no STE	66402,31	424082,37	91,5
F2	9	Vestas V117-3.6MW no STE	66749,46	423842,78	91,5
F2	10	Vestas V117-3.6MW no STE	67125,43	423613,26	91,5
F2	11	Vestas V117-3.6MW no STE	63155,19	424502,95	91,5
F2	12	Vestas V117-3.6MW no STE	63490,46	424251,68	91,5
F2	13	Vestas V117-3.6MW no STE	63819,89	424001,01	91,5
F2	14	Vestas V117-3.6MW no STE	64117,19	423705,44	91,5
F2	15	Vestas V117-3.6MW no STE	64870,86	423252,28	91,5
F2	16	Vestas V117-3.6MW no STE	65284,2	423146,74	91,5
F2	17	Vestas V117-3.6MW no STE	65992,21	423075,8	91,5
F2	18	Vestas V117-3.6MW no STE	66404,94	423055,66	91,5
F2	19	Vestas V117-3.6MW no STE	66838,23	423087,99	91,5
A1	1	Lagerwey L136-4.5MW	64856	424644	132
A1	2	Lagerwey L136-4.5MW	65376	424680	132
A1	3	Lagerwey L136-4.5MW	64342	424588	132
A1	4	Lagerwey L136-4.5MW	63812	424586	132
A1	5	Lagerwey L136-4.5MW	65841	424452	132
A1	6	Lagerwey L136-4.5MW	66264	424158	132
A1	7	Lagerwey L136-4.5MW	66692	423861	132
A1	8	Lagerwey L136-4.5MW	67134	423586	132
A1	9	Lagerwey L136-4.5MW	63228	424429	132
A1	10	Lagerwey L136-4.5MW	63647	424097	132
A1	11	Lagerwey L136-4.5MW	64052	423777	132
A1	12	Lagerwey L136-4.5MW	64912	423203	132
A1	13	Lagerwey L136-4.5MW	66134	423024	132
A1	14	Lagerwey L136-4.5MW	66615	423069	132
B1	1	Lagerwey L136-4.5MW	64020	424523	132
B1	2	Lagerwey L136-4.5MW	64524	424389	132
B1	3	Lagerwey L136-4.5MW	65036	424289	132
B1	4	Lagerwey L136-4.5MW	66084	424002	132
B1	5	Lagerwey L136-4.5MW	66573	423808	132
B1	6	Lagerwey L136-4.5MW	67005	423523	132
B1	7	Lagerwey L136-4.5MW	63456	423833	132
B1	8	Lagerwey L136-4.5MW	63240	424301	132
B1	9	Lagerwey L136-4.5MW	63670	423364	132
B1	10	Lagerwey L136-4.5MW	64281	422900	132
B1	11	Lagerwey L136-4.5MW	65316	422559	132
B1	12	Lagerwey L136-4.5MW	65983	422751	132
B1	13	Lagerwey L136-4.5MW	66488	422750	132
C1	1	Lagerwey L136-4.5MW	64838	424647	132
C1	2	Lagerwey L136-4.5MW	65359	424682	132
C1	3	Lagerwey L136-4.5MW	64325	424595	132
C1	4	Lagerwey L136-4.5MW	63809	424615	132
C1	5	Lagerwey L136-4.5MW	65828	424461	132
C1	6	Lagerwey L136-4.5MW	66264	424158	132
C1	7	Lagerwey L136-4.5MW	66674	423873	132
C1	8	Lagerwey L136-4.5MW	67116	423600	132
C1	9	Lagerwey L136-4.5MW	63328	424004	132
C1	10	Lagerwey L136-4.5MW	63900	423920	132
C1	11	Lagerwey L136-4.5MW	64447	423933	132

C1	12	Lagerwey L136-4.5MW	64953	423765	132
C1	13	Lagerwey L136-4.5MW	66040	423502	132
C1	14	Lagerwey L136-4.5MW	66556	423473	132
C1	15	Lagerwey L136-4.5MW	63553	423512	132
C1	16	Lagerwey L136-4.5MW	63833	423072	132
C1	17	Lagerwey L136-4.5MW	64354	422864	132
C1	18	Lagerwey L136-4.5MW	65336	422565	132
C1	19	Lagerwey L136-4.5MW	65980	422742	132
C1	20	Lagerwey L136-4.5MW	66491	422719	132
E1	1	Lagerwey L136-4.5MW	63663,25	424650,87	132
E1	2	Lagerwey L136-4.5MW	64141,77	424505,89	132
E1	3	Lagerwey L136-4.5MW	64627,07	424385,52	132
E1	4	Lagerwey L136-4.5MW	65109,4	424295,11	132
E1	5	Lagerwey L136-4.5MW	65747,28	424524,62	132
E1	6	Lagerwey L136-4.5MW	66204,41	424207,97	132
E1	7	Lagerwey L136-4.5MW	66660,66	423890,24	132
E1	8	Lagerwey L136-4.5MW	67134,38	423594,17	132
E1	9	Lagerwey L136-4.5MW	63173,44	424479,08	132
E1	10	Lagerwey L136-4.5MW	63572,27	424177,53	132
E1	11	Lagerwey L136-4.5MW	63970,7	423875,44	132
E1	12	Lagerwey L136-4.5MW	64362,52	423564,83	132
E1	13	Lagerwey L136-4.5MW	64840,28	423250,42	132
E1	14	Lagerwey L136-4.5MW	65318,2	423130	132
E1	15	Lagerwey L136-4.5MW	65992,7	423066,21	132
E1	16	Lagerwey L136-4.5MW	66492,7	423064,52	132
E1	17	Lagerwey L136-4.5MW	67098,06	423122,87	132
F1	1	Vestas V136-3.6MW no STE	63663,25	424650,87	132
F1	2	Vestas V136-3.6MW no STE	64141,77	424505,89	132
F1	3	Vestas V136-3.6MW no STE	64627,07	424385,52	132
F1	4	Vestas V136-3.6MW no STE	65109,4	424295,11	132
F1	5	Vestas V136-3.6MW no STE	65747,28	424524,62	132
F1	6	Vestas V136-3.6MW no STE	66204,41	424207,97	132
F1	7	Vestas V136-3.6MW no STE	66660,66	423890,24	132
F1	8	Vestas V136-3.6MW no STE	67134,38	423594,17	132
F1	9	Vestas V136-3.6MW no STE	63173,44	424479,08	132
F1	10	Vestas V136-3.6MW no STE	63572,27	424177,53	132
F1	11	Vestas V136-3.6MW no STE	63970,7	423875,44	132
F1	12	Vestas V136-3.6MW no STE	64362,52	423564,83	132
F1	13	Vestas V136-3.6MW no STE	64840,28	423250,42	132
F1	14	Vestas V136-3.6MW no STE	65318,2	423130	132
F1	15	Vestas V136-3.6MW no STE	65992,7	423066,21	132
F1	16	Vestas V136-3.6MW no STE	66492,7	423064,52	132
F1	17	Vestas V136-3.6MW no STE	67098,06	423122,87	132
B1 miti	1	Lagerwey L136-4.5MW	64020	424523	132
B1 miti	2	Lagerwey L136-4.5MW	64524	424389	132
B1 miti	3	Lagerwey L136-4.5MW	65036	424289	132
B1 miti	4	Lagerwey L136-4.5MW	66084	424002	132
B1 miti	5	Lagerwey L136-4.5MW	66573	423808	132
B1 miti	6	Lagerwey L136-4.5MW	67005	423523	132
B1 miti	7	Lagerwey L136-4.5MW	63456	423833	132
B1 miti	8	Lagerwey L136-4.5MW	63240	424301	132
B1 miti	9	Lagerwey L136-4.5MW	63670	423364	132
B1 miti	10	Lagerwey L136-4.5MW	64281	422900	132
B1 miti	11	Lagerwey L136-4.5MW	65316	422559	132
B1 miti	12	Lagerwey L136-4.5MW	65983	422751	132
B1 miti	13	Lagerwey L136-4.5MW	66488	422750	132
C1 miti	1	Lagerwey L136-4.5MW	64838	424647	132
C1 miti	2	Lagerwey L136-4.5MW	65359	424682	132
C1 miti	3	Lagerwey L136-4.5MW	64325	424595	132
C1 miti	4	Lagerwey L136-4.5MW	63809	424615	132
C1 miti	5	Lagerwey L136-4.5MW	65828	424461	132
C1 miti	6	Lagerwey L136-4.5MW	66264	424158	132
C1 miti	7	Lagerwey L136-4.5MW	66674	423873	132
C1 miti	8	Lagerwey L136-4.5MW	67116	423600	132
C1 miti	9	Lagerwey L136-4.5MW	63328	424004	132
C1 miti	10	Lagerwey L136-4.5MW	63900	423920	132
C1 miti	11	Lagerwey L136-4.5MW	64447	423933	132
C1 miti	12	Lagerwey L136-4.5MW	64953	423765	132
C1 miti	13	Lagerwey L136-4.5MW	66040	423502	132
C1 miti	14	Lagerwey L136-4.5MW	66556	423473	132
C1 miti	15	Lagerwey L136-4.5MW	63553	423512	132
C1 miti	16	Lagerwey L136-4.5MW	63833	423072	132
C1 miti	17	Lagerwey L136-4.5MW	64354	422864	132
C1 miti	18	Lagerwey L136-4.5MW	65336	422565	132
C1 miti	19	Lagerwey L136-4.5MW	65980	422742	132
C1 miti	20	Lagerwey L136-4.5MW	66491	422719	132
C2 miti	1	Nordex N117/3000	63804	423994	91,5

C2 miti	2	Nordex N117/3000	64284	423989	91,5
C2 miti	3	Nordex N117/3000	64698	423850	91,5
C2 miti	4	Nordex N117/3000	65104	423713	91,5
C2 miti	5	Nordex N117/3000	65936	423505	91,5
C2 miti	6	Nordex N117/3000	66359	423482	91,5
C2 miti	7	Nordex N117/3000	63337	424036	91,5
C2 miti	8	Nordex N117/3000	63496	423659	91,5
C2 miti	9	Nordex N117/3000	63169	424416	91,5
C2 miti	10	Nordex N117/3000	64154	422948	91,5
C2 miti	11	Nordex N117/3000	64530	422772	91,5
C2 miti	12	Nordex N117/3000	63713	423307	91,5
C2 miti	13	Nordex N117/3000	65170	422540	91,5
C2 miti	14	Nordex N117/3000	65562	422626	91,5
C2 miti	15	Nordex N117/3000	66027	422754	91,5
C2 miti	16	Nordex N117/3000	66440	422729	91,5
C2 miti	17	Nordex N117/3000	63738	424593	91,5
C2 miti	18	Nordex N117/3000	64123	424476	91,5
C2 miti	19	Nordex N117/3000	64518	424374	91,5
C2 miti	20	Nordex N117/3000	64931	424294	91,5
C2 miti	21	Nordex N117/3000	65686	424576	91,5
C2 miti	22	Nordex N117/3000	66054	424321	91,5
C2 miti	23	Nordex N117/3000	66402	424081	91,5
C2 miti	24	Nordex N117/3000	66749	423841	91,5
C2 miti	25	Nordex N117/3000	67125	423612	91,5
C2 miti	26	Nordex N117/3000	66753	423343	91,5
E1 miti	1	Lagerwey L136-4.5MW	63663,25	424650,87	132
E1 miti	2	Lagerwey L136-4.5MW	64141,77	424505,89	132
E1 miti	3	Lagerwey L136-4.5MW	64627,07	424385,52	132
E1 miti	4	Lagerwey L136-4.5MW	65109,4	424295,11	132
E1 miti	5	Lagerwey L136-4.5MW	65747,28	424524,62	132
E1 miti	6	Lagerwey L136-4.5MW	66204,41	424207,97	132
E1 miti	7	Lagerwey L136-4.5MW	66660,66	423890,24	132
E1 miti	8	Lagerwey L136-4.5MW nacht mode -2	67134,38	423594,17	132
E1 miti	9	Lagerwey L136-4.5MW	63173,44	424479,08	132
E1 miti	10	Lagerwey L136-4.5MW	63572,27	424177,53	132
E1 miti	11	Lagerwey L136-4.5MW	63970,7	423875,44	132
E1 miti	12	Lagerwey L136-4.5MW	64362,52	423564,83	132
E1 miti	13	Lagerwey L136-4.5MW	64840,28	423250,42	132
E1 miti	14	Lagerwey L136-4.5MW	65318,2	423130	132
E1 miti	15	Lagerwey L136-4.5MW	65992,7	423066,21	132
E1 miti	16	Lagerwey L136-4.5MW	66492,7	423064,52	132
E1 miti	17	Lagerwey L136-4.5MW nacht mode -4	67098,06	423122,87	132
E2 miti	1	Nordex N117/3000	63584,05	424663,15	91,5
E2 miti	2	Nordex N117/3000	63965,88	424549,77	91,5
E2 miti	3	Nordex N117/3000	64348,29	424432,42	91,5
E2 miti	4	Nordex N117/3000	64740,69	424354,86	91,5
E2 miti	5	Nordex N117/3000	65106,66	424285,97	91,5
E2 miti	6	Nordex N117/3000	65685,91	424578,04	91,5
E2 miti	7	Nordex N117/3000	66054,6	424322,86	91,5
E2 miti	8	Nordex N117/3000	66402,31	424082,37	91,5
E2 miti	9	Nordex N117/3000	66749,46	423842,78	91,5
E2 miti	10	Nordex N117/3000	67125,43	423613,26	91,5
E2 miti	11	Nordex N117/3000	63155,19	424502,95	91,5
E2 miti	12	Nordex N117/3000	63490,46	424251,68	91,5
E2 miti	13	Nordex N117/3000	63819,89	424001,01	91,5
E2 miti	14	Nordex N117/3000	64117,19	423705,44	91,5
E2 miti	15	Nordex N117/3000	64870,86	423252,28	91,5
E2 miti	16	Nordex N117/3000	65284,2	423146,74	91,5
E2 miti	17	Nordex N117/3000	65992,21	423075,8	91,5
E2 miti	18	Nordex N117/3000	66404,94	423055,66	91,5
E2 miti	19	Nordex N117/3000	66838,23	423087,99	91,5
F1 miti	1	Vestas V136-3.6MW no STE	63663,25	424650,87	132
F1 miti	2	Vestas V136-3.6MW no STE	64141,77	424505,89	132
F1 miti	3	Vestas V136-3.6MW no STE	64627,07	424385,52	132
F1 miti	4	Vestas V136-3.6MW no STE	65109,4	424295,11	132
F1 miti	5	Vestas V136-3.6MW no STE	65747,28	424524,62	132
F1 miti	6	Vestas V136-3.6MW no STE	66204,41	424207,97	132
F1 miti	7	Vestas V136-3.6MW no STE	66660,66	423890,24	132
F1 miti	8	Vestas V136-3.6MW STE, nacht SO2	67134,38	423594,17	132
F1 miti	9	Vestas V136-3.6MW no STE	63173,44	424479,08	132
F1 miti	10	Vestas V136-3.6MW no STE	63572,27	424177,53	132
F1 miti	11	Vestas V136-3.6MW no STE	63970,7	423875,44	132
F1 miti	12	Vestas V136-3.6MW no STE	64362,52	423564,83	132
F1 miti	13	Vestas V136-3.6MW no STE	64840,28	423250,42	132
F1 miti	14	Vestas V136-3.6MW no STE	65318,2	423130	132
F1 miti	15	Vestas V136-3.6MW no STE	65992,7	423066,21	132
F1 miti	16	Vestas V136-3.6MW no STE	66492,7	423064,52	132

F1 miti	17	Vestas V136-3.6MW STE, nacht SO3	67098,06	423122,87	132
F2 miti	1	Vestas V117-3.6MW no STE	63584,05	424663,15	91,5
F2 miti	2	Vestas V117-3.6MW no STE	63965,88	424549,77	91,5
F2 miti	3	Vestas V117-3.6MW no STE	64348,29	424432,42	91,5
F2 miti	4	Vestas V117-3.6MW no STE	64740,69	424354,86	91,5
F2 miti	5	Vestas V117-3.6MW no STE	65106,66	424285,97	91,5
F2 miti	6	Vestas V117-3.6MW no STE	65685,91	424578,04	91,5
F2 miti	7	Vestas V117-3.6MW no STE	66054,6	424322,86	91,5
F2 miti	8	Vestas V117-3.6MW no STE	66402,31	424082,37	91,5
F2 miti	9	Vestas V117-3.6MW no STE	66749,46	423842,78	91,5
F2 miti	10	Vestas V117-3.6MW STE	67125,43	423613,26	91,5
F2 miti	11	Vestas V117-3.6MW no STE	63155,19	424502,95	91,5
F2 miti	12	Vestas V117-3.6MW no STE	63490,46	424251,68	91,5
F2 miti	13	Vestas V117-3.6MW no STE	63819,89	424001,01	91,5
F2 miti	14	Vestas V117-3.6MW no STE	64117,19	423705,44	91,5
F2 miti	15	Vestas V117-3.6MW no STE	64870,86	423252,28	91,5
F2 miti	16	Vestas V117-3.6MW no STE	65284,2	423146,74	91,5
F2 miti	17	Vestas V117-3.6MW no STE	65992,21	423075,8	91,5
F2 miti	18	Vestas V117-3.6MW no STE	66404,94	423055,66	91,5
F2 miti	19	Vestas V117-3.6MW STE	66838,23	423087,99	91,5

Toetspunten

Naam	Omschr.	X	Y	Hoogte A
001-1	Plaatweg 7	63415,53	423013,63	5
001-2	Plaatweg 7 Z	63376,18	422992,44	5
002	Kraaijenissedijk 2	64488,77	422310,33	5
003	Kraaijerdijk 23	65042,36	421744,38	5
004	Kraaijerdijk 25	65098,85	421684,21	5
005	Kraaijerdijk 27	65435,63	421627,1	5
006-1	Plaatweg 6	62570,35	423706,06	5
006-2	Plaatweg 6	62571,55	423694,7	5
007-1	Plaatweg 4	62540,23	423727,4	5
007-2	Plaatweg 4	62544,97	423716,32	5
008-1	Plaatweg 2	62528,31	423740,39	5
008-2	Plaatweg 2	62526,76	423733,95	5
009-1	Plaatweg 3	62415,43	423954,6	5
009-2	Plaatweg 3	62413,24	423943,48	5
009-3	Plaatweg 3	62403,46	423944,12	5
010-1	Plaatweg 1	62392,17	423981,57	5
010-2	Plaatweg 1	62385,25	423968,76	5
010-3	Plaatweg 1	62378,78	423968,49	5
011	Oost Havendijk 26	67534,23	423246,7	5
012	Oost Havendijk 24	67370,61	422747,04	5
013	West Havendijk 63	67119,75	422454,2	5
014	West Havendijk 61a	67077,2	422326,26	5
015	West Havendijk 59	67012,95	422198,99	5
016	West Havendijk 47	66733,87	421702,56	5
017	Kraaijerdijk 31	66141,04	421483,18	5
018	Kraaijerdijk 2a	65950,3	421411,59	5
101	Tiendeweg 1	64089,3	423278	5
102	Halsweg 2	64520	423354	5
103	Zuiderdiepweg 1	65554	424072,7	5
104	Oosterweg 1	65653	423164	5
105	Zuiderdiepweg 2	65740	424102	5
106	Kraaijenissedijk 12	66833,7	422769,3	5
107	Heuvelweg 1	65422	423553	5
108	Oudedijk 1	64837	422617,5	5
109	Zuiderdiepweg 4	65422	424182	5
110	Oosterweg 3	65662,5	423076,5	5

Bodemgebieden

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Bf
v001	Eendrachtsdijk	61516,04	424692,53	0
v002	Plaatweg	62240,01	424006,8	0
v003	Plaatweg	62951,53	423333,52	0
v004	Plaatweg	63652,38	422659,35	0
v005	Provincialeweg	64363,71	421978,6	0
v008	Eendrachtsdijk	61515,75	424692,45	0
w001	Haven van Stellendam	61456,7	424923,43	0
w002	Het Spui	61407,62	426159,58	0
w002	sloot eendrachtsdijk - oudedijk	61881,95	424036,04	0
w003	Het Spui	64769,63	424770,71	0
w004	Haven van Dirksland	67168,98	422452,29	0
v009	Plaatweg 7	63359,9	422963,79	0
w005	Haringvliet	63113,43	427340,7	0
v006	verharding bij 006	62566	423715,48	0
v007	verharding bij 007 en 008	62553,08	423727,99	0
v002	verharding bij 002	64435,66	422361,41	0
v012-2	verharding bij 012	67509,48	423223,49	0
v012	verharding bij 012	67533,46	423252,64	0
v013	verharding bij g013	67297,72	422724,97	0
w006	monding Aardappelengat	67515,11	423570,72	0
w007	De Scheelhoek	62201,56	425586,04	0
v010	verharding bij 010	62399,99	423943,72	0
v011	verharding bij 011	62388,96	423977,57	0
v011-2	verharding bij 011	62395,77	423939,8	0

Gebouwen

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	Refl.
g010-1	gebouw bij 010	62427,23	423942,97	6	0,8
g006	gebouw bij 006	62554,63	423699,89	6	0,8
g007	gebouw 007	62528,32	423723,82	5	0,8
g007-2	gebouw 007	62525,99	423731,4	5	0,8
g002	gebouw bij 002	64437,7	422352,73	5	0,8
g002-2	gebouw bij 002	64469,35	422365,12	5	0,8
g013	gebouw bij 013	67323,05	422775,01	2	0,8
g001	gebouw bij 001	63402,57	423024,43	5	0,8
g010-2	gebouw bij 010	62452,41	423905,78	6	0,8
g010	gebouw bij 010	62399,79	423949,02	6	0,8
g010-3	gebouw bij 010	62394,28	423914,55	5	0,8
g011	gebouw bij 011	62388,66	423983,78	5	0,8

Schermen

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Max.RH	Cp	Refl.L
s010-1	nok op g010-1	62436,16	423952,24	4	2 dB	0,8
s006	nok op g006	62559,85	423704,99	3	2 dB	0,8
s007-2	nok bij g007-2	62528,32	423733,58	2	2 dB	0,8
s007-1	nok bij g007-1	62542,74	423715,52	3	2 dB	0,8
s002	nok bij g002	64454,83	422321,49	3	2 dB	0,8
s002-2	nok bij g002-2	64476,03	422371,39	3	2 dB	0,8
s013	nok op g013	67338,59	422770,15	5	2 dB	0,8
s001	nok op g001	63390,64	422997,69	5	2 dB	0,8
s010-2	nok op g010-2	62464,85	423918,43	4	2 dB	0,8
s010-3	nok bij g010-3	62399,99	423920,06	7	2 dB	0,8

Geluidbronnen windturbines dag - ongemitigeerd

Groep	Naam	LE 31	LE 63	LE 125	LE 250	LE 500	LE 1k	LE 2k	LE 4k	LE 8k	LE Tot
A2	1	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	2	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	3	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	4	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	5	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	6	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	7	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	8	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	9	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	10	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	11	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	12	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	13	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	14	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	15	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	16	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	17	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
A2	18	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	1	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	2	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	3	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	4	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	5	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	6	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	7	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	8	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	9	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	10	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	11	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	12	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	13	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	14	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	15	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	16	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	17	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
B2	18	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	1	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	2	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	3	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	4	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	5	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	6	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	7	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	8	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	9	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	10	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	11	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	12	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	13	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	14	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	15	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	16	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	17	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	18	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	19	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	20	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	21	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	22	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	23	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	24	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	25	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	26	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	1	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	2	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	3	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	4	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	5	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	6	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	7	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	8	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	9	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	10	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	11	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	12	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96

E2	13	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	14	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	15	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	16	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	17	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	18	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E2	19	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
F2	1	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	2	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	3	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	4	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	5	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	6	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	7	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	8	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	9	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	10	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	11	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	12	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	13	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	14	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	15	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	16	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	17	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	18	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	19	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
A1	1	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	2	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	3	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	4	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	5	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	6	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	7	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	8	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	9	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	10	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	11	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	12	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	13	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
A1	14	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	1	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	2	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	3	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	4	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	5	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	6	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	7	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	8	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	9	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	10	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	11	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	12	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	13	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	1	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	2	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	3	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	4	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	5	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	6	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	7	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	8	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	9	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	10	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	11	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	12	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	13	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	14	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	15	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	16	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	17	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	18	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	19	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	20	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	1	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	2	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	3	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	4	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83

E1	5	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	6	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	7	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	8	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	9	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	10	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	11	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	12	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	13	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	14	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	15	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	16	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	17	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
F1	1	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	2	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	3	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	4	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	5	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	6	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	7	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	8	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	9	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	10	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	11	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	12	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	13	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	14	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	15	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	16	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	17	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38

Geluidbronnen windturbines dag - gemitigeerd

Groep	Naam	LE 31	LE 63	LE 125	LE 250	LE 500	LE 1k	LE 2k	LE 4k	LE 8k	LE Tot
B1	1	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	2	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	3	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	4	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	5	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	6	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	7	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	8	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	9	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	10	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	11	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	12	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
B1	13	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	1	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	2	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	3	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	4	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	5	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	6	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	7	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	8	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	9	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	10	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	11	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	12	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	13	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	14	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	15	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	16	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	17	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	18	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	19	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C1	20	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
C2	1	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	2	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	3	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	4	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	5	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	6	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	7	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	8	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	9	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96

C2	10	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	11	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	12	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	13	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	14	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	15	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	16	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	17	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	18	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	19	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	20	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	21	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	22	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	23	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	24	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	25	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
C2	26	71,73	81,44	88,51	93,28	94,85	97,83	96,72	94,32	84,14	102,96
E1	1	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	2	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	3	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	4	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	5	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	6	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	7	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	8	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	9	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	10	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	11	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	12	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	13	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	14	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	15	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	16	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
E1	17	69,16	79,62	89,72	97,77	99,27	96,88	94,35	89,52	82,09	103,83
F1	1	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	2	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	3	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	4	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	5	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	6	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	7	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	8	77,02	86,72	93,22	94,62	96,92	96,92	94,22	88,82	72,52	102,74
F1	9	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	10	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	11	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	12	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	13	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	14	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	15	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	16	75,12	86,72	95,12	98,62	99,32	99,32	97,12	90,92	74,02	105,38
F1	17	77,02	86,72	93,22	94,62	96,92	96,92	94,22	88,82	72,52	102,74
F2	1	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	2	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	3	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	4	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	5	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	6	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	7	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	8	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	9	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	10	76,8	86,7	92,8	95,7	96,7	96,8	95,4	92,2	82,6	103,2
F2	11	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	12	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	13	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	14	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	15	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	16	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	17	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	18	74,72	86,02	93,42	97,72	99,52	101,02	97,52	91,92	78,32	105,73
F2	19	76,8	86,7	92,8	95,7	96,7	96,8	95,4	92,2	82,6	103,2

Geluidbronnen windturbines avond – ongemitigeerd

Groep	Naam	LE 31	LE 63	LE 125	LE 250	LE 500	LE 1k	LE 2k	LE 4k	LE 8k	LE Totaal
A2	1	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	2	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18

A2	3	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	4	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	5	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	6	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	7	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	8	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	9	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	10	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	11	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	12	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	13	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	14	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	15	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	16	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	17	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
A2	18	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	1	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	2	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	3	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	4	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	5	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	6	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	7	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	8	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	9	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	10	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	11	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	12	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	13	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	14	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	15	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	16	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	17	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
B2	18	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	1	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	2	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	3	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	4	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	5	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	6	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	7	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	8	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	9	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	10	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	11	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	12	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	13	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	14	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	15	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	16	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	17	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	18	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	19	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	20	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	21	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	22	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	23	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	24	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	25	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	26	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	1	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	2	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	3	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	4	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	5	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	6	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	7	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	8	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	9	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	10	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	11	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	12	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	13	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	14	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	15	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	16	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	17	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18

E2	18	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	19	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
F2	1	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	2	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	3	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	4	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	5	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	6	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	7	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	8	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	9	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	10	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	11	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	12	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	13	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	14	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	15	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	16	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	17	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	18	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	19	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
A1	1	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	2	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	3	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	4	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	5	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	6	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	7	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	8	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	9	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	10	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	11	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	12	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	13	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
A1	14	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	1	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	2	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	3	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	4	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	5	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	6	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	7	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	8	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	9	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	10	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	11	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	12	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	13	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	1	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	2	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	3	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	4	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	5	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	6	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	7	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	8	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	9	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	10	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	11	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	12	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	13	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	14	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	15	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	16	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	17	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	18	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	19	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	20	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	1	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	2	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	3	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	4	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	5	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	6	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	7	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	8	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	9	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06

E1	10	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	11	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	12	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	13	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	14	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	15	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	16	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	17	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
F1	1	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	2	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	3	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	4	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	5	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	6	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	7	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	8	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	9	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	10	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	11	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	12	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	13	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	14	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	15	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	16	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	17	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61

Geluidbronnen windturbines avond – gemitigeerd

Groep	Naam	LE 31	LE 63	LE 125	LE 250	LE 500	LE 1k	LE 2k	LE 4k	LE 8k	LE Totaal
B1	1	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	2	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	3	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	4	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	5	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	6	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	7	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	8	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	9	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	10	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	11	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	12	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
B1	13	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	1	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	2	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	3	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	4	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	5	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	6	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	7	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	8	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	9	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	10	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	11	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	12	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	13	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	14	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	15	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	16	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	17	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	18	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	19	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C1	20	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
C2	1	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	2	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	3	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	4	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	5	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	6	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	7	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	8	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	9	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	10	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	11	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	12	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	13	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18

C2	14	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	15	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	16	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	17	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	18	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	19	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	20	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	21	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	22	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	23	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	24	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	25	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
C2	26	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E1	1	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	2	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	3	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	4	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	5	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	6	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	7	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	8	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	9	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	10	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	11	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	12	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	13	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	14	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	15	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	16	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E1	17	69,39	79,86	89,96	98	99,51	97,12	94,58	89,76	82,33	104,06
E2	1	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	2	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	3	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	4	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	5	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	6	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	7	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	8	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	9	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	10	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	11	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	12	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	13	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	14	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	15	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	16	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	17	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	18	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
E2	19	71,94	81,66	88,73	93,49	95,07	98,04	96,94	94,53	84,36	103,18
F1	1	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	2	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	3	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	4	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	5	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	6	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	7	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	8	77,24	86,94	93,44	94,84	97,14	97,14	94,44	89,04	72,74	102,96
F1	9	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	10	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	11	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	12	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	13	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	14	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	15	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	16	75,35	86,95	95,35	98,85	99,55	99,55	97,35	91,15	74,25	105,61
F1	17	77,24	86,94	93,44	94,84	97,14	97,14	94,44	89,04	72,74	102,96
F2	1	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	2	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	3	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	4	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	5	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	6	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	7	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	8	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	9	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	10	77,06	86,96	93,06	95,96	96,96	97,06	95,66	92,46	82,86	103,46
F2	11	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99

F2	12	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	13	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	14	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	15	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	16	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	17	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	18	74,98	86,28	93,68	97,98	99,78	101,28	97,78	92,18	78,58	105,99
F2	19	77,06	86,96	93,06	95,96	96,96	97,06	95,66	92,46	82,86	103,46

Geluidbronnen windturbines nacht – ongemitigeerd

Groep	Naam	LE 31	LE 63	LE 125	LE 250	LE 500	LE 1k	LE 2k	LE 4k	LE 8k	LE Totaal
A2	1	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	2	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	3	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	4	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	5	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	6	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	7	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	8	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	9	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	10	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	11	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	12	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	13	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	14	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	15	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	16	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	17	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
A2	18	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	1	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	2	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	3	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	4	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	5	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	6	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	7	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	8	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	9	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	10	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	11	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	12	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	13	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	14	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	15	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	16	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	17	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
B2	18	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	1	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	2	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	3	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	4	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	5	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	6	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	7	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	8	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	9	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	10	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	11	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	12	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	13	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	14	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	15	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	16	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	17	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	18	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	19	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	20	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	21	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	22	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	23	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	24	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	25	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	26	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	1	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	2	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32

E2	3	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	4	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	5	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	6	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	7	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	8	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	9	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	10	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	11	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	12	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	13	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	14	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	15	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	16	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	17	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	18	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E2	19	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
F2	1	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	2	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	3	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	4	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	5	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	6	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	7	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	8	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	9	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	10	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	11	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	12	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	13	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	14	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	15	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	16	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	17	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	18	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	19	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
A1	1	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	2	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	3	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	4	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	5	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	6	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	7	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	8	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	9	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	10	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	11	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	12	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	13	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
A1	14	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	1	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	2	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	3	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	4	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	5	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	6	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	7	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	8	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	9	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	10	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	11	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	12	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	13	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	1	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	2	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	3	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	4	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	5	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	6	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	7	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	8	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	9	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	10	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	11	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	12	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	13	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	14	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23

C1	15	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	16	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	17	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	18	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	19	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	20	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	1	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	2	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	3	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	4	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	5	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	6	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	7	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	8	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	9	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	10	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	11	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	12	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	13	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	14	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	15	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	16	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	17	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
F1	1	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	2	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	3	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	4	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	5	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	6	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	7	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	8	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	9	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	10	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	11	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	12	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	13	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	14	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	15	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	16	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	17	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79

Geluidbronnen windturbines nacht – gemitigeerd

Groep	Naam	LE 31	LE 63	LE 125	LE 250	LE 500	LE 1k	LE 2k	LE 4k	LE 8k	LE Totaal
B1	1	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	2	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	3	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	4	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	5	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	6	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	7	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	8	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	9	68,92	79,47	89,64	97,48	98,71	96,41	93,94	89,07	81,63	103,39
B1	10	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	11	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	12	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
B1	13	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	1	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	2	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	3	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	4	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	5	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	6	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	7	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	8	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	9	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	10	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	11	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	12	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	13	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	14	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	15	65,94	76,79	86,81	93,41	93,85	92,59	90,07	84,86	77,26	99,21
C1	16	65,94	76,79	86,81	93,41	93,85	92,59	90,07	84,86	77,26	99,21
C1	17	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	18	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C1	19	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23

C1	20	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
C2	1	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	2	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	3	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	4	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	5	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	6	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	7	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	8	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	9	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	10	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	11	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	12	70,9	80,62	87,69	92,45	94,03	97	95,9	93,49	83,32	102,14
C2	13	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	14	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	15	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	16	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	17	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	18	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	19	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	20	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	21	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	22	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	23	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	24	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	25	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
C2	26	72,08	81,8	88,87	93,63	95,21	98,18	97,08	94,67	84,5	103,32
E1	1	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	2	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	3	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	4	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	5	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	6	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	7	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	8	68,25	78,9	89,1	96,7	97,66	95,51	93,1	88,16	80,69	102,5
E1	9	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	10	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	11	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	12	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	13	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	14	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	15	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	16	69,56	80,03	90,13	98,17	99,68	97,29	94,75	89,93	82,5	104,23
E1	17	66,74	77,54	87,7	94,7	95,21	93,55	91,16	86,06	78,53	100,4
F1	1	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	2	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	3	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	4	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	5	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	6	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	7	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	8	75,94	85,64	92,14	93,54	95,84	95,84	93,14	87,74	71,44	101,66
F1	9	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	10	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	11	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	12	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	13	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	14	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	15	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	16	75,53	87,13	95,53	99,03	99,73	99,73	97,53	91,33	74,43	105,79
F1	17	74,33	84,03	90,53	91,93	94,23	94,23	91,53	86,13	69,83	100,05
F2	1	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	2	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	3	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	4	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	5	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	6	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	7	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	8	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	9	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	10	77,17	87,07	93,17	96,07	97,07	97,17	95,77	92,57	82,97	103,57
F2	11	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	12	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	13	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	14	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	15	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	16	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11

F2	17	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	18	75,1	86,4	93,8	98,1	99,9	101,4	97,9	92,3	78,7	106,11
F2	19	77,17	87,07	93,17	96,07	97,07	97,17	95,77	92,57	82,97	103,57

Wegverkeer

Wegdek, max snelheid en geprognosticeerde etmaalintensiteiten (in 2027)

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Wegdek	Max. snelh.	Etmaal-intensiteit
gem_30_1	Bouwdijk/Nieuweweg	63496,8	421403,92	W0	30	623
gem_30_2	Molendijk	63808,98	421067,48	W0	30	623
gem_30_3	Nolleweg	64341,14	421313,34	W0	30	623
gem_50_1	Eendrachtsdijk	61351,39	425038,92	W0	50	3324
gem_60_1	Kraaijenissedijk	63311,45	422039,89	W0	60	623
gem_60_2	Eendrachtsdijk	62363,85	423914,02	W0	60	2077
gem_60_3	Plaatweg	62363,85	423904,13	W0	60	2077
prov_80_1	oude N215	64939,35	420716,06	W0	80	2589
prov_80_2	oude N215	64417,9	421444,22	W0	80	1096
prov_80_3	oude N215	64418,9	421454,26	W0	80	1795
prov_80_4	nieuwe N215	64399,77	421677,8	W0	80	11820
pro_80_1	N215	61282,45	423749,65	W0	80	9007
pro_80_2	N215	63019,47	422132,25	W0	80	9007
pro_80_4	N215	65472,46	420697,88	W0	80	13401
wat_60_1	Scharrezeeweg	61609,38	424538,65	W0	60	623
wat_60_10	Kraaijenissedijk	63504,9	422105,67	W0	60	623
wat_60_11	Damdijk/Bouwdijk	63298,1	422031,22	W0	60	623
wat_60_12	West Havendijk	67117,38	422544,88	W0	60	727
wat_60_13	Noorddijk	66316,64	420480,85	W0	60	831
wat_60_14	Oud Kraaijerdijk	67003,68	421685,49	W0	60	312
wat_60_2	Oude Dijk	63014,27	424556,78	W0	60	415
wat_60_3	Oude Dijk	63438,2	423590,93	W0	60	415
wat_60_4	Oude Dijk	64600,23	422674,47	W0	60	415
wat_60_5	Scharrezeeweg	63014,11	424562,38	W0	60	208
wat_60_6	Zuiderdiepweg	65039,31	424221,86	W0	60	208
wat_60_7	Zuiderdiepweg	66915,62	423504,97	W0	60	208
wat_60_8	Kraaijenissedijk	67105,87	422548,21	W0	60	208
wat_60_9	Kraaijenissedijk	64934,53	422384,15	W0	60	623

Verdeling provinciale wegen

uur	**dag**	**avond**	**nacht**
uurgemiddelde	6,46	3,5	1,1
lichte mvt	90,3	85,7	86,9
middelzware mvt	7,1	7,1	9,4
zware mvt	2,6	7,1	3,7

Verdeling waterschapswegen

uur	**dag**	**avond**	**nacht**
uurgemiddelde	6,7	3,3	0,8
lichte mvt	90,7	90,7	90,7
middelzware mvt	6,6	6,6	6,6
zware mvt	2,7	2,7	2,7

Verdeling gemeentelijke wegen

uur	dag	avond	nacht
uurgemiddelde	7	2,6	0,7
lichte mvt	90	90	90
middelzware mvt	5	5	5
zware mvt	5	5	5


A1
Pondera Consult
Windturbine
0 m
1000 m
schaal = 1 : 25000
HARINGVLIET
Aardappelengat
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Gemeente
Goeree-Overflakkee
Zuiderdieppolder
Kroningspolder
Nieuwe Kroningspolder
Bospolder
Halspolder
Eendragtspolder
Kraaijenisse Polder
Westplaat
Tweede Polder
Kraaijestein
Roxenisse
Zuiderdiepweg
Zuiderdiepstraatweg
Halsweg
Oosterweg
Stootweg
Kruisweg
Langeweg
Buitendijk
Oudedijk
Plaatweg
Leeuwenhoeve
Johannahoeve
424000
422000
66000
68000
64000
Industrielawaai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21


B1
Pondera Consult
Windturbine
schaal = 1 : 25000
1000 m
0 m
HARINGVLIET
Aardappelengat
Goeree-Overflakkee
Gemeente
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Zuiderdieppolder
Kroningspolder
Nieuwe Kroningspolder
Bospolder
Halspolder
Eendragtspolder
Kraaijenisse Polder
Westplaat
Tweede Bekadeweg
Kraaijestein
Oosterweg
Stootweg
Langeweg
Oudedijk
Plaatweg
Halsweg
Leeuwenhoeve
Ruigenhil
Roxenisse
424000
422000
66000
68000
64000
Industrielawaai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21


C1
Pondera Consult
Windturbine
0 m
1000 m
schaal = 1 : 25000
HARINGVLIET
Aardappelengat
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Zuiderdieppolder
Zuiderdiepstraatweg
Buitendijk
Nieuwe Kroningspolder
Kroningspolder
Zuiderdiepweg
Gemeente
Goeree-Overflakkee
Bospolder
Halspolder
Halsweg
Oosterweg
Trendelweg
Leeuwenhoeve
Eendragtspolder
Johannahoeve
Langeweg
Plaatweg
Halsteeg
Halsloot
Halszicht
Kraaijenisse
Polder
Kraaijestein
Westplaat
Tweede
Bakadeweg
Kruisweg
Oud Kraaijendijk
Stootweg
Wouterkeshof
Akkerzorg
De Bonte Koe
Ruigenhil
Roxenisse
424000
422000
68000
66000
64000
Industrielaweai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21


A2
Pondera Consult
Windturbine
0 m
1000 m
schaal = 1 : 25000
HARINGVLIET
Aardappelengat
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Gemeente
Goeree-Overflakkee
Zuiderdieppolder
Kroningspolder
Nieuwe Kroningspolder
Halspolder
Bospolder
Eendragtspolder
Kraaijenisse Polder
Westplaat
Tweede Polder
Kraaijestein
Zuiderdiepweg
Zuiderdiepstraatweg
Halsweg
Oosterweg
Stootweg
Kruisweg
Langeweg
Plaatweg
Oudedijk
Buitendijk
Trendelweg
Leeuwenhoeve
Johannahoeve
Roxenisse
424000
422000
66000
68000
64000
Industrielaweai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21


B2
Pondera Consult
Windturbine
0 m
1000 m
schaal = 1 : 25000
HARINGVLIET
Aardappelengat
Gemeente
Goeree-Overflakkee
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Zuiderdieppolder
Kroningspolder
Nieuwe Kroningspolder
Bospolder
Halspolder
Eendragtspolder
Kraaijenisse Polder
Westplaat Polder
Kraaijestein
Tweede Westplaat
Westplaat 2
Oosterweg
Halsweg
Stootweg
Langeweg
Plaatweg
Oudedijk
Buitendijk
Kruisweg
Bakadeweg
Oud Kraaijendijk
Wouterkeshof
Ruigenhil
Roxenisse
424000
422000
68000
66000
64000
Industrielawaai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21

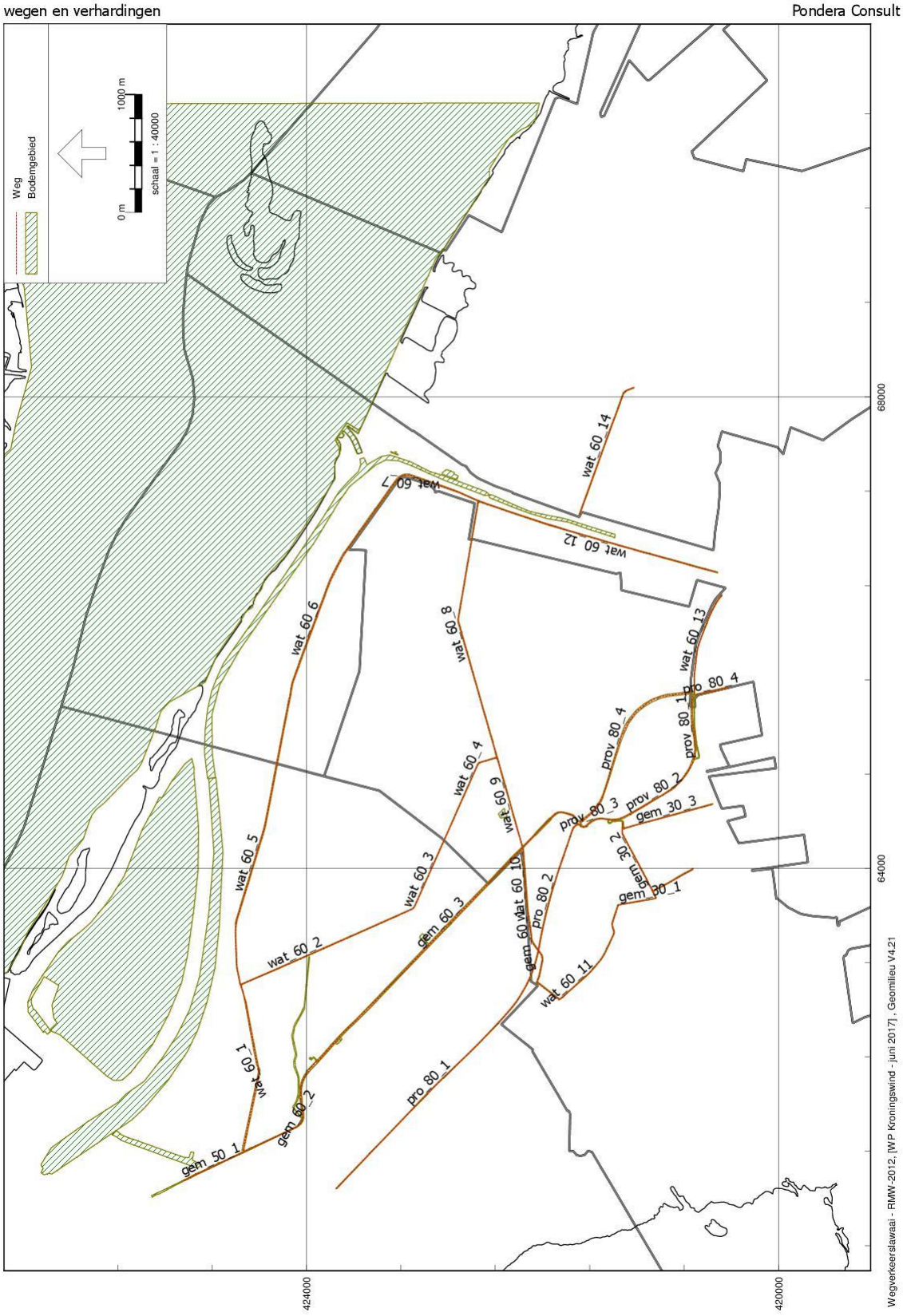

C2
Pondera Consult
Windturbine
0 m
1000 m
schaal = 1 : 25000
HARINGVLIET
Aardappelengat
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Goereé-Overflakkee
Gemeente
Eendragtspolder
Halspolder
Kraaijenisse Polder
Kraaijestein
Westplaat
Tweede Westplaat
Zuiderdieppolder
Kroningspolder
Nieuwe Kroningspolder
Bospolder
Oosterweg
Halsweg
Stootweg
Langeweg
Plaatweg
Oudedijk
Buitendijk
Zuiderdiepweg
Kruisweg
Kraaijerdijk
Kraaijenisseedijk
Trendelweg
Leeuwenhoeve
Johannahoeve
Roxenisse
Ruigenhil
424000
422000
66000
68000
64000
Industrielawaai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21

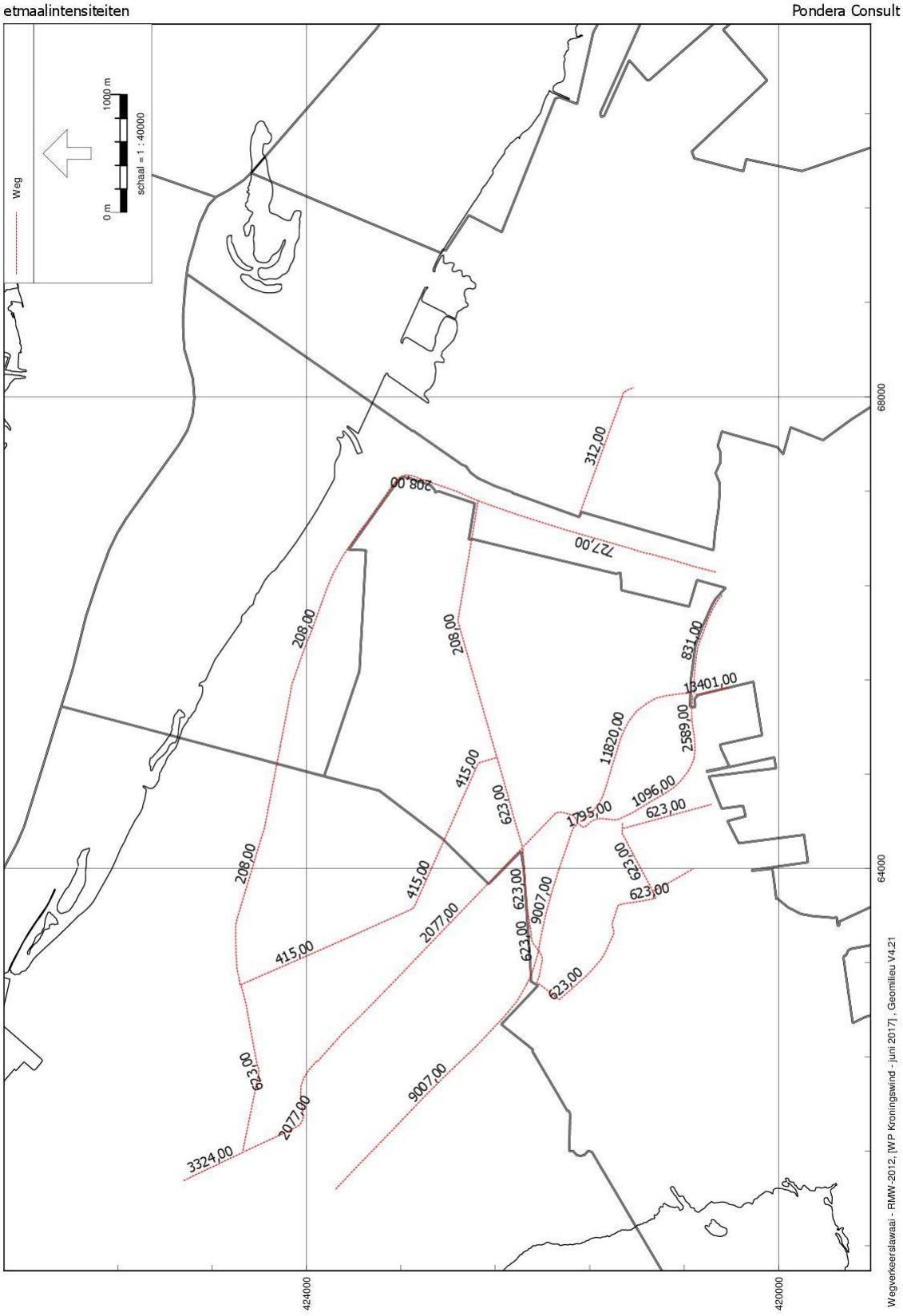

E1
Pondera Consult
Windturbine
1000 m
0 m
schaal = 1 : 25000
HARINGVLIET
Aardappelengat
Goeree-Overflakkee
Gemeente
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Zuiderdiepweg
Zuiderdiepstraatweg
Nieuwe Kroningspolder
Kroningspolder
Bospolder
Halspolder
Eendragtspolder
Kraaijenisse Polder
Westplaat
Tweede Westplaatsedijk
Kraaijenstein
Polder
Oosterweg
Halsweg
Stoofweg
Kruisweg
Langeweg
Zuiddoord
Tweede Weg
Kraaierdijk
Kraaierdoord
Buitendijk
Oudedijk
Leeuwenhoekweg
Trendelweg
Plaatweg
Halszicht
Johannahoeve
Roxenisse
Ruigenhil
De Bonte Koe
Akkerzorg
Woutertje Pieterse Hof
De Slechtvalk
Bakkerweg
Oud Kraaijerdijk
424000
422000
66000
68000
64000
Industrielaweai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017] , Geomilieu V4.21


E2
Pondera Consult
Windturbine
1000 m
0 m
schaal = 1 : 25000
HARINGVLIET
Aardappelengat
Goeree-Overflakkee
Gemeente
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Zuiderdiepolder
Nieuwe Kroningspolder
Kroningspolder
Bospolder
Halspolder
Eendragtspolder
Polder
Kraaijenisse
Kraaijestein
Roxenisse
Westplaat
Tweede
Zuiddoord
Oosterweg
Stortweg
Kruisweg
Halsweg
Langeweg
Plaatweg
Oudedijk
Buitendijk
Zuiderdiepweg
Zuiderdiepstraatweg
Kraaijendijk
Kraaierdijk
Kraaierdijk
Tweede Weg
Leeuwenhoekweg
Tiendeweg
Johannahoeve
Halszicht
Rijgenhil
De Bonte Koe
Akkerzorg
Oud Kraaijendijk
Wouterkeshof
424000
422000
66000
68000
64000
Industrielaweai - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21


Toetspunten
Legenda
Toetspunten
HARINGVLIET
Aardappelengat
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
(Natuurreservaat)
Zuiderdiep
Zuiderdieppolder
Zuiderdiepstraatweg
Nieuwe Kroningspolder
Buitendijk
Kroningspolder
Zuiderdiepweg
Gemeente
Goeree-Overflakkee
Bospolder
Halspolder
Halsweg
Oosterweg
Oudedijk
Eendragtspolder
Plaatweg
Langeweg
Zomerweg
Stellendam
Scharrezeepolder
Weeshuis polder
Woutrinapolder
Damweg
Zeedijk
Gabriëllinapolder
Bouwdijk
Halsgors
Kraaijenisse
Kraaijenissedijk
Kruisweg
Stoofweg
Wouterkes
Tweede Weg
Kraaijerdijk
Kraaijer
Nieuw-Kraaijer
Noorddijk
Beukenhof
Nolleweg
Ruigenhil
Melissant
Golfterrein Catharinenburg
IJsbaan
Molendijk
Roxenisse
Julianawatering
Stellegors
Bieningenweg
Polder
Oud-Kraaijer
Oud Kraaijerdijk
De Bonte Koe
Akkerzorg
Westplaat 2
De Slachtvalk
Bokadeweg
Haven van Dirksland
Oost Havendijk
Zwarte Gat
De Troffel
Halszicht
Leeuwenhoeve
Landzicht
Johannahoeve
Kraaiercord
Helsstee
001
002
003
004
005
006
007
008
009
010
011
012
013
014
015
016
017
018
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
0
500
1000 m


bodemgebieden, gebouwen en schermen (nokken)
Pondera Consult
Bodemgebied
Gebouw
Scherm
1000 m
schaal = 1 : 25000
0 m
HARINGVLIET
Aardappelengat
Goeree-Overflakkee
Gemeente
De Scheelhoek
Plaat van Scheelhoek
Zuiderdiep
Zuiderdieppolder
Kroningspolder
Nieuwe Kroningspolder
Halspolder
Bospolder
Eendragtspolder
Kraaijenisse
Polder
Kraaijestein
Westplaat
Tweede
Oosterweg
Halsweg
Stootweg
Langeweg
Plaatweg
Oudedijk
Buitendijk
Zuiderdiepweg
Zuiderdiepstraatweg
Kruisweg
Kraaijenisseplein
Kraaijenisseweg
Zuidoord
Kraaieoord
Tweede Weg
Leeuwenhoeve
Johannahoeve
Ruigenhil
Roxenisse
424000
422000
68000
66000
64000
Industrielaweg - WT, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21


wegen en verhardingen
Pondera Consult
Weg
Bodemgebied
1000 m
0 m
schaal = 1 : 40000
wat 60_14
wat 60_7
wat 60_12
wat 60_6
wat 60_8
wat 60_13
pro 80_4
prov 80_4
prov 80_1
wat 60_4
wat 60_9
prov 80_3
prov 80_2
gem 30_3
gem 30_2
gem 30_1
wat 60_5
wat 60_3
wat 60_10
gem 60_3
pro 80_2
gem 60_1
wat 60_2
wat 60_11
wat 60_1
gem 60_2
pro 80_1
gem 50_1
68000
64000
424000
420000
Wegverkeerslawaai - RMW-2012, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21


etmaalintensiteiten
Pondera Consult
Weg
0 m
1000 m
schaal = 1 : 40000
312,00
208,00
727,00
208,00
208,00
831,00
13401,00
11820,00
2589,00
415,00
623,00
1096,00
1795,00
623,00
208,00
415,00
623,00
623,00
623,00
9007,00
623,00
623,00
2077,00
415,00
623,00
623,00
9007,00
2077,00
3324,00
424000
420000
68000
64000
Wegverkeerslawaai - RMW-2012, [WP Kroningswind - juni 2017], Geomilieu V4.21

BIJLAGE 3 REKENRESULTATEN AKOESTIEK

Alternatief A1

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	35,77	36,01	36,18	42,51
001-2	Plaatweg 7 Z	5	31,59	31,83	32,00	38,33
002	Kraaijenissedijk 2	5	34,08	34,32	34,49	40,82
003	Kraaijerdijk 23	5	30,66	30,90	31,07	37,40
004	Kraaijerdijk 25	5	30,28	30,52	30,69	37,02
005	Kraaijerdijk 27	5	30,39	30,62	30,79	37,12
006-1	Plaatweg 6	5	35,13	35,37	35,54	41,87
006-2	Plaatweg 6	5	35,01	35,25	35,42	41,75
007-1	Plaatweg 4	5	36,12	36,36	36,53	42,86
007-2	Plaatweg 4	5	34,99	35,23	35,40	41,73
008-1	Plaatweg 2	5	35,23	35,47	35,64	41,97
008-2	Plaatweg 2	5	34,02	34,26	34,43	40,76
009-1	Plaatweg 3	5	35,12	35,36	35,53	41,86
009-2	Plaatweg 3	5	36,32	36,56	36,73	43,06
009-3	Plaatweg 3	5	30,14	30,38	30,55	36,88
010-1	Plaatweg 1	5	34,85	35,09	35,26	41,59
010-2	Plaatweg 1	5	34,55	34,78	34,95	41,28
010-3	Plaatweg 1	5	30,68	30,91	31,08	37,41
011	Oost Havendijk 26	5	39,75	39,99	40,16	46,49
012	Oost Havendijk 24	5	38,01	38,25	38,42	44,75
013	West Havendijk 63	5	36,55	36,79	36,96	43,29
014	West Havendijk 61a	5	35,72	35,96	36,13	42,46
015	West Havendijk 59	5	34,96	35,19	35,36	41,69
016	West Havendijk 47	5	31,70	31,94	32,11	38,44
017	Kraaijerdijk 31	5	30,10	30,33	30,50	36,83
018	Kraaijerdijk 2a	5	29,41	29,64	29,81	36,14
101	Tiendeweg 1	5	40,38	40,62	40,79	47,12
102	Halsweg 2	5	41,73	41,97	42,14	48,47
103	Zuiderdiepweg 1	5	42,49	42,73	42,90	49,23
104	Oosterweg 1	5	40,97	41,20	41,37	47,70
105	Zuiderdiepweg 2	5	43,72	43,96	44,13	50,46
106	Kraaijenissedijk 12	5	41,92	42,16	42,33	48,66
107	Heuvelweg 1	5	40,59	40,83	41,00	47,33
108	Oudedijk 1	5	37,75	37,99	38,16	44,49
109	Zuiderdiepweg 4	5	42,85	43,08	43,25	49,58
110	Oosterweg 3	5	41,01	41,25	41,42	47,75

Alternatief B1

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	41,07	41,31	41,48	47,81
001-2	Plaatweg 7 Z	5	37,53	37,77	37,94	44,27
002	Kraaijenissedijk 2	5	38,53	38,77	38,94	45,27
003	Kraaijerdijk 23	5	35,20	35,43	35,60	41,93
004	Kraaijerdijk 25	5	34,77	35,00	35,17	41,50
005	Kraaijerdijk 27	5	34,68	34,92	35,09	41,42
006-1	Plaatweg 6	5	36,78	37,02	37,19	43,52

006-2	Plaatweg 6	5	36,61	36,85	37,02	43,35
007-1	Plaatweg 4	5	37,44	37,67	37,84	44,17
007-2	Plaatweg 4	5	36,51	36,75	36,92	43,25
008-1	Plaatweg 2	5	37,38	37,61	37,78	44,11
008-2	Plaatweg 2	5	35,33	35,57	35,74	42,07
009-1	Plaatweg 3	5	36,12	36,36	36,53	42,86
009-2	Plaatweg 3	5	37,17	37,41	37,58	43,91
009-3	Plaatweg 3	5	32,36	32,59	32,76	39,09
010-1	Plaatweg 1	5	35,32	35,56	35,73	42,06
010-2	Plaatweg 1	5	35,89	36,13	36,30	42,63
010-3	Plaatweg 1	5	33,33	33,56	33,73	40,06
011	Oost Havendijk 26	5	38,41	38,64	38,81	45,14
012	Oost Havendijk 24	5	37,64	37,87	38,04	44,37
013	West Havendijk 63	5	37,28	37,52	37,69	44,02
014	West Havendijk 61a	5	36,80	37,04	37,21	43,54
015	West Havendijk 59	5	36,35	36,59	36,76	43,09
016	West Havendijk 47	5	33,72	33,95	34,12	40,45
017	Kraaijerdijk 31	5	33,39	33,63	33,80	40,13
018	Kraaijerdijk 2a	5	32,98	33,21	33,38	39,71
101	Tiendeweg 1	5	43,02	43,26	43,43	49,76
102	Halsweg 2	5	40,86	41,10	41,27	47,60
103	Zuiderdiepweg 1	5	41,25	41,48	41,65	47,98
104	Oosterweg 1	5	41,23	41,46	41,63	47,96
105	Zuiderdiepweg 2	5	42,45	42,69	42,86	49,19
106	Kraaijenissedijk 12	5	42,34	42,57	42,74	49,07
107	Heuvelweg 1	5	39,86	40,09	40,26	46,59
108	Oudedijk 1	5	40,73	40,97	41,14	47,47
109	Zuiderdiepweg 4	5	41,93	42,17	42,34	48,67
110	Oosterweg 3	5	41,87	42,11	42,28	48,61

Alternatief C1

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	42,78	43,02	43,19	49,52
001-2	Plaatweg 7 Z	5	40,40	40,64	40,81	47,14
002	Kraaijenissedijk 2	5	39,90	40,14	40,31	46,64
003	Kraaijerdijk 23	5	35,94	36,18	36,35	42,68
004	Kraaijerdijk 25	5	35,54	35,78	35,95	42,28
005	Kraaijerdijk 27	5	35,41	35,64	35,81	42,14
006-1	Plaatweg 6	5	37,29	37,53	37,70	44,03
006-2	Plaatweg 6	5	37,21	37,45	37,62	43,95
007-1	Plaatweg 4	5	38,11	38,35	38,52	44,85
007-2	Plaatweg 4	5	37,01	37,24	37,41	43,74
008-1	Plaatweg 2	5	37,81	38,05	38,22	44,55
008-2	Plaatweg 2	5	35,31	35,54	35,71	42,04
009-1	Plaatweg 3	5	36,06	36,30	36,47	42,80
009-2	Plaatweg 3	5	36,93	37,17	37,34	43,67
009-3	Plaatweg 3	5	34,21	34,44	34,61	40,94
010-1	Plaatweg 1	5	35,45	35,69	35,86	42,19
010-2	Plaatweg 1	5	36,17	36,41	36,58	42,91
010-3	Plaatweg 1	5	33,18	33,41	33,58	39,91
011	Oost Havendijk 26	5	40,00	40,24	40,41	46,74

012	Oost Havendijk 24	5	38,76	38,99	39,16	45,49
013	West Havendijk 63	5	38,26	38,50	38,67	45,00
014	West Havendijk 61a	5	37,78	38,02	38,19	44,52
015	West Havendijk 59	5	37,31	37,55	37,72	44,05
016	West Havendijk 47	5	34,60	34,84	35,01	41,34
017	Kraaijerdijk 31	5	34,18	34,41	34,58	40,91
018	Kraaijerdijk 2a	5	33,78	34,02	34,19	40,52
101	Tiendeweg 1	5	45,03	45,26	45,43	51,76
102	Halsweg 2	5	43,51	43,75	43,92	50,25
103	Zuiderdiepweg 1	5	43,76	43,99	44,16	50,49
104	Oosterweg 1	5	43,29	43,53	43,70	50,03
105	Zuiderdiepweg 2	5	44,58	44,82	44,99	51,32
106	Kraaijenissedijk 12	5	43,00	43,24	43,41	49,74
107	Heuvelweg 1	5	42,99	43,23	43,40	49,73
108	Oudedijk 1	5	41,82	42,06	42,23	48,56
109	Zuiderdiepweg 4	5	43,99	44,22	44,39	50,72
110	Oosterweg 3	5	43,46	43,70	43,87	50,20

Alternatief A2

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	33,97	34,18	34,32	40,66
001-2	Plaatweg 7 Z	5	30,02	30,24	30,38	36,72
002	Kraaijenissedijk 2	5	32,81	33,03	33,17	39,51
003	Kraaijerdijk 23	5	28,36	28,58	28,72	35,06
004	Kraaijerdijk 25	5	27,95	28,17	28,31	34,65
005	Kraaijerdijk 27	5	27,86	28,07	28,21	34,55
006-1	Plaatweg 6	5	33,45	33,66	33,80	40,14
006-2	Plaatweg 6	5	32,47	32,68	32,82	39,16
007-1	Plaatweg 4	5	34,48	34,70	34,84	41,18
007-2	Plaatweg 4	5	33,34	33,56	33,70	40,04
008-1	Plaatweg 2	5	33,46	33,67	33,81	40,15
008-2	Plaatweg 2	5	32,52	32,73	32,87	39,21
009-1	Plaatweg 3	5	33,44	33,66	33,80	40,14
009-2	Plaatweg 3	5	33,51	33,73	33,87	40,21
009-3	Plaatweg 3	5	25,97	26,19	26,33	32,67
010-1	Plaatweg 1	5	33,26	33,47	33,61	39,95
010-2	Plaatweg 1	5	33,05	33,26	33,40	39,74
010-3	Plaatweg 1	5	29,08	29,30	29,44	35,78
011	Oost Havendijk 26	5	37,46	37,67	37,81	44,15
012	Oost Havendijk 24	5	35,37	35,59	35,73	42,07
013	West Havendijk 63	5	33,87	34,08	34,22	40,56
014	West Havendijk 61a	5	32,98	33,20	33,34	39,68
015	West Havendijk 59	5	32,14	32,35	32,49	38,83
016	West Havendijk 47	5	28,30	28,51	28,65	34,99
017	Kraaijerdijk 31	5	27,09	27,31	27,45	33,79
018	Kraaijerdijk 2a	5	26,57	26,79	26,93	33,27
101	Tiendeweg 1	5	40,08	40,29	40,43	46,77
102	Halsweg 2	5	42,73	42,94	43,08	49,42
103	Zuiderdiepweg 1	5	41,37	41,58	41,72	48,06
104	Oosterweg 1	5	41,12	41,34	41,48	47,82
105	Zuiderdiepweg 2	5	42,72	42,94	43,08	49,42

106	Kraaijenissedijk 12	5	39,76	39,97	40,11	46,45
107	Heuvelweg 1	5	40,49	40,70	40,84	47,18
108	Oudedijk 1	5	37,43	37,65	37,79	44,13
109	Zuiderdiepweg 4	5	41,83	42,04	42,18	48,52
110	Oosterweg 3	5	41,08	41,29	41,43	47,77

Alternatief B2

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	40,67	40,89	41,03	47,37
001-2	Plaatweg 7 Z	5	36,77	36,98	37,12	43,46
002	Kraaijenissedijk 2	5	39,80	40,02	40,16	46,50
003	Kraaijerdijk 23	5	34,72	34,93	35,07	41,41
004	Kraaijerdijk 25	5	34,13	34,34	34,48	40,82
005	Kraaijerdijk 27	5	33,82	34,03	34,17	40,51
006-1	Plaatweg 6	5	35,91	36,12	36,26	42,60
006-2	Plaatweg 6	5	35,88	36,09	36,23	42,57
007-1	Plaatweg 4	5	36,77	36,99	37,13	43,47
007-2	Plaatweg 4	5	35,72	35,94	36,08	42,42
008-1	Plaatweg 2	5	36,58	36,79	36,93	43,27
008-2	Plaatweg 2	5	34,50	34,72	34,86	41,20
009-1	Plaatweg 3	5	34,96	35,18	35,32	41,66
009-2	Plaatweg 3	5	35,20	35,42	35,56	41,90
009-3	Plaatweg 3	5	31,55	31,76	31,90	38,24
010-1	Plaatweg 1	5	34,91	35,13	35,27	41,61
010-2	Plaatweg 1	5	34,77	34,98	35,12	41,46
010-3	Plaatweg 1	5	31,75	31,96	32,10	38,44
011	Oost Havendijk 26	5	38,98	39,19	39,33	45,67
012	Oost Havendijk 24	5	36,48	36,69	36,83	43,17
013	West Havendijk 63	5	35,17	35,38	35,52	41,86
014	West Havendijk 61a	5	34,45	34,67	34,81	41,15
015	West Havendijk 59	5	33,93	34,14	34,28	40,62
016	West Havendijk 47	5	31,20	31,42	31,56	37,90
017	Kraaijerdijk 31	5	31,05	31,26	31,40	37,74
018	Kraaijerdijk 2a	5	30,71	30,92	31,06	37,40
101	Tiendeweg 1	5	43,62	43,84	43,98	50,32
102	Halsweg 2	5	40,54	40,75	40,89	47,23
103	Zuiderdiepweg 1	5	39,57	39,79	39,93	46,27
104	Oosterweg 1	5	40,83	41,04	41,18	47,52
105	Zuiderdiepweg 2	5	41,56	41,78	41,92	48,26
106	Kraaijenissedijk 12	5	39,79	40,00	40,14	46,48
107	Heuvelweg 1	5	38,58	38,79	38,93	45,27
108	Oudedijk 1	5	43,53	43,75	43,89	50,23
109	Zuiderdiepweg 4	5	39,54	39,75	39,89	46,23
110	Oosterweg 3	5	41,77	41,98	42,12	48,46

Alternatief C2

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	41,08	41,30	41,44	47,78
001-2	Plaatweg 7 Z	5	37,26	37,48	37,62	43,96

002	Kraaijenissedijk 2	5	40,16	40,38	40,52	46,86
003	Kraaijerdijk 23	5	35,06	35,27	35,41	41,75
004	Kraaijerdijk 25	5	34,48	34,70	34,84	41,18
005	Kraaijerdijk 27	5	34,15	34,36	34,50	40,84
006-1	Plaatweg 6	5	36,34	36,55	36,69	43,03
006-2	Plaatweg 6	5	36,31	36,53	36,67	43,01
007-1	Plaatweg 4	5	37,21	37,42	37,56	43,90
007-2	Plaatweg 4	5	36,16	36,37	36,51	42,85
008-1	Plaatweg 2	5	36,97	37,18	37,32	43,66
008-2	Plaatweg 2	5	34,77	34,98	35,12	41,46
009-1	Plaatweg 3	5	35,42	35,63	35,77	42,11
009-2	Plaatweg 3	5	35,54	35,75	35,89	42,23
009-3	Plaatweg 3	5	32,22	32,44	32,58	38,92
010-1	Plaatweg 1	5	35,31	35,53	35,67	42,01
010-2	Plaatweg 1	5	35,11	35,32	35,46	41,80
010-3	Plaatweg 1	5	32,08	32,29	32,43	38,77
011	Oost Havendijk 26	5	38,85	39,06	39,20	45,54
012	Oost Havendijk 24	5	37,27	37,48	37,62	43,96
013	West Havendijk 63	5	36,46	36,68	36,82	43,16
014	West Havendijk 61a	5	35,78	35,99	36,13	42,47
015	West Havendijk 59	5	35,21	35,43	35,57	41,91
016	West Havendijk 47	5	32,23	32,45	32,59	38,93
017	Kraaijerdijk 31	5	31,68	31,89	32,03	38,37
018	Kraaijerdijk 2a	5	31,29	31,50	31,64	37,98
101	Tiendeweg 1	5	44,38	44,59	44,73	51,07
102	Halsweg 2	5	42,87	43,08	43,22	49,56
103	Zuiderdiepweg 1	5	42,82	43,03	43,17	49,51
104	Oosterweg 1	5	42,96	43,18	43,32	49,66
105	Zuiderdiepweg 2	5	43,60	43,82	43,96	50,30
106	Kraaijenissedijk 12	5	41,67	41,88	42,02	48,36
107	Heuvelweg 1	5	43,36	43,57	43,71	50,05
108	Oudedijk 1	5	43,74	43,95	44,09	50,43
109	Zuiderdiepweg 4	5	43,03	43,25	43,39	49,73
110	Oosterweg 3	5	43,15	43,36	43,50	49,84

Alternatief B1 – gemitigeerd

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	41,07	41,31	40,99	47,43
001-2	Plaatweg 7 Z	5	37,53	37,77	37,42	43,87
002	Kraaijenissedijk 2	5	38,53	38,77	38,87	45,22
003	Kraaijerdijk 23	5	35,20	35,43	35,58	41,92
004	Kraaijerdijk 25	5	34,77	35,00	35,15	41,49
005	Kraaijerdijk 27	5	34,68	34,92	35,07	41,40
006-1	Plaatweg 6	5	36,78	37,02	37,05	43,41
006-2	Plaatweg 6	5	36,61	36,85	36,87	43,23
007-1	Plaatweg 4	5	37,44	37,67	37,73	44,09
007-2	Plaatweg 4	5	36,51	36,75	36,77	43,13
008-1	Plaatweg 2	5	37,38	37,61	37,53	43,92
008-2	Plaatweg 2	5	35,33	35,57	35,62	41,98
009-1	Plaatweg 3	5	36,12	36,36	36,45	42,80
009-2	Plaatweg 3	5	37,17	37,41	37,50	43,85

009-3	Plaatweg 3	5	32,36	32,59	32,52	38,91
010-1	Plaatweg 1	5	35,32	35,56	35,62	41,97
010-2	Plaatweg 1	5	35,89	36,13	36,13	42,50
010-3	Plaatweg 1	5	33,33	33,56	33,48	39,87
011	Oost Havendijk 26	5	38,41	38,64	38,81	45,14
012	Oost Havendijk 24	5	37,64	37,87	38,04	44,37
013	West Havendijk 63	5	37,28	37,52	37,69	44,02
014	West Havendijk 61a	5	36,80	37,04	37,20	43,53
015	West Havendijk 59	5	36,35	36,59	36,75	43,08
016	West Havendijk 47	5	33,72	33,95	34,12	40,45
017	Kraaijerdijk 31	5	33,39	33,63	33,79	40,12
018	Kraaijerdijk 2a	5	32,98	33,21	33,37	39,70
101	Tiendeweg 1	5	43,02	43,26	43,13	49,53
102	Halsweg 2	5	40,86	41,10	41,16	47,51
103	Zuiderdiepweg 1	5	41,25	41,48	41,64	47,97
104	Oosterweg 1	5	41,23	41,46	41,63	47,96
105	Zuiderdiepweg 2	5	42,45	42,69	42,86	49,19
106	Kraaijenissedijk 12	5	42,34	42,57	42,74	49,07
107	Heuvelweg 1	5	39,86	40,09	40,25	46,58
108	Oudedijk 1	5	40,73	40,97	41,11	47,45
109	Zuiderdiepweg 4	5	41,93	42,17	42,33	48,66
110	Oosterweg 3	5	41,87	42,11	42,27	48,60

Alternatief C1 – gemitigeerd

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	42,78	43,02	40,27	47,44
001-2	Plaatweg 7 Z	5	40,40	40,64	37,49	44,81
002	Kraaijenissedijk 2	5	39,90	40,14	39,76	46,22
003	Kraaijerdijk 23	5	35,94	36,18	36,13	42,51
004	Kraaijerdijk 25	5	35,54	35,78	35,74	42,12
005	Kraaijerdijk 27	5	35,41	35,64	35,67	42,03
006-1	Plaatweg 6	5	37,29	37,53	36,62	43,22
006-2	Plaatweg 6	5	37,21	37,45	36,50	43,11
007-1	Plaatweg 4	5	38,11	38,35	37,47	44,06
007-2	Plaatweg 4	5	37,01	37,24	36,33	42,93
008-1	Plaatweg 2	5	37,81	38,05	36,71	43,43
008-2	Plaatweg 2	5	35,31	35,54	34,90	41,43
009-1	Plaatweg 3	5	36,06	36,30	35,83	42,31
009-2	Plaatweg 3	5	36,93	37,17	36,72	43,20
009-3	Plaatweg 3	5	34,21	34,44	33,56	40,15
010-1	Plaatweg 1	5	35,45	35,69	35,01	41,55
010-2	Plaatweg 1	5	36,17	36,41	35,38	42,01
010-3	Plaatweg 1	5	33,18	33,41	32,24	38,91
011	Oost Havendijk 26	5	40,00	40,24	40,39	46,72
012	Oost Havendijk 24	5	38,76	38,99	39,14	45,48
013	West Havendijk 63	5	38,26	38,50	38,65	44,98
014	West Havendijk 61a	5	37,78	38,02	38,16	44,50
015	West Havendijk 59	5	37,31	37,55	37,69	44,03
016	West Havendijk 47	5	34,60	34,84	34,95	41,29
017	Kraaijerdijk 31	5	34,18	34,41	34,50	40,85
018	Kraaijerdijk 2a	5	33,78	34,02	34,08	40,43

101	Tiendeweg 1	5	45,03	45,26	43,54	50,37
102	Halsweg 2	5	43,51	43,75	43,43	49,87
103	Zuiderdiepweg 1	5	43,76	43,99	44,12	50,46
104	Oosterweg 1	5	43,29	43,53	43,65	49,99
105	Zuiderdiepweg 2	5	44,58	44,82	44,96	51,30
106	Kraaijenissedijk 12	5	43,00	43,24	43,40	49,73
107	Heuvelweg 1	5	42,99	43,23	43,32	49,67
108	Oudedijk 1	5	41,82	42,06	41,98	48,37
109	Zuiderdiepweg 4	5	43,99	44,22	44,35	50,69
110	Oosterweg 3	5	43,46	43,70	43,82	50,16

Alternatief C2 – gemitigeerd

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	41,08	41,30	40,91	47,37
001-2	Plaatweg 7 Z	5	37,26	37,48	37,08	43,55
002	Kraaijenissedijk 2	5	40,16	40,38	40,48	46,83
003	Kraaijerdijk 23	5	35,06	35,27	35,39	41,73
004	Kraaijerdijk 25	5	34,48	34,70	34,82	41,16
005	Kraaijerdijk 27	5	34,15	34,36	34,49	40,83
006-1	Plaatweg 6	5	36,34	36,55	36,61	42,97
006-2	Plaatweg 6	5	36,31	36,53	36,58	42,94
007-1	Plaatweg 4	5	37,21	37,42	37,50	43,85
007-2	Plaatweg 4	5	36,16	36,37	36,43	42,79
008-1	Plaatweg 2	5	36,97	37,18	37,18	43,55
008-2	Plaatweg 2	5	34,77	34,98	35,06	41,41
009-1	Plaatweg 3	5	35,42	35,63	35,73	42,08
009-2	Plaatweg 3	5	35,54	35,75	35,85	42,20
009-3	Plaatweg 3	5	32,22	32,44	32,46	38,83
010-1	Plaatweg 1	5	35,31	35,53	35,62	41,97
010-2	Plaatweg 1	5	35,11	35,32	35,37	41,73
010-3	Plaatweg 1	5	32,08	32,29	32,28	38,65
011	Oost Havendijk 26	5	38,85	39,06	39,20	45,54
012	Oost Havendijk 24	5	37,27	37,48	37,62	43,96
013	West Havendijk 63	5	36,46	36,68	36,82	43,16
014	West Havendijk 61a	5	35,78	35,99	36,13	42,47
015	West Havendijk 59	5	35,21	35,43	35,56	41,90
016	West Havendijk 47	5	32,23	32,45	32,58	38,92
017	Kraaijerdijk 31	5	31,68	31,89	32,02	38,36
018	Kraaijerdijk 2a	5	31,29	31,50	31,63	37,97
101	Tiendeweg 1	5	44,38	44,59	44,45	50,85
102	Halsweg 2	5	42,87	43,08	43,15	49,51
103	Zuiderdiepweg 1	5	42,82	43,03	43,17	49,51
104	Oosterweg 1	5	42,96	43,18	43,31	49,65
105	Zuiderdiepweg 2	5	43,60	43,82	43,95	50,29
106	Kraaijenissedijk 12	5	41,67	41,88	42,02	48,36
107	Heuvelweg 1	5	43,36	43,57	43,71	50,05
108	Oudedijk 1	5	43,74	43,95	44,08	50,42
109	Zuiderdiepweg 4	5	43,03	43,25	43,38	49,72
110	Oosterweg 3	5	43,15	43,36	43,50	49,84

VKA E1

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	36,92	37,16	37,33	43,66
001-2	Plaatweg 7 Z	5	32,87	33,10	33,27	39,60
002	Kraaijenissedijk 2	5	36,13	36,37	36,54	42,87
003	Kraaijerdijk 23	5	32,64	32,87	33,04	39,37
004	Kraaijerdijk 25	5	32,21	32,44	32,61	38,94
005	Kraaijerdijk 27	5	32,15	32,38	32,55	38,88
006-1	Plaatweg 6	5	35,89	36,12	36,29	42,62
006-2	Plaatweg 6	5	35,26	35,49	35,66	41,99
007-1	Plaatweg 4	5	36,90	37,13	37,30	43,63
007-2	Plaatweg 4	5	35,77	36,01	36,18	42,51
008-1	Plaatweg 2	5	35,83	36,06	36,23	42,56
008-2	Plaatweg 2	5	34,75	34,99	35,16	41,49
009-1	Plaatweg 3	5	35,87	36,11	36,28	42,61
009-2	Plaatweg 3	5	36,19	36,42	36,59	42,92
009-3	Plaatweg 3	5	28,96	29,19	29,36	35,69
010-1	Plaatweg 1	5	35,55	35,79	35,96	42,29
010-2	Plaatweg 1	5	35,39	35,63	35,80	42,13
010-3	Plaatweg 1	5	31,50	31,74	31,91	38,24
011	Oost Havendijk 26	5	42,05	42,28	42,45	48,78
012	Oost Havendijk 24	5	41,30	41,53	41,70	48,03
013	West Havendijk 63	5	38,40	38,63	38,80	45,13
014	West Havendijk 61a	5	37,30	37,54	37,71	44,04
015	West Havendijk 59	5	36,36	36,59	36,76	43,09
016	West Havendijk 47	5	32,84	33,08	33,25	39,58
017	Kraaijerdijk 31	5	31,34	31,57	31,74	38,07
018	Kraaijerdijk 2a	5	30,77	31,00	31,17	37,50
101	Tiendeweg 1	5	42,85	43,08	43,25	49,58
102	Halsweg 2	5	45,97	46,21	46,38	52,71
103	Zuiderdiepweg 1	5	43,39	43,62	43,79	50,12
104	Oosterweg 1	5	44,93	45,17	45,34	51,67
105	Zuiderdiepweg 2	5	43,77	44,01	44,18	50,51
106	Kraaijenissedijk 12	5	42,74	42,97	43,14	49,47
107	Heuvelweg 1	5	43,26	43,49	43,66	49,99
108	Oudedijk 1	5	39,67	39,91	40,08	46,41
109	Zuiderdiepweg 4	5	44,50	44,74	44,91	51,24
110	Oosterweg 3	5	44,96	45,19	45,36	51,69

VKA F1

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	38,51	38,74	38,92	45,25
001-2	Plaatweg 7 Z	5	34,61	34,84	35,02	41,35
002	Kraaijenissedijk 2	5	37,72	37,95	38,13	44,46
003	Kraaijerdijk 23	5	34,26	34,49	34,67	41,00
004	Kraaijerdijk 25	5	33,83	34,06	34,24	40,57
005	Kraaijerdijk 27	5	33,77	34,00	34,18	40,51
006-1	Plaatweg 6	5	37,48	37,71	37,89	44,22
006-2	Plaatweg 6	5	36,84	37,07	37,25	43,58
007-1	Plaatweg 4	5	38,50	38,73	38,91	45,24

007-2	Plaatweg 4	5	37,36	37,59	37,77	44,10
008-1	Plaatweg 2	5	37,40	37,63	37,81	44,14
008-2	Plaatweg 2	5	36,35	36,58	36,76	43,09
009-1	Plaatweg 3	5	37,44	37,67	37,85	44,18
009-2	Plaatweg 3	5	37,75	37,98	38,16	44,49
009-3	Plaatweg 3	5	30,77	31,00	31,18	37,51
010-1	Plaatweg 1	5	37,13	37,36	37,54	43,87
010-2	Plaatweg 1	5	36,96	37,19	37,37	43,70
010-3	Plaatweg 1	5	33,23	33,46	33,64	39,97
011	Oost Havendijk 26	5	43,64	43,87	44,05	50,38
012	Oost Havendijk 24	5	42,91	43,14	43,32	49,65
013	West Havendijk 63	5	39,97	40,20	40,38	46,71
014	West Havendijk 61a	5	38,88	39,11	39,29	45,62
015	West Havendijk 59	5	37,94	38,17	38,35	44,68
016	West Havendijk 47	5	34,46	34,69	34,87	41,20
017	Kraaijerdijk 31	5	32,98	33,21	33,39	39,72
018	Kraaijerdijk 2a	5	32,42	32,65	32,83	39,16
101	Tiendeweg 1	5	44,42	44,65	44,83	51,16
102	Halsweg 2	5	47,56	47,79	47,97	54,30
103	Zuiderdiepweg 1	5	44,96	45,19	45,37	51,70
104	Oosterweg 1	5	46,52	46,75	46,93	53,26
105	Zuiderdiepweg 2	5	45,35	45,58	45,76	52,09
106	Kraaijenissedijk 12	5	44,32	44,55	44,73	51,06
107	Heuvelweg 1	5	44,83	45,06	45,24	51,57
108	Oudedijk 1	5	41,24	41,47	41,65	47,98
109	Zuiderdiepweg 4	5	46,08	46,31	46,49	52,82
110	Oosterweg 3	5	46,54	46,77	46,95	53,28

VKA E2

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	33,95	34,16	34,30	40,64
001-2	Plaatweg 7 Z	5	30,02	30,23	30,37	36,71
002	Kraaijenissedijk 2	5	32,66	32,87	33,01	39,35
003	Kraaijerdijk 23	5	28,73	28,94	29,08	35,42
004	Kraaijerdijk 25	5	28,35	28,57	28,71	35,05
005	Kraaijerdijk 27	5	28,39	28,61	28,75	35,09
006-1	Plaatweg 6	5	33,33	33,54	33,68	40,02
006-2	Plaatweg 6	5	32,36	32,58	32,72	39,06
007-1	Plaatweg 4	5	34,36	34,58	34,72	41,06
007-2	Plaatweg 4	5	33,23	33,44	33,58	39,92
008-1	Plaatweg 2	5	33,34	33,56	33,70	40,04
008-2	Plaatweg 2	5	32,52	32,73	32,87	39,21
009-1	Plaatweg 3	5	33,40	33,61	33,75	40,09
009-2	Plaatweg 3	5	33,27	33,48	33,62	39,96
009-3	Plaatweg 3	5	26,24	26,45	26,59	32,93
010-1	Plaatweg 1	5	33,24	33,46	33,60	39,94
010-2	Plaatweg 1	5	33,03	33,24	33,38	39,72
010-3	Plaatweg 1	5	29,05	29,26	29,40	35,74
011	Oost Havendijk 26	5	38,70	38,91	39,05	45,39
012	Oost Havendijk 24	5	37,56	37,78	37,92	44,26
013	West Havendijk 63	5	35,88	36,10	36,24	42,58

014	West Havendijk 61a	5	34,74	34,95	35,09	41,43
015	West Havendijk 59	5	33,69	33,90	34,04	40,38
016	West Havendijk 47	5	29,25	29,47	29,61	35,95
017	Kraaijerdijk 31	5	27,80	28,01	28,15	34,49
018	Kraaijerdijk 2a	5	27,22	27,44	27,58	33,92
101	Tiendeweg 1	5	40,24	40,45	40,59	46,93
102	Halsweg 2	5	42,05	42,26	42,40	48,74
103	Zuiderdiepweg 1	5	42,11	42,33	42,47	48,81
104	Oosterweg 1	5	43,31	43,52	43,66	50,00
105	Zuiderdiepweg 2	5	42,88	43,10	43,24	49,58
106	Kraaijenissedijk 12	5	42,37	42,59	42,73	49,07
107	Heuvelweg 1	5	41,65	41,86	42,00	48,34
108	Oudedijk 1	5	37,29	37,50	37,64	43,98
109	Zuiderdiepweg 4	5	43,41	43,62	43,76	50,10
110	Oosterweg 3	5	43,35	43,56	43,70	50,04

VKA F2

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	37,81	38,07	38,19	44,53
001-2	Plaatweg 7 Z	5	33,88	34,14	34,26	40,60
002	Kraaijenissedijk 2	5	36,56	36,82	36,94	43,28
003	Kraaijerdijk 23	5	32,77	33,03	33,15	39,49
004	Kraaijerdijk 25	5	32,41	32,67	32,79	39,13
005	Kraaijerdijk 27	5	32,45	32,71	32,83	39,17
006-1	Plaatweg 6	5	37,18	37,44	37,56	43,90
006-2	Plaatweg 6	5	36,28	36,54	36,66	43,00
007-1	Plaatweg 4	5	38,21	38,47	38,59	44,93
007-2	Plaatweg 4	5	37,09	37,35	37,47	43,81
008-1	Plaatweg 2	5	37,20	37,46	37,58	43,92
008-2	Plaatweg 2	5	36,34	36,60	36,72	43,06
009-1	Plaatweg 3	5	37,25	37,51	37,63	43,97
009-2	Plaatweg 3	5	37,14	37,40	37,52	43,86
009-3	Plaatweg 3	5	30,33	30,59	30,71	37,05
010-1	Plaatweg 1	5	37,09	37,35	37,47	43,81
010-2	Plaatweg 1	5	36,87	37,13	37,25	43,59
010-3	Plaatweg 1	5	32,84	33,10	33,22	39,56
011	Oost Havendijk 26	5	42,34	42,60	42,72	49,06
012	Oost Havendijk 24	5	41,29	41,55	41,67	48,01
013	West Havendijk 63	5	39,61	39,87	39,99	46,33
014	West Havendijk 61a	5	38,52	38,78	38,90	45,24
015	West Havendijk 59	5	37,52	37,78	37,90	44,24
016	West Havendijk 47	5	33,26	33,52	33,64	39,98
017	Kraaijerdijk 31	5	31,87	32,13	32,25	38,59
018	Kraaijerdijk 2a	5	31,32	31,58	31,70	38,04
101	Tiendeweg 1	5	43,81	44,07	44,19	50,53
102	Halsweg 2	5	45,55	45,81	45,93	52,27
103	Zuiderdiepweg 1	5	45,70	45,96	46,08	52,42
104	Oosterweg 1	5	46,74	47,00	47,12	53,46
105	Zuiderdiepweg 2	5	46,41	46,67	46,79	53,13
106	Kraaijenissedijk 12	5	45,80	46,06	46,18	52,52
107	Heuvelweg 1	5	45,24	45,50	45,62	51,96

108	Oudedijk 1	5	40,96	41,22	41,34	47,68
109	Zuiderdiepweg 4	5	46,89	47,15	47,27	53,61
110	Oosterweg 3	5	46,77	47,03	47,15	53,49

VKA E1 – gemitigeerd

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	36,92	37,16	37,32	43,65
001-2	Plaatweg 7 Z	5	32,87	33,10	33,26	39,59
002	Kraaijenissedijk 2	5	36,13	36,37	36,51	42,85
003	Kraaijerdijk 23	5	32,64	32,87	32,94	39,29
004	Kraaijerdijk 25	5	32,21	32,44	32,50	38,86
005	Kraaijerdijk 27	5	32,15	32,38	32,40	38,76
006-1	Plaatweg 6	5	35,89	36,12	36,29	42,62
006-2	Plaatweg 6	5	35,26	35,49	35,65	41,98
007-1	Plaatweg 4	5	36,90	37,13	37,29	43,62
007-2	Plaatweg 4	5	35,77	36,01	36,17	42,50
008-1	Plaatweg 2	5	35,83	36,06	36,22	42,55
008-2	Plaatweg 2	5	34,75	34,99	35,15	41,48
009-1	Plaatweg 3	5	35,87	36,11	36,27	42,60
009-2	Plaatweg 3	5	36,19	36,42	36,59	42,92
009-3	Plaatweg 3	5	28,96	29,19	29,34	35,68
010-1	Plaatweg 1	5	35,55	35,79	35,95	42,28
010-2	Plaatweg 1	5	35,39	35,63	35,79	42,12
010-3	Plaatweg 1	5	31,50	31,74	31,90	38,23
011	Oost Havendijk 26	5	42,05	42,28	40,41	47,29
012	Oost Havendijk 24	5	41,30	41,53	39,56	46,47
013	West Havendijk 63	5	38,40	38,63	37,35	44,05
014	West Havendijk 61a	5	37,30	37,54	36,46	43,10
015	West Havendijk 59	5	36,36	36,59	35,67	42,27
016	West Havendijk 47	5	32,84	33,08	32,57	39,06
017	Kraaijerdijk 31	5	31,34	31,57	31,40	37,81
018	Kraaijerdijk 2a	5	30,77	31,00	30,88	37,28
101	Tiendeweg 1	5	42,85	43,08	43,25	49,58
102	Halsweg 2	5	45,97	46,21	46,37	52,70
103	Zuiderdiepweg 1	5	43,39	43,62	43,75	50,09
104	Oosterweg 1	5	44,93	45,17	45,29	51,63
105	Zuiderdiepweg 2	5	43,77	44,01	44,13	50,47
106	Kraaijenissedijk 12	5	42,74	42,97	41,92	48,56
107	Heuvelweg 1	5	43,26	43,49	43,62	49,96
108	Oudedijk 1	5	39,67	39,91	40,05	46,39
109	Zuiderdiepweg 4	5	44,50	44,74	44,89	51,22
110	Oosterweg 3	5	44,96	45,19	45,31	51,65

VKA F1 – gemitigeerd

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	38,50	38,73	38,90	45,23
001-2	Plaatweg 7 Z	5	34,60	34,83	35,01	41,34
002	Kraaijenissedijk 2	5	37,69	37,92	38,08	44,41
003	Kraaijerdijk 23	5	34,17	34,40	34,53	40,87

004	Kraaijerdijk 25	5	33,74	33,97	34,09	40,43
005	Kraaijerdijk 27	5	33,64	33,87	33,97	40,32
006-1	Plaatweg 6	5	37,48	37,71	37,88	44,21
006-2	Plaatweg 6	5	36,84	37,07	37,24	43,57
007-1	Plaatweg 4	5	38,49	38,72	38,90	45,23
007-2	Plaatweg 4	5	37,35	37,58	37,76	44,09
008-1	Plaatweg 2	5	37,39	37,62	37,80	44,13
008-2	Plaatweg 2	5	36,35	36,58	36,75	43,08
009-1	Plaatweg 3	5	37,44	37,67	37,84	44,17
009-2	Plaatweg 3	5	37,75	37,98	38,15	44,48
009-3	Plaatweg 3	5	30,76	30,99	31,15	37,48
010-1	Plaatweg 1	5	37,12	37,35	37,53	43,86
010-2	Plaatweg 1	5	36,96	37,19	37,36	43,69
010-3	Plaatweg 1	5	33,22	33,45	33,63	39,96
011	Oost Havendijk 26	5	41,82	42,04	40,79	47,48
012	Oost Havendijk 24	5	41,24	41,46	40,22	46,91
013	West Havendijk 63	5	38,85	39,07	38,38	44,92
014	West Havendijk 61a	5	37,89	38,12	37,56	44,07
015	West Havendijk 59	5	37,07	37,30	36,85	43,33
016	West Havendijk 47	5	33,92	34,15	33,96	40,37
017	Kraaijerdijk 31	5	32,70	32,93	32,92	39,29
018	Kraaijerdijk 2a	5	32,18	32,41	32,43	38,79
101	Tiendeweg 1	5	44,42	44,65	44,82	51,15
102	Halsweg 2	5	47,56	47,79	47,96	54,29
103	Zuiderdiepweg 1	5	44,92	45,15	45,31	51,64
104	Oosterweg 1	5	46,47	46,70	46,86	53,19
105	Zuiderdiepweg 2	5	45,30	45,53	45,68	52,02
106	Kraaijenissedijk 12	5	43,38	43,60	43,07	49,57
107	Heuvelweg 1	5	44,79	45,02	45,18	51,51
108	Oudedijk 1	5	41,22	41,45	41,61	47,94
109	Zuiderdiepweg 4	5	46,06	46,29	46,46	52,79
110	Oosterweg 3	5	46,50	46,73	46,88	53,22

VKA F2 – gemitigeerd

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	37,81	38,07	38,19	44,53
001-2	Plaatweg 7 Z	5	33,88	34,14	34,26	40,60
002	Kraaijenissedijk 2	5	36,53	36,79	36,91	43,25
003	Kraaijerdijk 23	5	32,67	32,93	33,05	39,39
004	Kraaijerdijk 25	5	32,30	32,56	32,68	39,02
005	Kraaijerdijk 27	5	32,30	32,56	32,68	39,02
006-1	Plaatweg 6	5	37,17	37,43	37,55	43,89
006-2	Plaatweg 6	5	36,27	36,53	36,65	42,99
007-1	Plaatweg 4	5	38,21	38,47	38,59	44,93
007-2	Plaatweg 4	5	37,08	37,34	37,46	43,80
008-1	Plaatweg 2	5	37,19	37,45	37,57	43,91
008-2	Plaatweg 2	5	36,34	36,60	36,72	43,06
009-1	Plaatweg 3	5	37,24	37,50	37,62	43,96
009-2	Plaatweg 3	5	37,14	37,40	37,52	43,86
009-3	Plaatweg 3	5	30,32	30,58	30,70	37,04
010-1	Plaatweg 1	5	37,08	37,34	37,46	43,80

010-2	Plaatweg 1	5	36,87	37,13	37,25	43,59
010-3	Plaatweg 1	5	32,83	33,09	33,21	39,55
011	Oost Havendijk 26	5	40,75	41,01	41,12	47,46
012	Oost Havendijk 24	5	39,84	40,10	40,21	46,55
013	West Havendijk 63	5	38,43	38,69	38,81	45,15
014	West Havendijk 61a	5	37,47	37,73	37,84	44,18
015	West Havendijk 59	5	36,57	36,83	36,94	43,28
016	West Havendijk 47	5	32,73	32,99	33,11	39,45
017	Kraaijerdijk 31	5	31,58	31,84	31,96	38,30
018	Kraaijerdijk 2a	5	31,07	31,33	31,45	37,79
101	Tiendeweg 1	5	43,80	44,06	44,18	50,52
102	Halsweg 2	5	45,55	45,81	45,93	52,27
103	Zuiderdiepweg 1	5	45,67	45,93	46,05	52,39
104	Oosterweg 1	5	46,70	46,96	47,08	53,42
105	Zuiderdiepweg 2	5	46,37	46,63	46,75	53,09
106	Kraaijenissedijk 12	5	44,33	44,59	44,70	51,04
107	Heuvelweg 1	5	45,21	45,47	45,59	51,93
108	Oudedijk 1	5	40,94	41,20	41,32	47,66
109	Zuiderdiepweg 4	5	46,87	47,13	47,25	53,59
110	Oosterweg 3	5	46,73	46,99	47,11	53,45

Verkeerslawaai

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
001-1	Plaatweg 7	5	30,54	27,46	21,31	31,17
001-2	Plaatweg 7 Z	5	52,66	48,40	42,72	52,81
002	Kraaijenissedijk 2	5	46,42	43,38	37,48	47,17
003	Kraaijerdijk 23	5	43,31	40,99	35,70	44,73
004	Kraaijerdijk 25	5	44,06	41,76	36,48	45,50
005	Kraaijerdijk 27	5	41,89	39,63	34,33	43,34
006-1	Plaatweg 6	5	59,99	55,69	49,99	60,11
006-2	Plaatweg 6	5	53,79	49,50	43,82	53,93
007-1	Plaatweg 4	5	59,18	54,87	49,18	59,30
007-2	Plaatweg 4	5	54,73	50,44	44,75	54,86
008-1	Plaatweg 2	5	57,23	52,93	47,23	57,35
008-2	Plaatweg 2	5	54,85	50,56	44,87	54,98
009-1	Plaatweg 3	5	32,03	28,39	22,47	32,43
009-2	Plaatweg 3	5	43,37	39,16	33,48	43,55
009-3	Plaatweg 3	5	49,90	45,65	39,97	50,06
010-1	Plaatweg 1	5	28,92	25,79	19,65	29,53
010-2	Plaatweg 1	5	46,96	42,73	37,05	47,13
010-3	Plaatweg 1	5	50,54	46,28	40,60	50,69
011	Oost Havendijk 26	5	29,80	26,81	20,73	30,51
012	Oost Havendijk 24	5	32,90	29,89	23,80	33,60
013	West Havendijk 63	5	48,05	44,98	38,83	48,69
014	West Havendijk 61a	5	47,79	44,72	38,57	48,43
015	West Havendijk 59	5	52,85	49,78	43,62	53,49
016	West Havendijk 47	5	39,99	36,97	30,89	40,68
017	Kraaijerdijk 31	5	35,25	32,89	27,47	36,59
018	Kraaijerdijk 2a	5	37,64	35,34	30,00	39,05
101	Tiendeweg 1	5	34,59	31,52	25,85	35,40
102	Halsweg 2	5	31,72	28,87	23,25	32,68

103	Zuiderdiepweg 1	5	40,31	37,24	31,10	40,95
104	Oosterweg 1	5	28,88	26,26	20,62	29,97
105	Zuiderdiepweg 2	5	41,73	38,66	32,52	42,37
106	Kraaijenissedijk 12	5	32,98	30,01	23,96	33,71
107	Heuvelweg 1	5	28,06	25,38	19,69	29,10
108	Oudedijk 1	5	44,22	41,20	35,15	44,92
109	Zuiderdiepweg 4	5	42,86	39,79	33,65	43,50
110	Oosterweg 3	5	29,45	26,83	21,18	30,54

Cumulatie verkeerslawaai en windturbinegeluid (na mitigatie)

Naam	Omschrijving	A1	B1	C1	A2	B2	C2
1	Plaatweg 7	54,67	59,32	59,23	53,83	59,23	59,23
2	Kraaijenissedijk 2	50,25	56,72	57,63	49,28	57,14	57,63
3	Kraaijerdijk 23	46,47	51,20	50,24	45,53	49,87	50,24
4	Kraaijerdijk 25	46,83	50,92	49,85	46,09	49,50	49,85
5	Kraaijerdijk 27	45,41	50,28	48,78	44,24	48,41	48,78
6	Plaatweg 6	60,44	60,64	60,60	60,28	60,54	60,60
7	Plaatweg 4	59,86	60,15	60,09	59,60	59,99	60,09
8	Plaatweg 2	57,97	58,38	58,42	57,67	58,32	58,42
9	Plaatweg 3	53,57	53,69	52,84	51,58	52,61	52,84
10	Plaatweg 1	52,77	53,05	53,02	51,93	52,78	53,02
11	Oost Havendijk 26	56,67	57,05	55,11	52,82	55,32	55,11
12	Oost Havendijk 24	53,83	55,02	52,54	49,48	51,26	52,54
13	West Havendijk 63	53,25	55,25	53,11	50,89	51,87	53,11
14	West Havendijk 61a	52,30	54,58	52,31	50,19	51,16	52,31
15	West Havendijk 59	54,74	56,08	54,83	53,95	54,36	54,83
16	West Havendijk 47	45,24	48,80	45,78	42,45	44,69	45,78
17	Kraaijerdijk 31	42,14	47,70	44,09	39,18	43,27	44,09
18	Kraaijerdijk 2a	42,33	47,35	44,19	40,45	43,56	44,19
101	Tiendeweg 1	57,72	63,07	63,86	57,15	62,99	63,86
102	Halsweg 2	59,93	62,24	61,65	61,50	57,89	61,65
103	Zuiderdiepweg 1	61,22	63,23	61,68	59,31	56,42	61,68
104	Oosterweg 1	58,66	62,44	61,88	58,86	58,36	61,88
105	Zuiderdiepweg 2	63,24	64,62	62,97	61,55	59,66	62,97
106	Kraaijenissedijk 12	60,25	62,01	59,75	56,61	56,66	59,75
107	Heuvelweg 1	58,05	61,91	62,53	57,80	54,66	62,53
108	Oudedijk 1	53,94	59,90	63,21	53,43	62,90	63,21
109	Zuiderdiepweg 4	61,82	63,63	62,05	60,10	56,46	62,05
110	Oosterweg 3	58,74	62,72	62,19	58,78	59,91	62,19

Cumulatie verkeerslawaai en windturbinegeluid VKA's (na mitigatie)

Naam	Omschrijving	E1	F1	E2	F2
1	Plaatweg 7	55,42	56,79	53,82	56,14
2	Kraaijenissedijk 2	52,26	54,19	49,18	52,73
3	Kraaijerdijk 23	47,76	49,27	45,64	47,85
4	Kraaijerdijk 25	47,85	49,13	46,18	47,97
5	Kraaijerdijk 27	46,64	48,20	44,42	46,88
6	Plaatweg 6	60,54	60,87	60,27	60,79
7	Plaatweg 4	60,03	60,56	59,59	60,44

8	Plaatweg 2	58,11	58,65	57,66	58,56
9	Plaatweg 3	53,44	55,01	51,53	54,45
10	Plaatweg 1	53,24	54,59	51,92	54,53
11	Oost Havendijk 26	57,99	58,30	54,86	58,27
12	Oost Havendijk 24	56,65	57,37	53,03	56,78
13	West Havendijk 63	54,10	55,17	52,52	55,47
14	West Havendijk 61a	52,95	54,06	51,38	54,19
15	West Havendijk 59	55,00	55,60	54,29	55,57
16	West Havendijk 47	45,94	47,56	43,04	46,40
17	Kraaijerdijk 31	43,36	45,39	39,74	44,01
18	Kraaijerdijk 2a	43,43	45,17	40,77	43,98
101	Tiendeweg 1	61,77	64,35	57,41	63,32
102	Halsweg 2	66,91	69,53	60,38	66,20
103	Zuiderdiepweg 1	62,63	65,17	60,53	66,41
104	Oosterweg 1	65,14	67,71	62,45	68,09
105	Zuiderdiepweg 2	63,26	65,80	61,81	67,56
106	Kraaijenissedijk 12	60,08	61,75	60,92	64,17
107	Heuvelweg 1	62,39	64,94	59,71	65,64
108	Oudedijk 1	56,79	59,22	53,21	58,77
109	Zuiderdiepweg 4	64,50	67,07	62,67	68,39
110	Oosterweg 3	65,17	67,76	62,52	68,14

BIJLAGE 4 ALT A1 - GELUIDCONTOUR L_{DEN}



BIJLAGE 5 ALT A1 - GELUIDCONTOUR L_{NIGHT}



BIJLAGE 6 ALT B1 - GELUIDCONTOUR L_{DEN}



BIJLAGE 7 ALT B1 - GELUIDCONTOUR *L_{NIGHT}*



BIJLAGE 8 ALT C1 - GELUIDCONTOUR L_{DEN}



BIJLAGE 9 ALT C1 - GELUIDCONTOUR *L*

C1 - Lnight

Pondera Consult



BIJLAGE 10 ALT A2 - GELUIDCONTOUR L_{DEN}



BIJLAGE 11 ALT A2 - GELUIDCONTOUR L_{NIGHT}



BIJLAGE 12 ALT B2 - GELUIDCONTOUR L_{DEN}



BIJLAGE 13 ALT B2 - GELUIDCONTOUR L_{NIGHT}



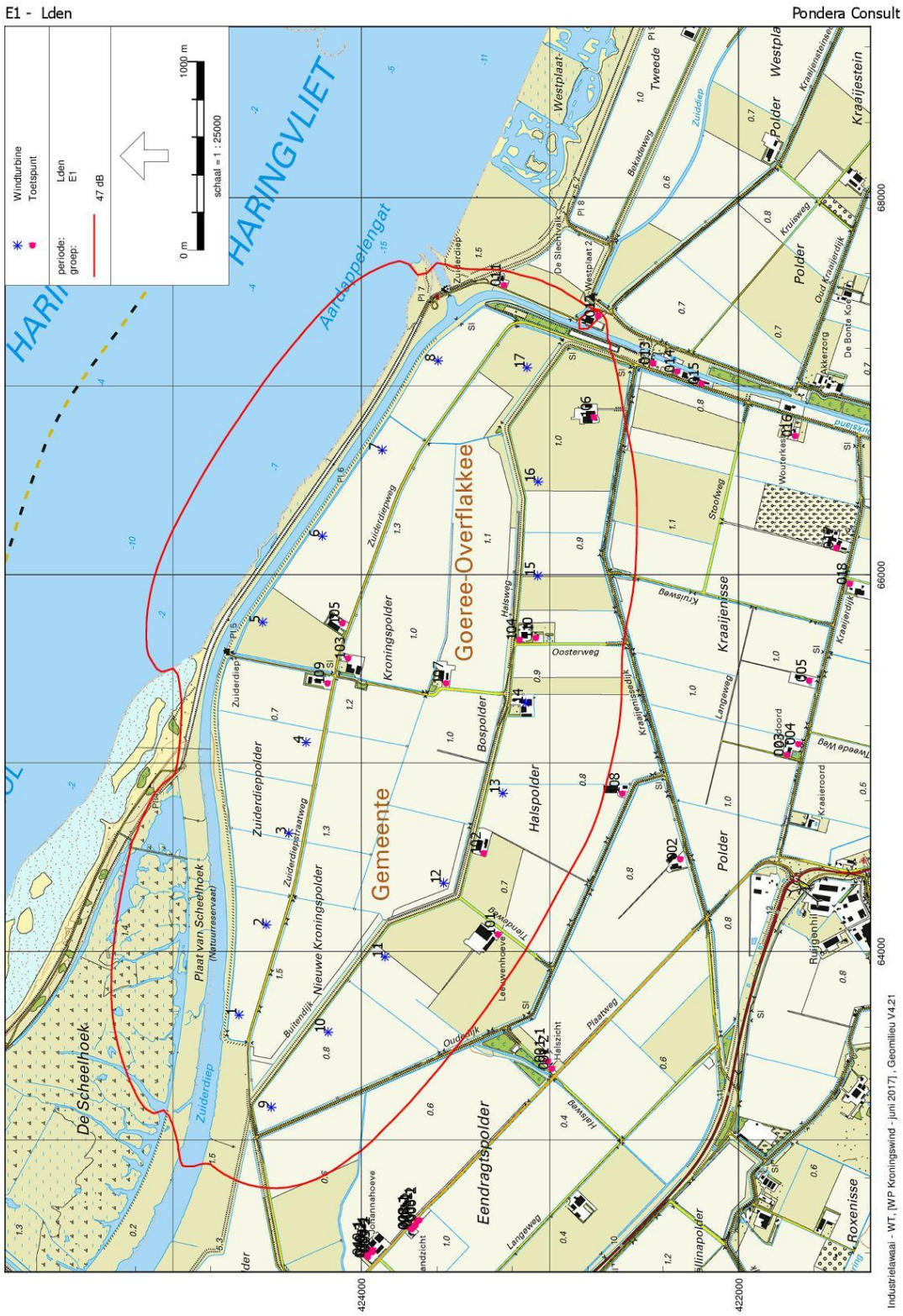
BIJLAGE 14 ALT C2 - GELUIDCONTOUR L_{DEN}



BIJLAGE 15 ALT C2 - GELUIDCONTOUR L_{NIGHT}



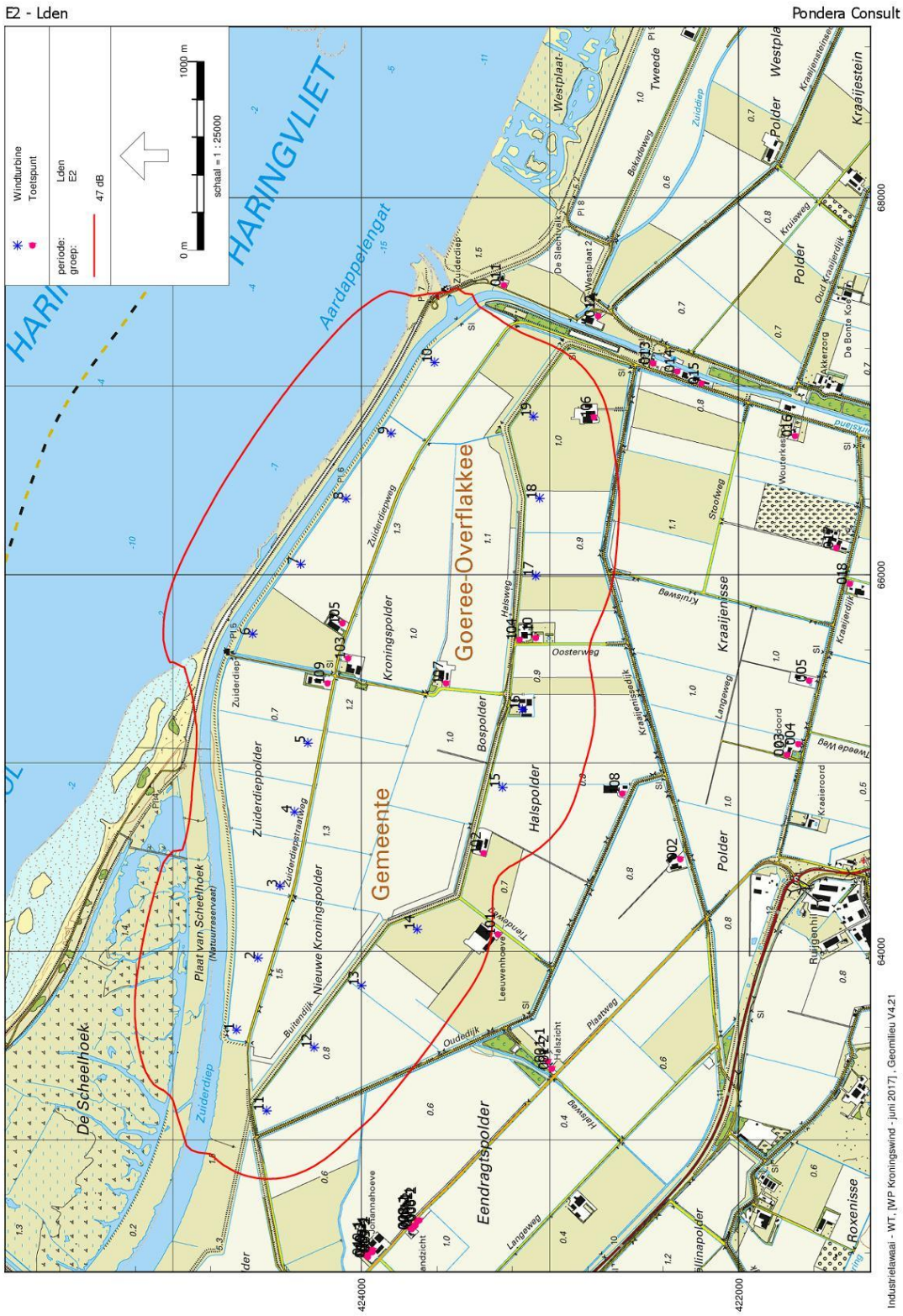
BIJLAGE 16 VKA E1 – GELUIDCONTOUR LDEN



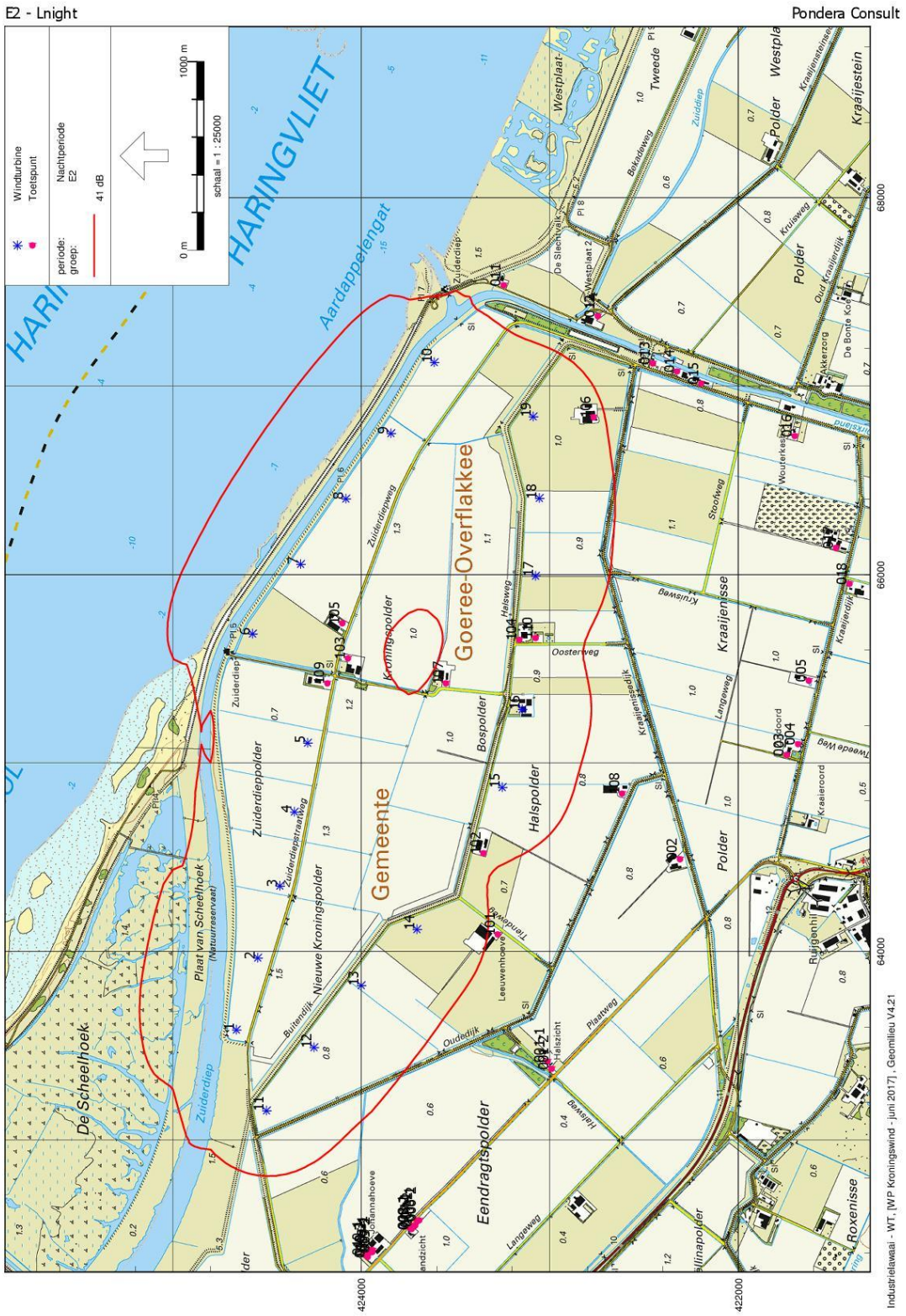
BIJLAGE 17 VKA E1 – GELUIDCONTOUR LNIGHT



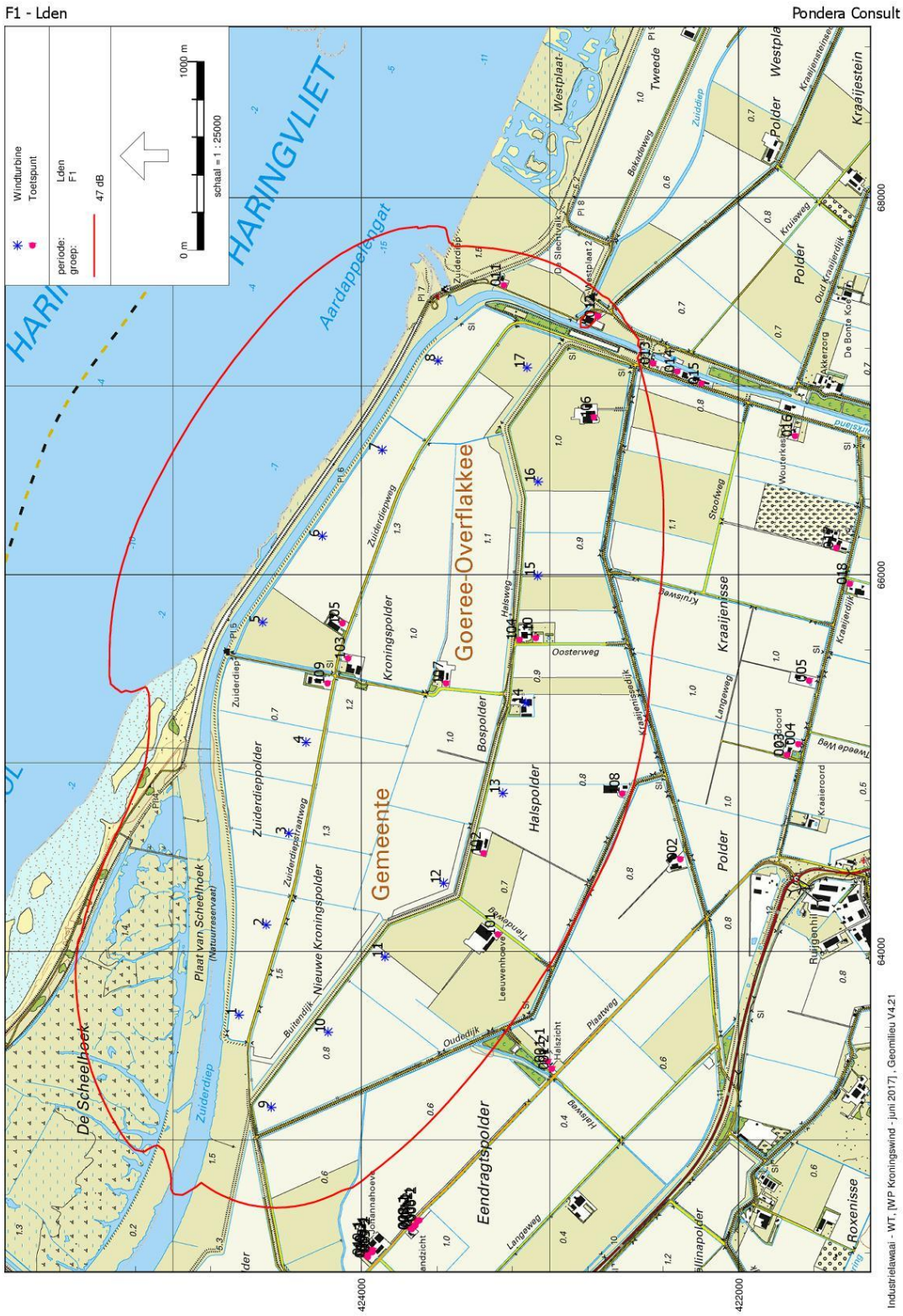
BIJLAGE 18 VKA E2 – GELUIDCONTOUR LDEN



BIJLAGE 19 VKA E2 – GELUIDCONTOUR LNIGHT



BIJLAGE 20 VKA F1 – GELUIDCONTOUR LDEN



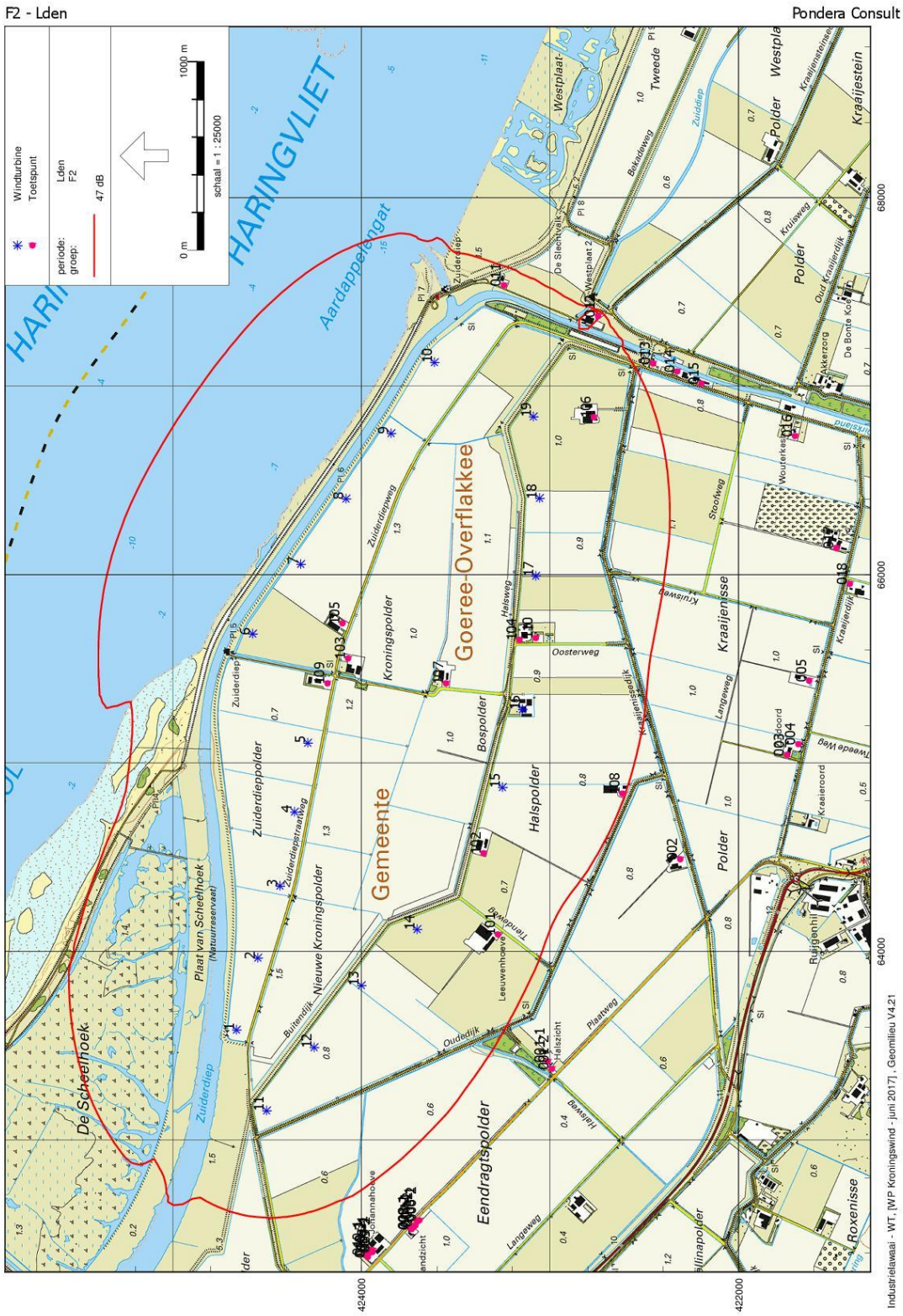
BIJLAGE 21 VKA F1 – GELUIDCONTOUR LNIGHT

F1 - Lnight

Pondera Consult



BIJLAGE 22 VKA F2 – GELUIDCONTOUR LDEN



BIJLAGE 23 VKA F2 – GELUIDCONTOUR LNIGHT



BIJLAGE 24 ALT B1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LDEN



BIJLAGE 25 ALT B1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LNIGHT



BIJLAGE 26 ALT C1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LDEN



BIJLAGE 27 ALT C1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LNIGHT



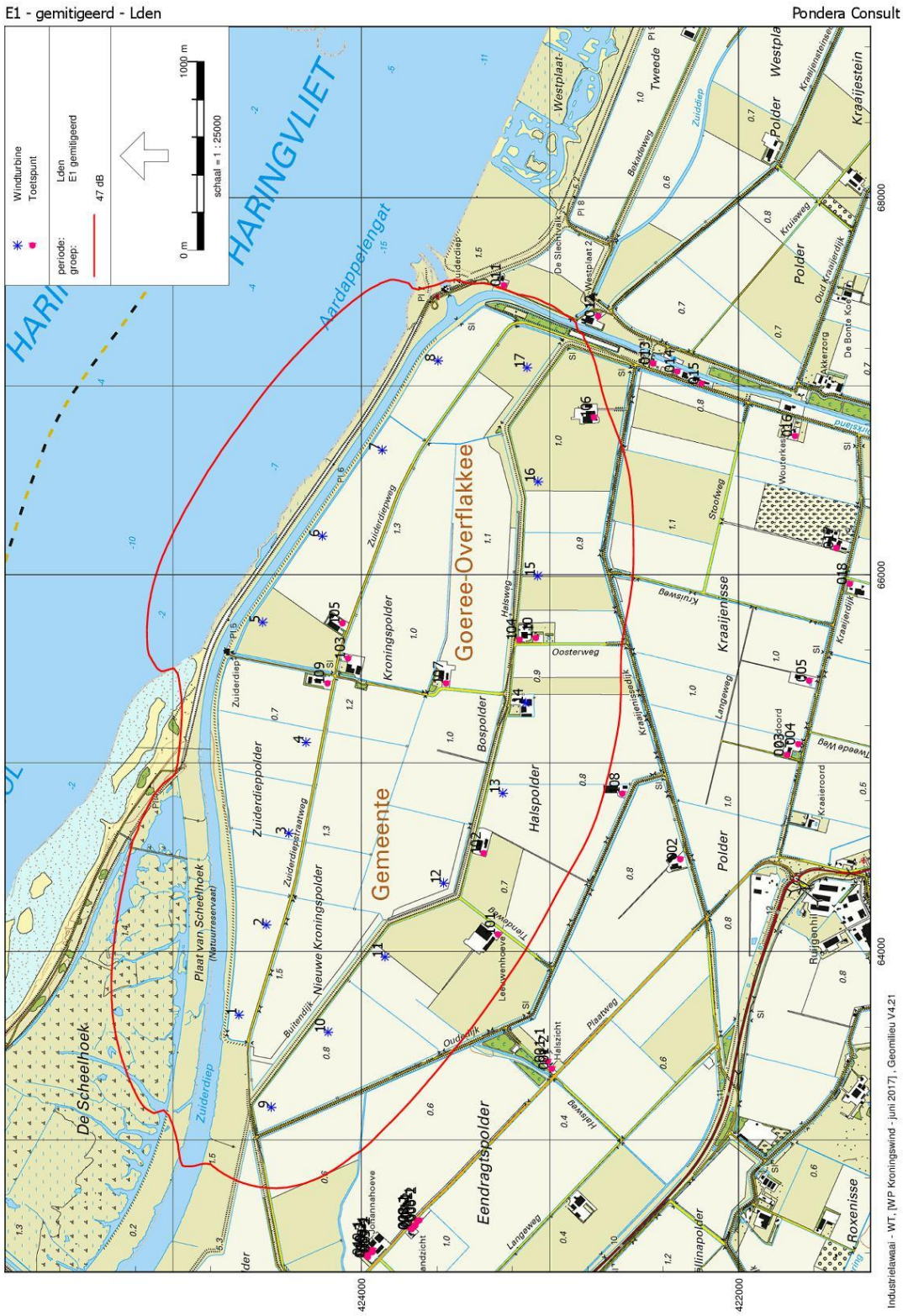
BIJLAGE 28 ALT C2 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LDEN



BIJLAGE 29 ALT C2 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LNIGHT



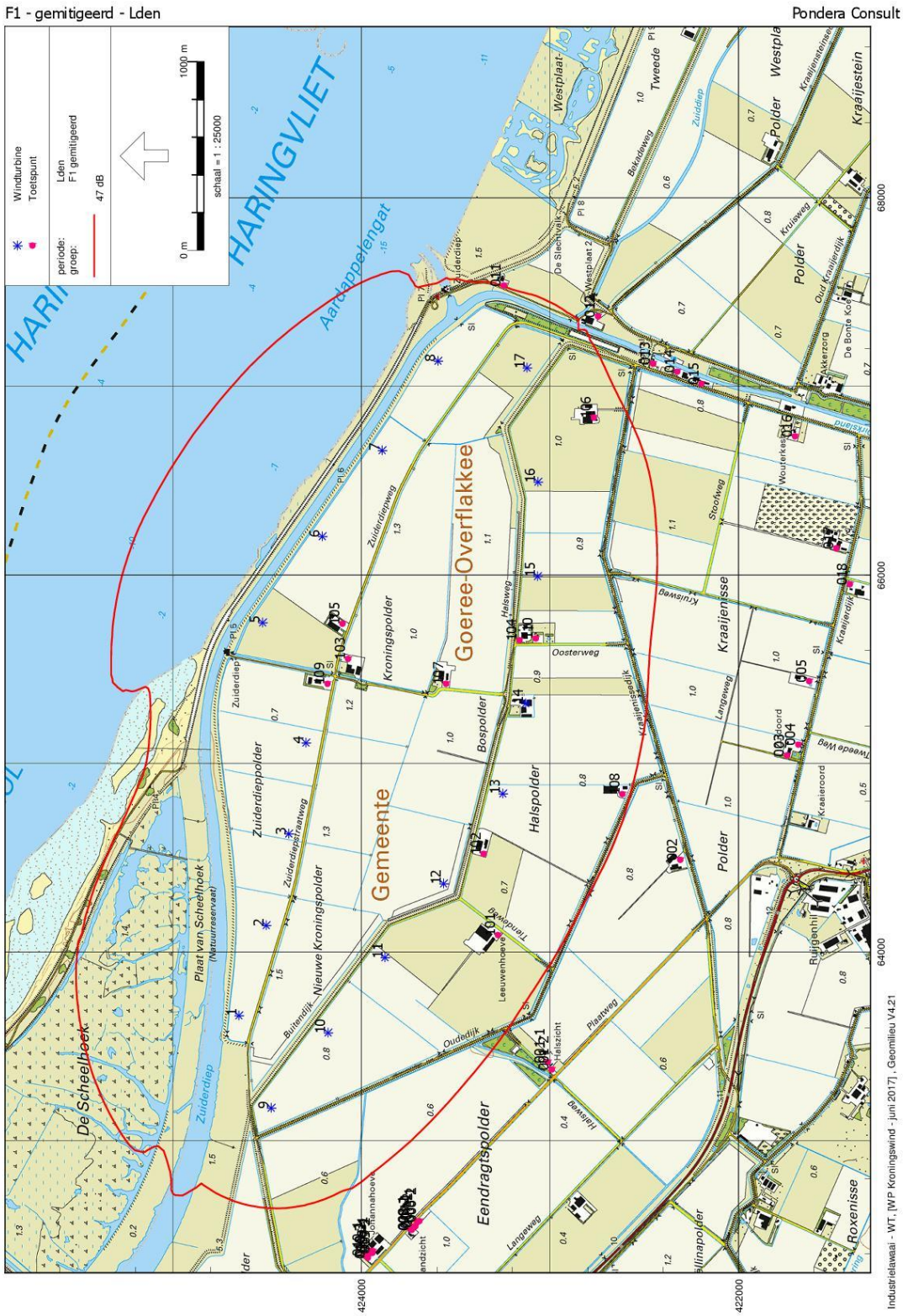
BIJLAGE 30 VKA E1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LDEN



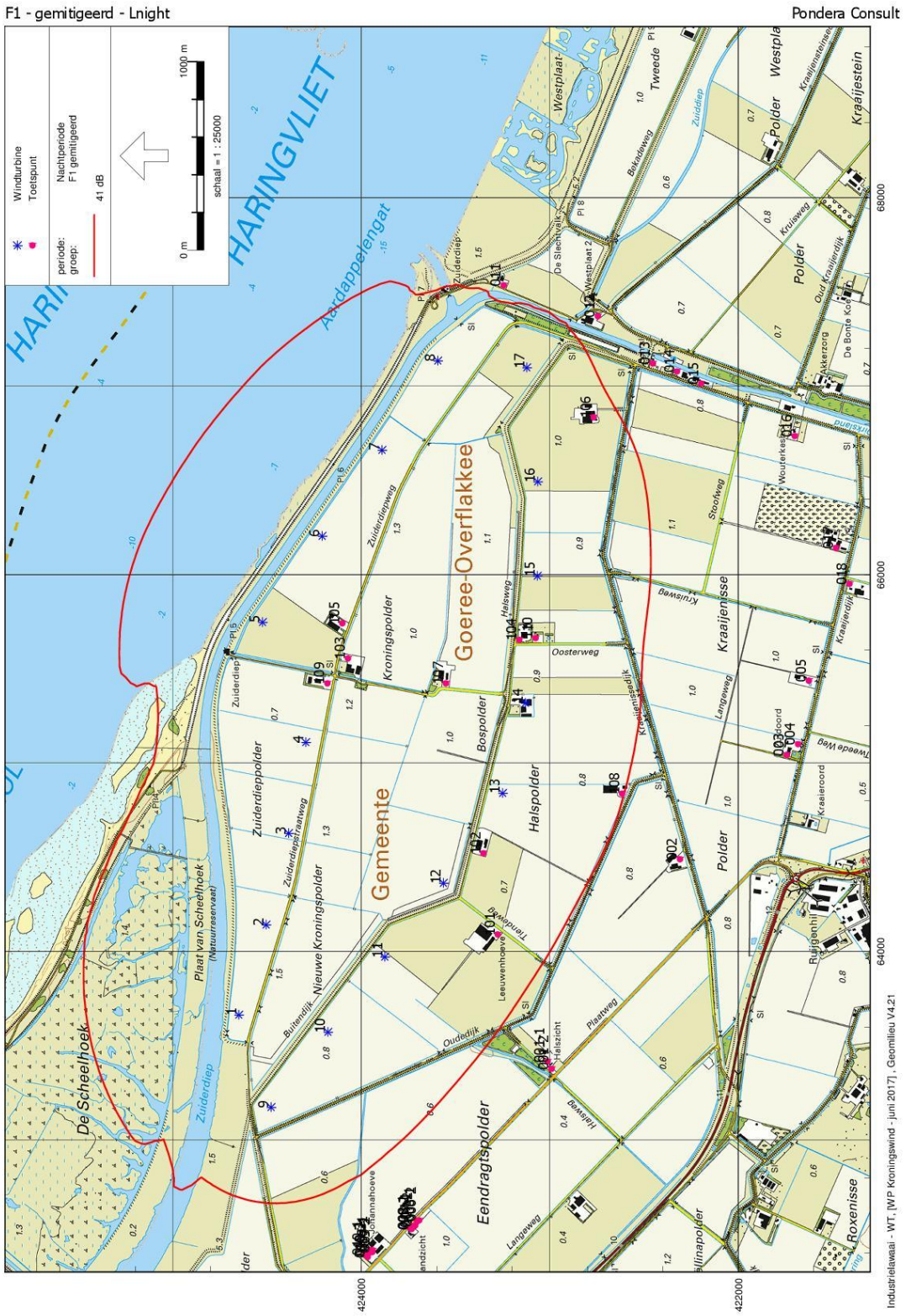
BIJLAGE 31 VKA E1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LNIGHT



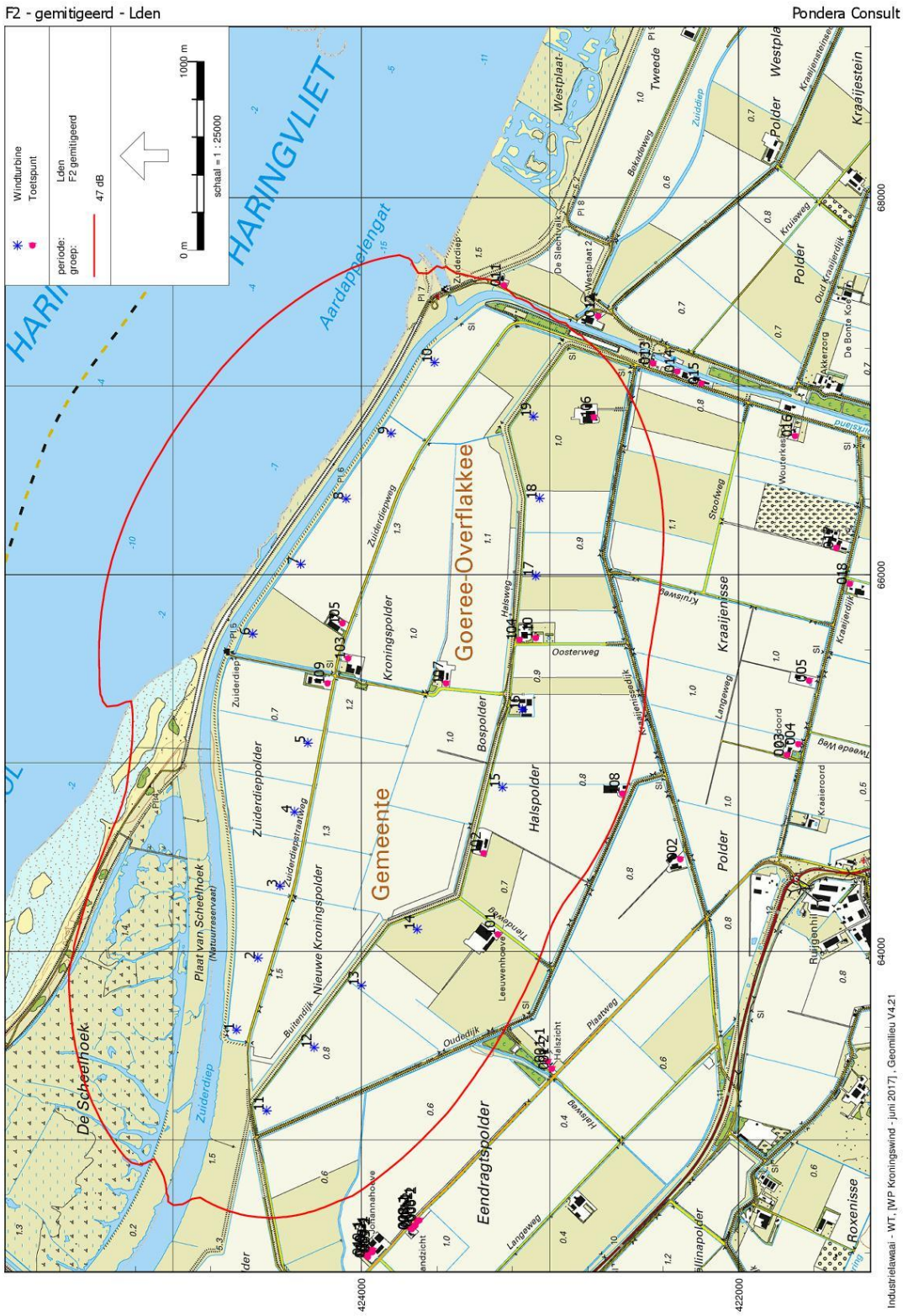
BIJLAGE 32 VKA F1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LDEN



BIJLAGE 33 VKA F1 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LNIGHT



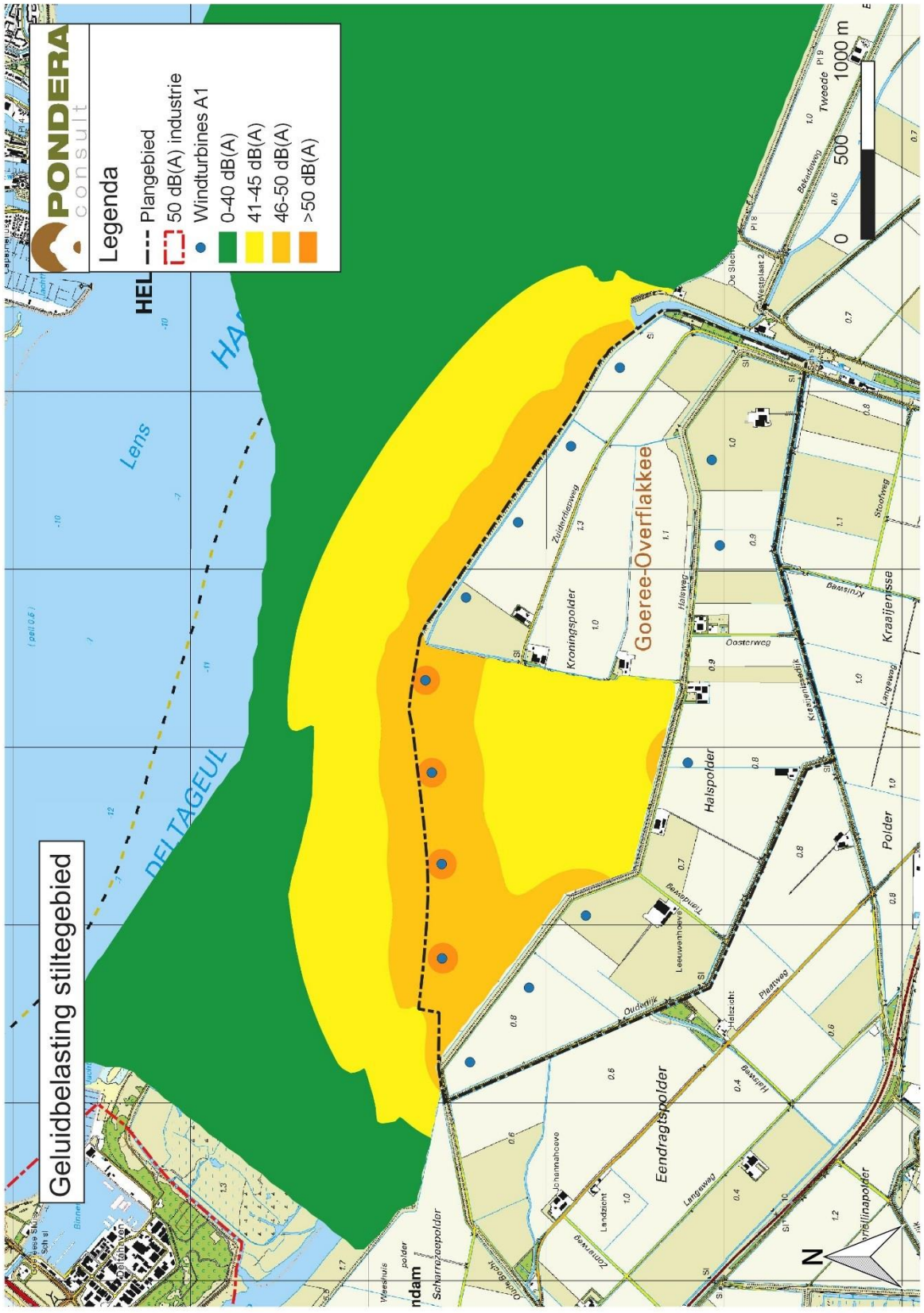
BIJLAGE 34 VKA F2 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LDEN



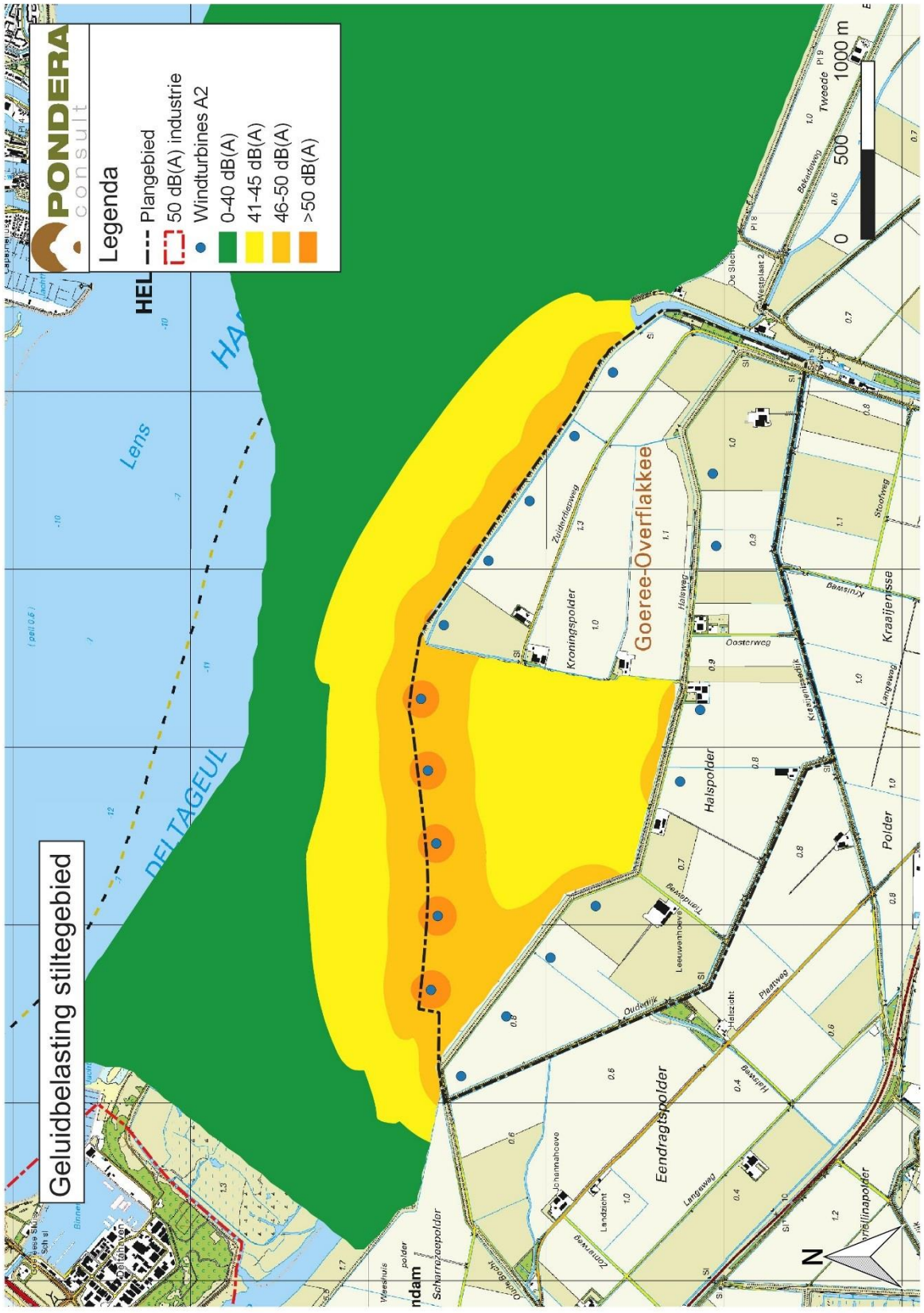
BIJLAGE 35 VKA F2 – GEMITIGEERD GELUIDCONTOUR LNIGHT



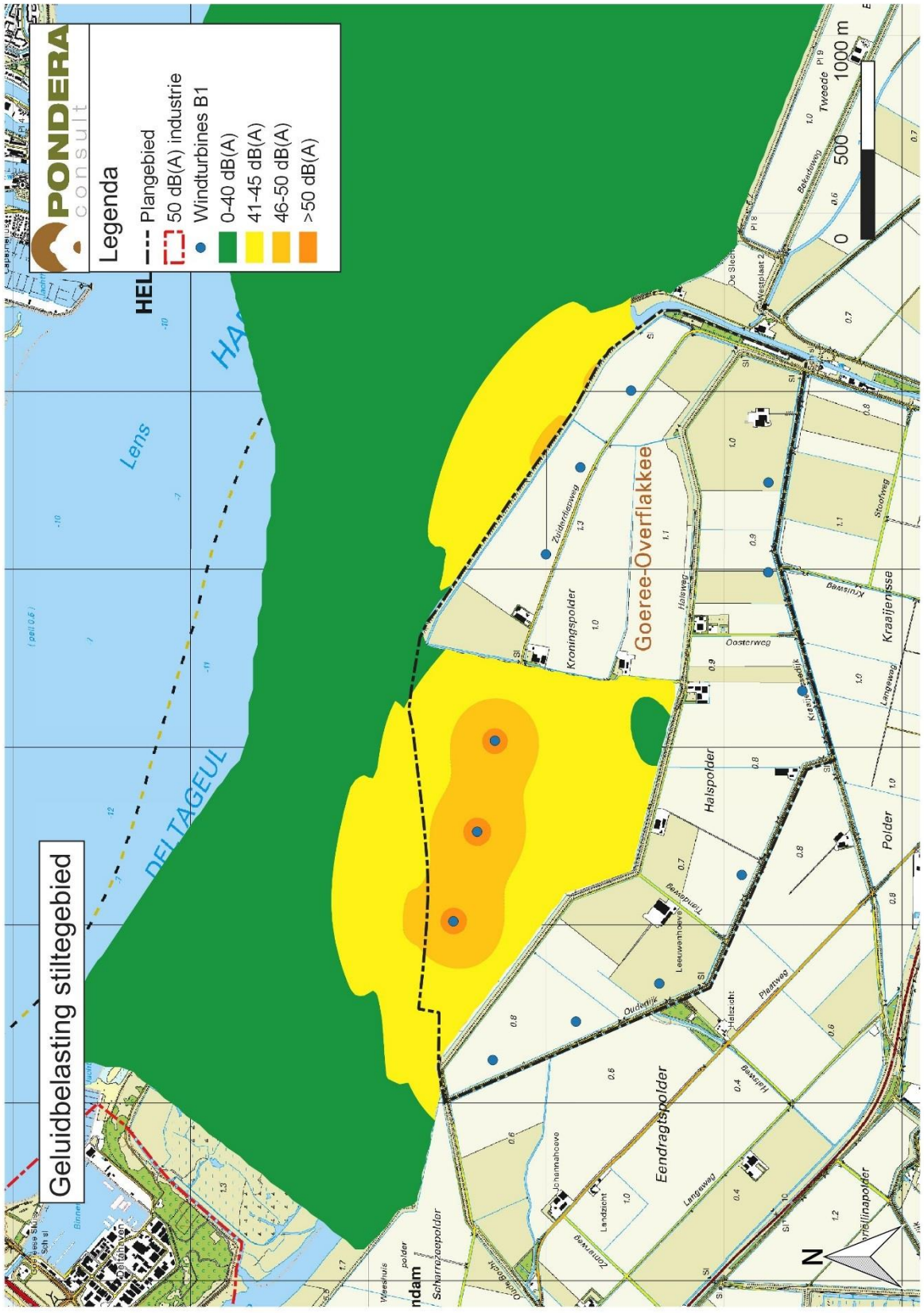
BIJLAGE 36 ALT A1 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



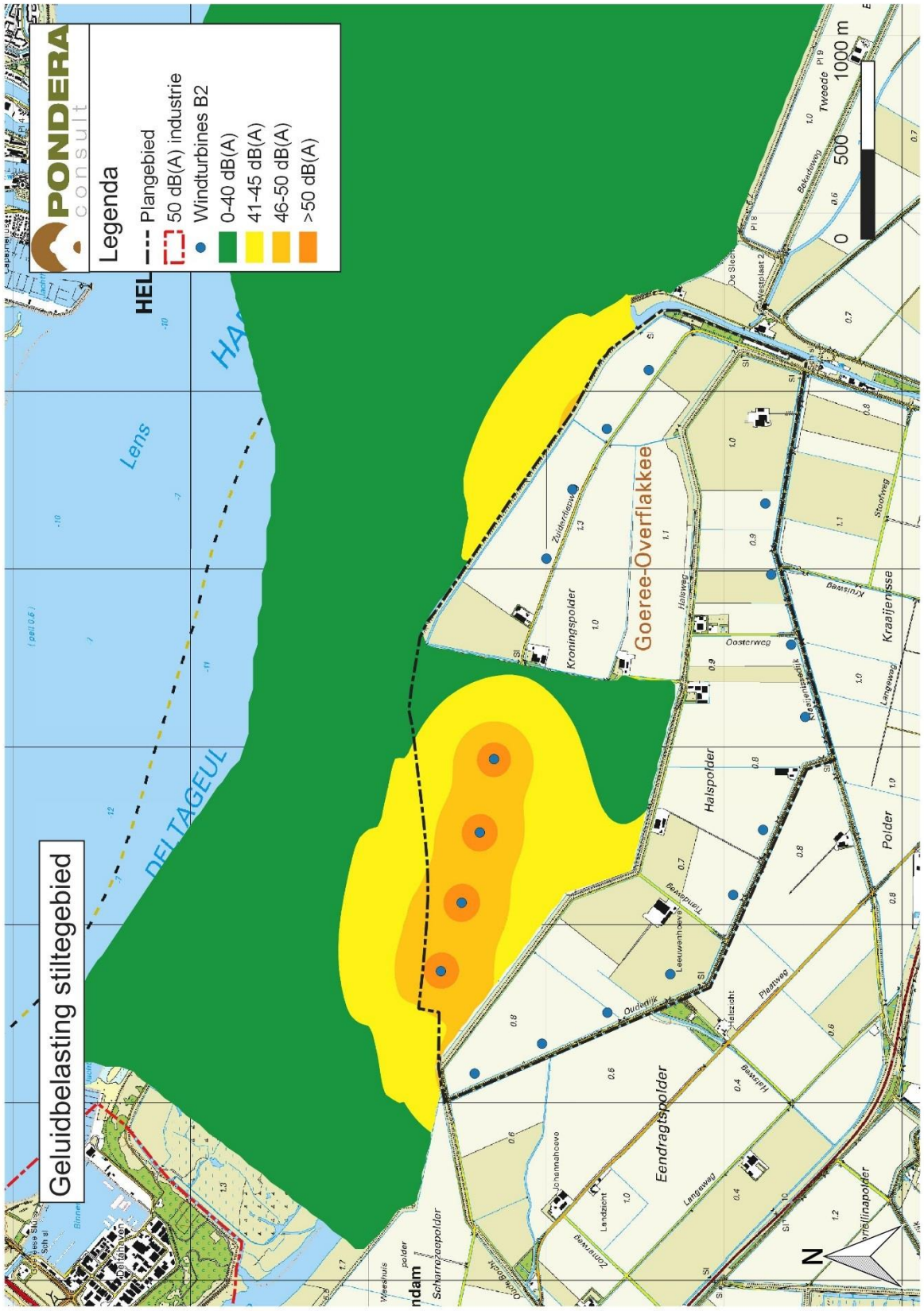
BIJLAGE 37 ALT A2 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



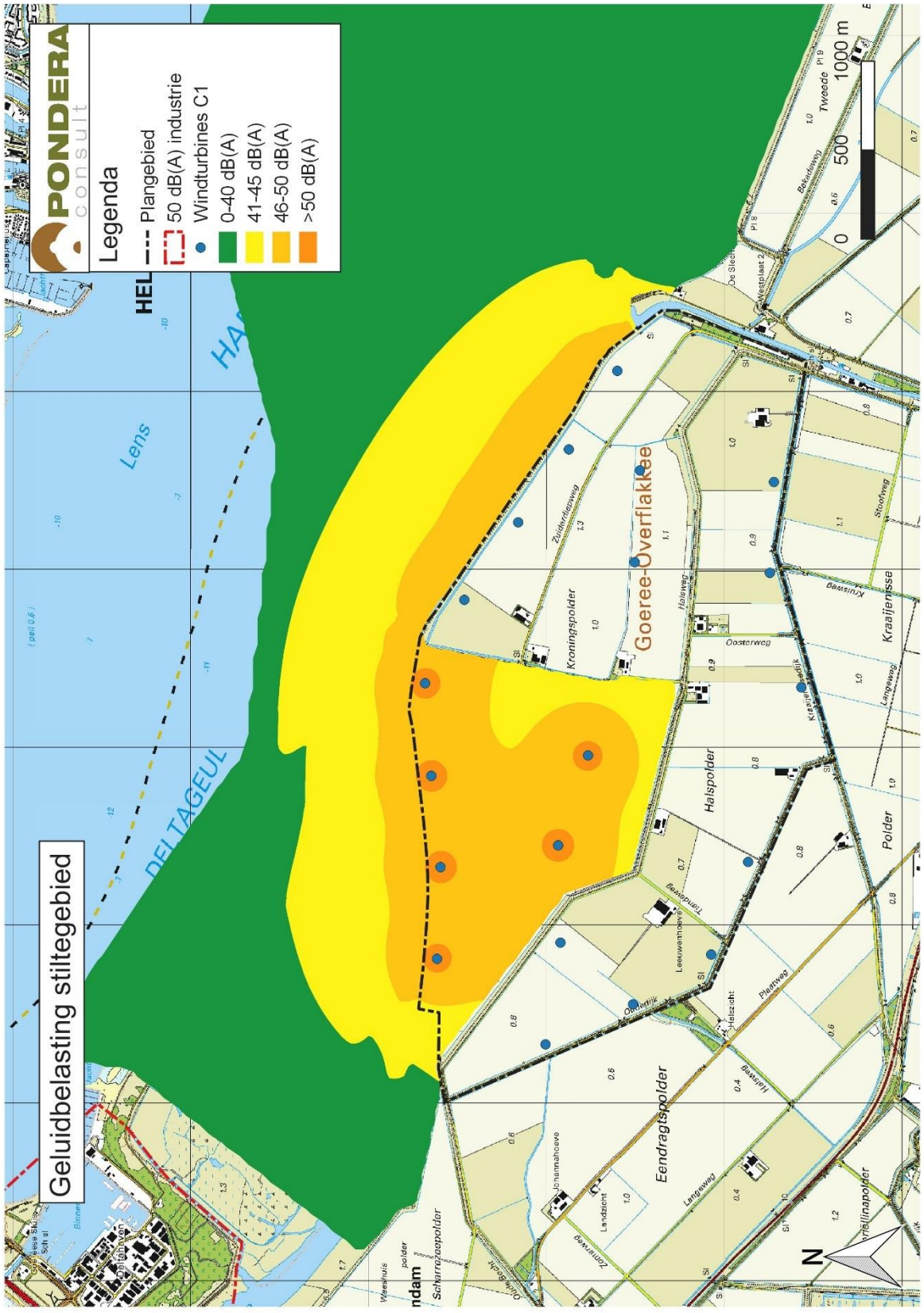
BIJLAGE 38 ALT B1 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



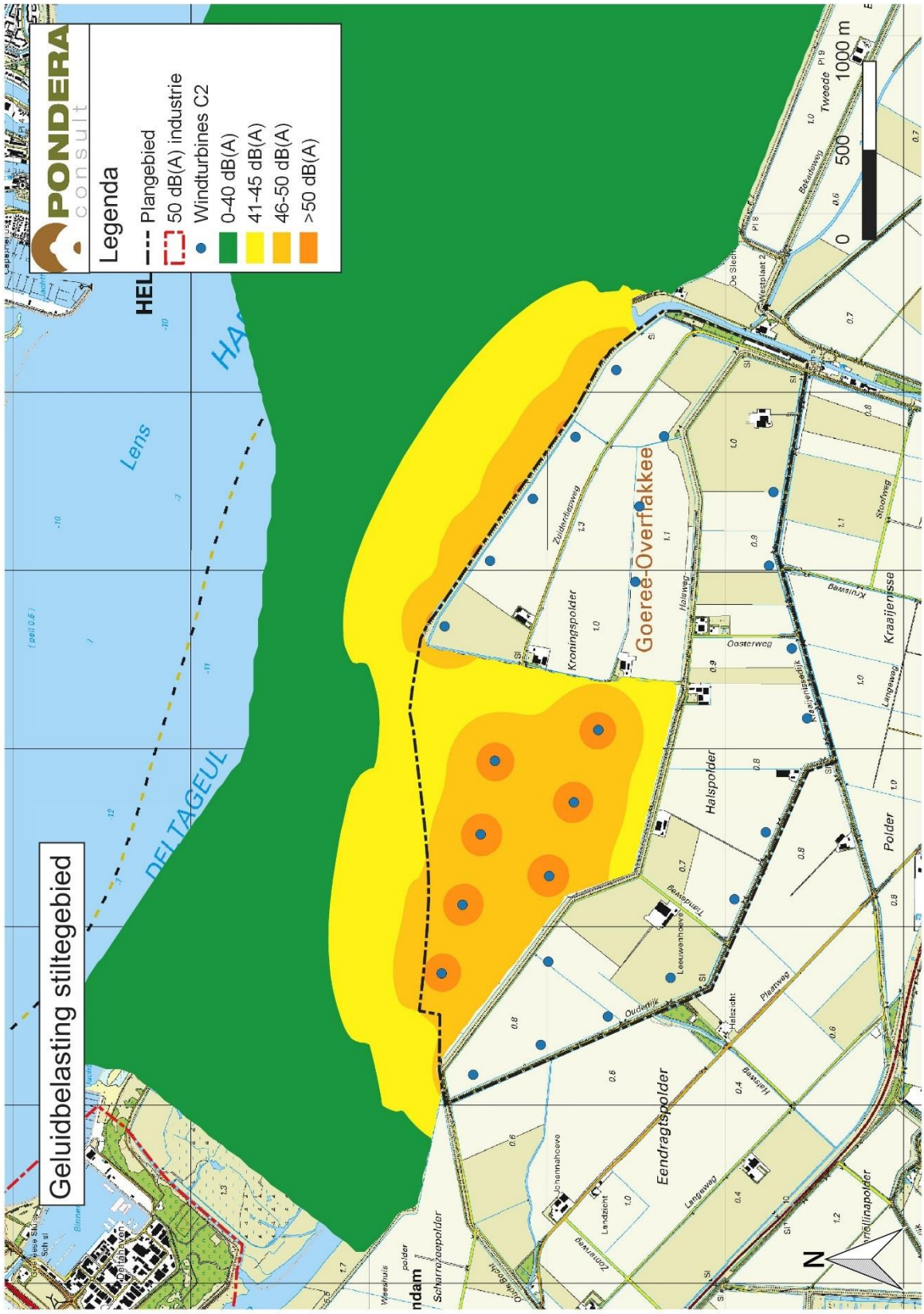
BIJLAGE 39 ALT B2 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



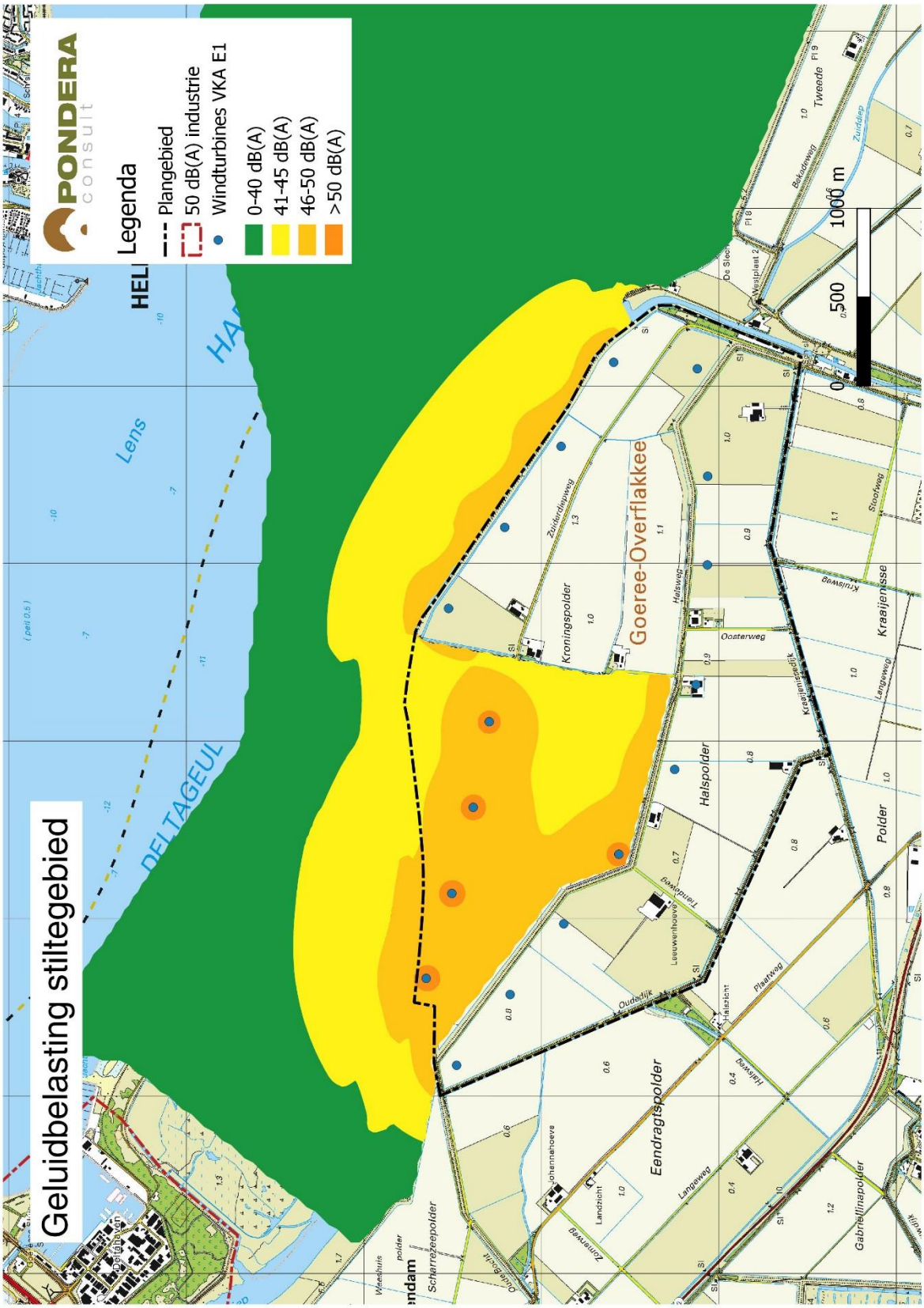
BIJLAGE 40 ALT C1 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



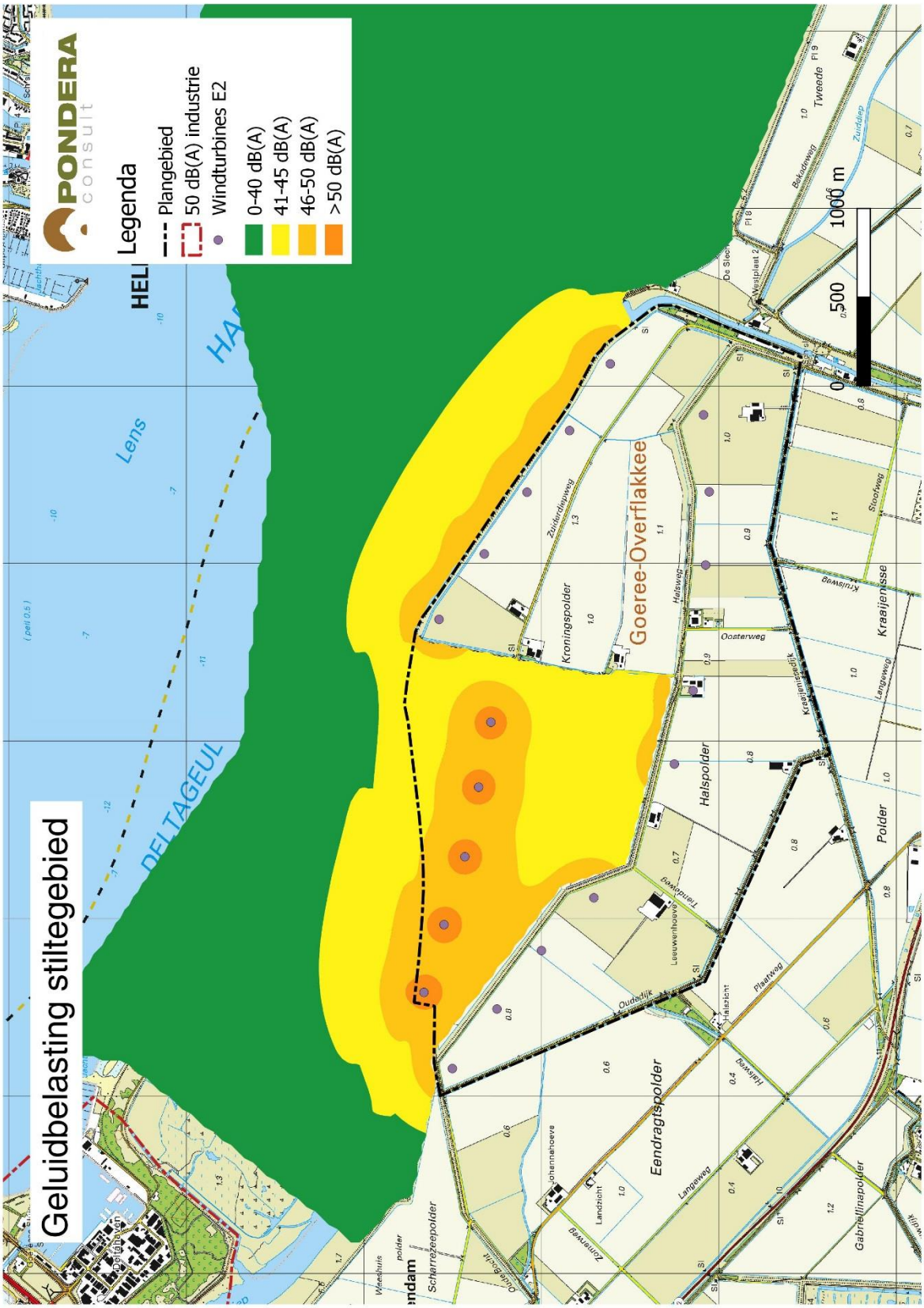
BIJLAGE 41 ALT C2 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



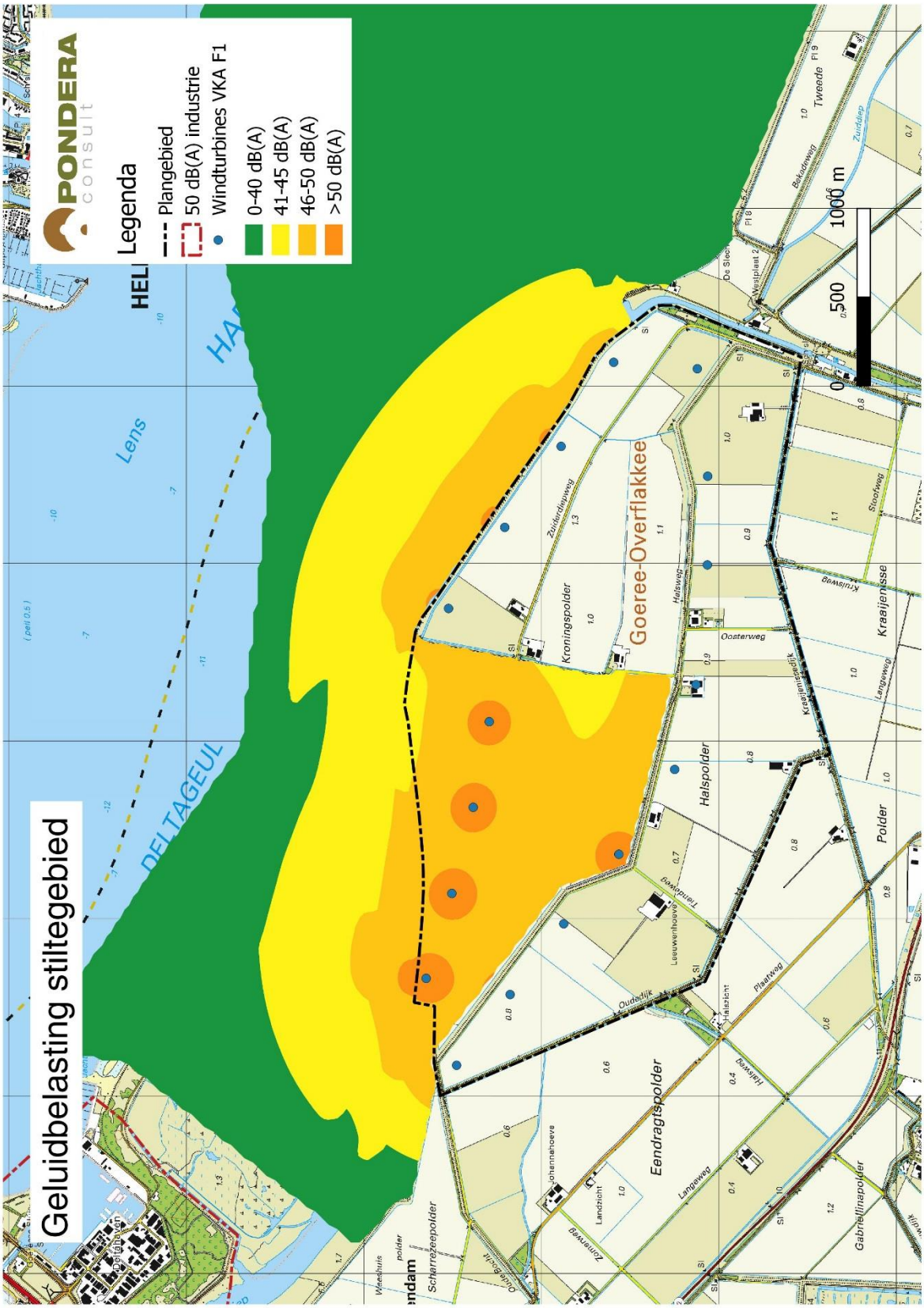
BIJLAGE 42 VKA E1 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



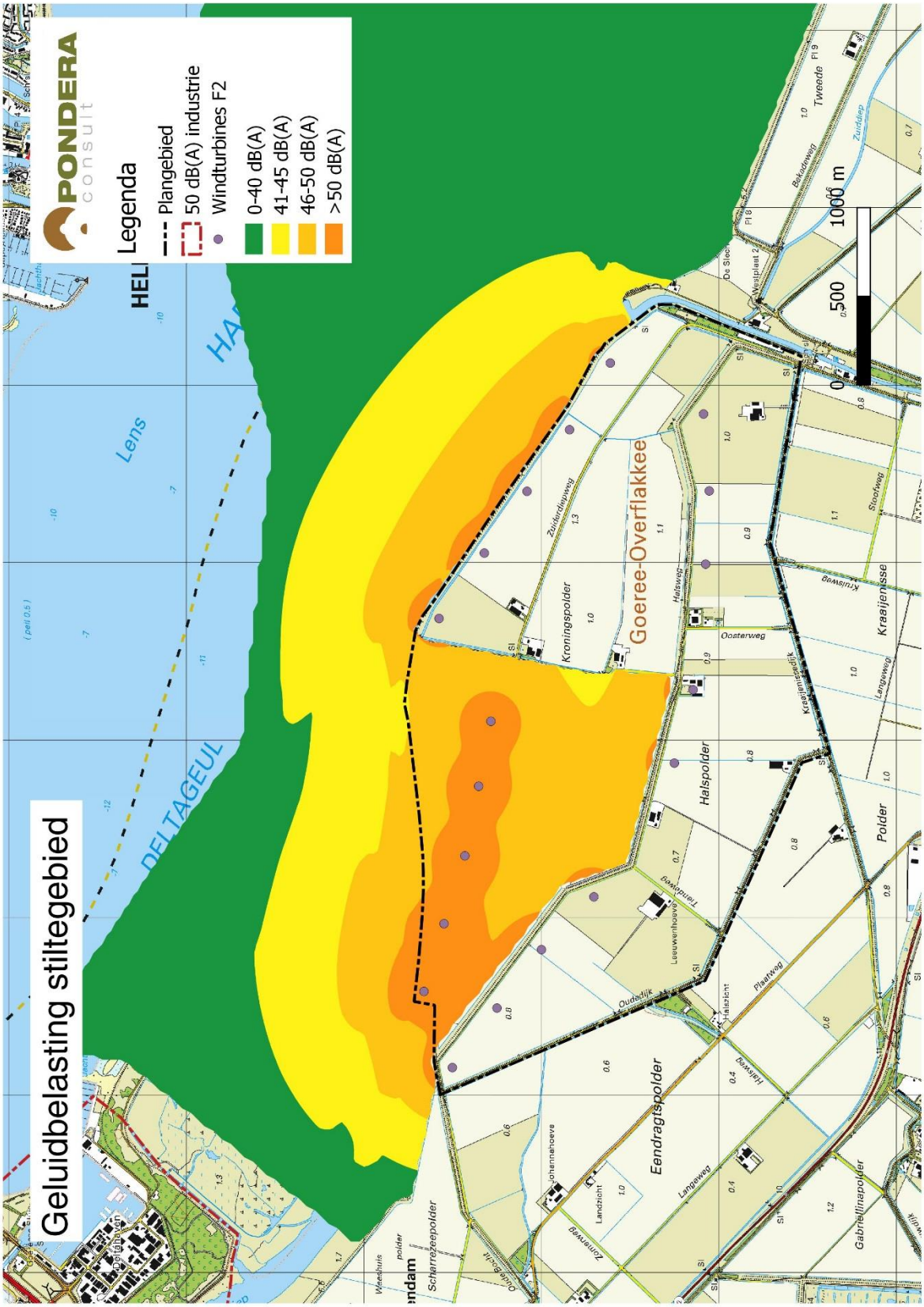
BIJLAGE 43 VKA E2 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



BIJLAGE 44 VKA F1 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



BIJLAGE 45 VKA F2 – GELUIDCONTOUR STILTEGEBIED



BIJLAGE 46 IN- EN UIT-VOER REKENMODEL SLAGSCHADUW

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:11/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - A1 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

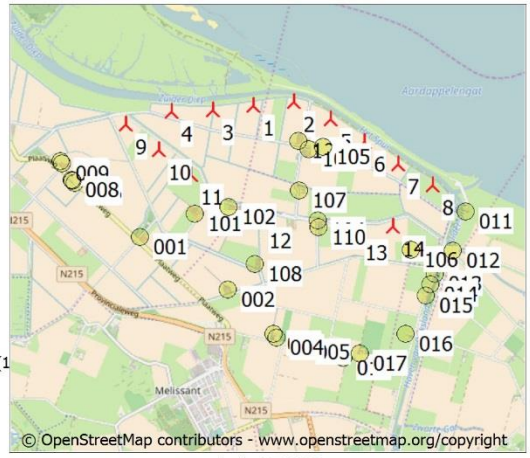
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



Scale 1:75.000
New WTG Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	64.856	424.644	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
2	65.376	424.680	-1,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
3	64.342	424.588	-1,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
4	63.812	424.586	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
5	65.841	424.452	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
6	66.264	424.158	-0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
7	66.692	423.861	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
8	67.134	423.586	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
9	63.228	424.429	-0,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
10	63.647	424.097	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
11	64.052	423.777	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
12	64.912	423.203	-0,3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
13	66.134	423.024	-2,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
14	66.615	423.069	0,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:11/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - A1 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

	Shadow, worst case			**Shadow, expected values**
No.	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
001	3:42	23	0:15	1:01
002	0:00	0	0:00	0:00
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	22:09	81	0:29	6:17
007	19:11	73	0:28	5:24
008	18:29	88	0:28	5:12
009	32:29	115	0:27	9:20
010	41:19	120	0:36	11:52
011	19:20	66	0:38	4:29
012	65:27	134	0:43	16:14
013	24:47	69	0:30	6:04
014	0:04	4	0:01	0:00
015	0:00	0	0:00	0:00
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	25:11	51	0:40	6:02
102	92:14	97	1:15	20:02
103	100:02	215	0:47	22:51
104	123:35	146	1:55	28:54
105	172:51	277	1:18	40:41
106	67:42	110	0:47	16:40
107	98:29	139	1:29	21:00
108	8:14	36	0:22	2:22
109	55:49	171	0:39	13:10
110	132:40	111	1:51	34:08

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (1)	19:47	4:49
2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (2)	0:00	0:00
3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (3)	19:46	4:58
4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (4)	9:49	2:53
5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (5)	0:00	0:00
6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (6)	110:39	30:02
7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (7)	30:54	7:15
8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (8)	11:56	3:03
9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (9)	28:25	8:16
10	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (10)	33:40	9:33
11	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (11)	19:00	4:39
12	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (12)	277:45	61:24

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:11/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - A1 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
13	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (13)	265:04	62:34
14	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (14)	136:14	30:03

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:12/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - B1 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

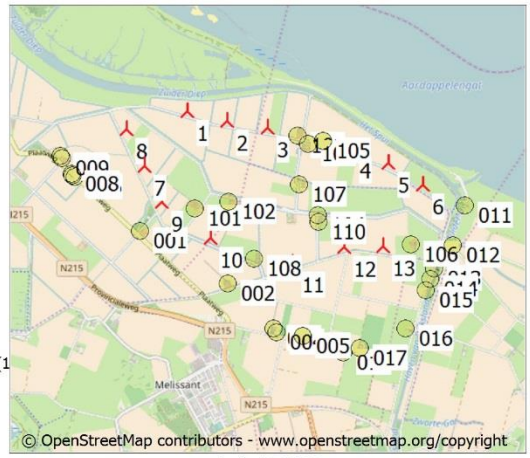
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



Scale 1:75.000
New WTG Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Shadow data Calculation distance	RPM
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[RPM]
1	64.020	424.523	-0,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
2	64.524	424.389	-1,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
3	65.036	424.289	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
4	66.084	424.002	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
5	66.573	423.808	-0,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
6	67.005	423.523	0,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
7	63.456	423.833	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
8	63.240	424.301	-1,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
9	63.670	423.364	0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
10	64.281	422.900	-3,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
11	65.316	422.559	-1,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
12	65.983	422.751	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
13	66.488	422.750	-1,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:12/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - B1 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow, worst case: Shadow days per year [days/year]	Shadow, worst case: Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
001	19:17	47	0:36	4:30
002	37:49	81	0:40	10:45
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	34:35	90	0:38	8:45
007	31:00	85	0:36	7:47
008	29:16	82	0:36	7:18
009	67:09	157	0:39	17:55
010	64:28	162	0:38	17:06
011	74:12	109	1:07	18:02
012	20:51	48	0:38	5:16
013	76:36	131	0:50	18:57
014	17:38	66	0:28	4:24
015	26:01	72	0:29	6:22
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	301:44	263	1:22	62:03
102	173:27	244	1:38	33:27
103	172:31	248	1:03	41:43
104	188:38	209	1:38	31:34
105	196:44	206	1:36	45:52
106	205:04	202	1:32	54:50
107	67:32	183	0:37	11:48
108	155:44	170	1:30	39:03
109	193:33	209	1:24	46:18
110	210:14	221	1:43	37:43

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (15)	7:00	1:45
2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (16)	32:08	8:09
3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (17)	190:36	47:01
4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (18)	173:23	40:45
5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (19)	64:14	14:56
6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (20)	79:19	19:31
7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (21)	66:05	17:00
8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (22)	58:21	16:44
9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (23)	198:21	49:15
10	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (24)	350:32	64:23
11	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (25)	242:21	51:27
12	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (26)	248:13	48:06
13	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (27)	321:05	80:41

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:12/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - B1 - ref toetspunten

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:13/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - C1 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

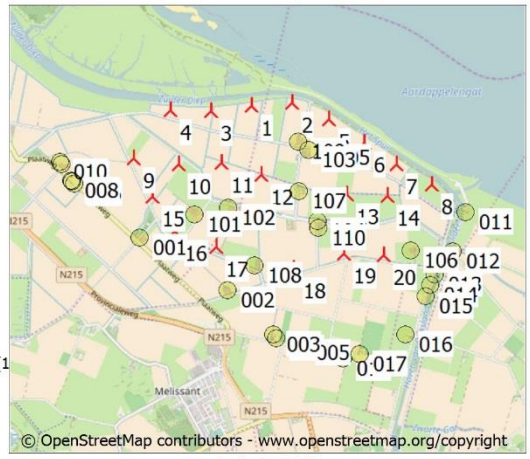
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	64.838	424.647	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
2	65.359	424.682	-1,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
3	64.325	424.595	-1,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
4	63.809	424.615	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
5	65.828	424.461	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
6	66.264	424.158	-0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
7	66.674	423.873	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
8	67.116	423.600	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
9	63.328	424.004	-0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
10	63.900	423.920	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
11	64.447	423.933	-0,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
12	64.953	423.765	-2,6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
13	66.040	423.502	-0,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
14	66.556	423.473	-1,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
15	63.553	423.512	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
16	63.833	423.072	-1,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
17	64.354	422.864	-1,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
18	65.336	422.565	-1,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
19	65.980	422.742	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
20	66.491	422.719	-2,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:13/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - C1 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

	Shadow, worst case			**Shadow, expected values**
No.	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
001	153:42	176	1:13	41:10
002	34:58	77	0:39	9:57
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	84:30	194	0:43	22:30
007	79:12	198	0:42	21:00
008	69:36	193	0:41	18:19
009	39:35	137	0:36	10:08
010	35:10	125	0:35	8:51
011	30:52	113	0:33	7:37
012	33:42	114	0:40	8:19
013	84:29	134	0:51	20:54
014	28:57	89	0:28	7:09
015	26:58	74	0:29	6:37
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	370:00	300	2:19	79:30
102	187:23	278	1:29	36:43
103	187:45	291	1:08	38:44
104	225:12	286	1:39	40:59
105	245:36	339	1:18	53:27
106	172:48	146	1:51	45:38
107	201:05	298	1:07	45:06
108	152:07	184	1:29	38:18
109	167:23	276	1:23	33:22
110	251:43	286	1:48	48:34

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (28)	21:12	5:10
2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (29)	0:00	0:00
3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (30)	18:38	4:41
4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (31)	9:48	2:53
5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (32)	0:00	0:00
6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (33)	110:39	30:02

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:13/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - C1 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (34)	31:37	7:25
8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (35)	14:13	3:33
9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (36)	117:02	32:09
10	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (37)	20:26	5:16
11	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (38)	56:48	13:39
12	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (39)	206:54	48:04
13	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (40)	196:48	34:59
14	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (41)	117:10	29:24
15	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (42)	124:39	29:55
16	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (43)	345:52	87:19
17	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (44)	307:16	55:37
18	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (45)	234:21	49:35
19	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (46)	245:58	47:27
20	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (47)	304:27	75:21

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:05/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - A2 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

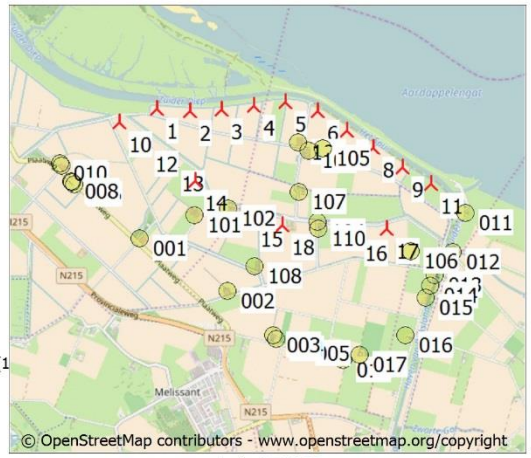
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	63.634	424.649	-0,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
2	64.050	424.611	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
3	64.458	424.619	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
4	64.868	424.666	-1,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
5	65.271	424.705	-1,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
6	65.686	424.576	-1,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
7	66.048	424.325	-1,2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
8	66.384	424.094	0,5	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
9	66.749	423.841	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
10	63.149	424.479	-1,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
11	67.107	423.625	-1,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
12	63.485	424.225	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
13	63.815	423.976	-1,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
14	64.106	423.722	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
15	64.806	423.247	-0,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
16	66.131	423.044	-1,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
17	66.538	423.063	0,2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
18	65.209	423.134	-1,7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:05/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - A2 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow, worst case: Shadow days per year [days/year]	Shadow, worst case: Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
001	0:00	0	0:00	0:00
002	0:00	0	0:00	0:00
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	15:33	80	0:19	4:29
007	20:31	88	0:22	5:55
008	20:10	92	0:21	5:50
009	5:47	30	0:18	1:37
010	8:36	61	0:17	2:26
011	6:15	28	0:21	1:26
012	17:47	71	0:29	4:29
013	12:30	62	0:16	3:03
014	0:00	0	0:00	0:00
015	0:00	0	0:00	0:00
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	22:28	60	0:38	5:29
102	136:06	116	1:32	29:15
103	87:35	198	0:53	22:54
104	133:06	147	2:09	31:51
105	56:28	209	0:44	13:05
106	30:45	76	0:38	7:42
107	139:10	245	1:06	26:43
108	1:59	20	0:08	0:34
109	57:21	146	0:49	15:06
110	130:05	125	1:46	33:33

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (48)	0:00	0:00
2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (49)	0:00	0:00
3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (50)	12:15	3:05
4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (51)	9:01	2:11
5	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (52)	0:00	0:00
6	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (53)	0:00	0:00
7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (54)	88:13	25:10
8	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (55)	44:53	11:54

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:05/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - A2 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (56)	12:20	2:57
10	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (57)	3:25	0:59
11	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (58)	0:00	0:00
12	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (59)	27:59	8:03
13	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (60)	3:46	1:02
14	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (61)	2:51	0:41
15	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (62)	218:19	47:49
16	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (63)	154:49	36:18
17	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (64)	49:21	11:08
18	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (65)	225:36	49:26

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:06/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - B2 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

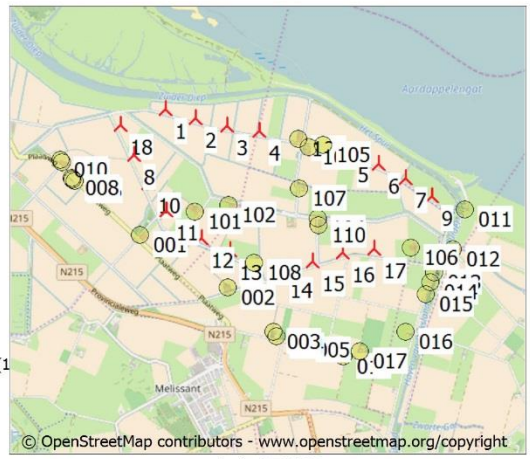
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Shadow data Calculation distance	RPM
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[RPM]
1	63.738	424.593	-0,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
2	64.123	424.476	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
3	64.518	424.374	-1,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
4	64.931	424.294	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
5	66.059	423.999	-0,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
6	66.448	423.853	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
7	66.789	423.659	0,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
8	63.330	424.024	-0,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
9	67.120	423.423	1,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
10	63.505	423.656	-0,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
11	63.721	423.302	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
12	64.167	422.948	-2,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
13	64.533	422.780	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
14	65.168	422.543	-0,5	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
15	65.575	422.622	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
16	65.969	422.734	-0,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
17	66.369	422.767	-0,5	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
18	63.162	424.403	-0,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:06/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - B2 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow, worst case: Shadow days per year [days/year]	Shadow, worst case: Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
001	18:13	59	0:33	4:18
002	38:26	93	0:40	11:01
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	46:39	150	0:34	12:44
007	33:02	117	0:33	8:53
008	29:20	108	0:32	7:48
009	25:48	112	0:26	6:55
010	34:06	123	0:27	9:18
011	112:58	126	1:23	27:48
012	6:24	28	0:21	1:35
013	26:54	89	0:33	6:46
014	23:29	90	0:26	5:46
015	8:06	48	0:16	2:01
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	330:05	279	2:12	63:51
102	124:13	211	1:14	22:30
103	95:00	189	0:56	22:44
104	152:19	182	1:56	23:46
105	129:31	152	1:23	28:27
106	63:13	96	1:01	16:24
107	32:17	159	0:27	6:01
108	224:38	201	1:55	54:00
109	92:59	155	0:59	22:34
110	214:13	209	2:10	34:34

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (66)	0:00	0:00
2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (67)	1:46	0:27
3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (68)	14:23	3:39
4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (69)	92:55	23:30
5	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (70)	139:07	30:55
6	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (71)	37:09	8:26
7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (72)	49:07	12:16
8	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (73)	58:52	16:35

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:06/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - B2 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (74)	99:18	24:29
10	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (75)	42:12	10:03
11	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (76)	135:50	35:28
12	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (77)	279:19	48:57
13	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (78)	151:56	31:05
14	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (79)	228:51	49:14
15	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (80)	79:20	15:17
16	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (81)	155:58	25:45
17	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (82)	136:24	32:33
18	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (83)	21:24	6:14

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:07/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - C2 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

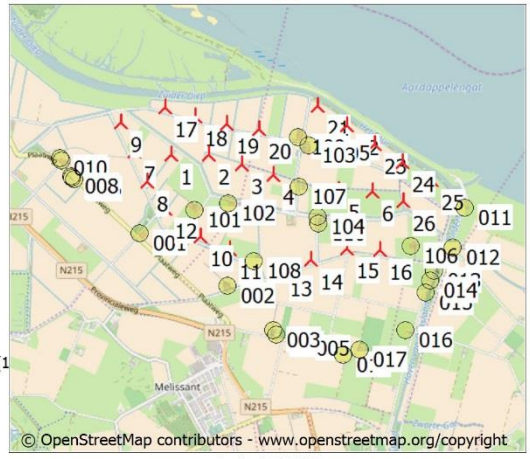
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	63.804	423.994	-1,7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
2	64.284	423.989	-1,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
3	64.698	423.850	-1,8	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
4	65.104	423.713	-0,7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
5	65.936	423.505	-2,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
6	66.359	423.482	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
7	63.337	424.036	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
8	63.496	423.659	-0,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
9	63.169	424.416	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
10	64.154	422.948	-2,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
11	64.530	422.772	-0,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
12	63.713	423.307	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
13	65.170	422.540	-0,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
14	65.562	422.626	-0,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
15	66.027	422.754	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
16	66.440	422.729	-1,7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
17	63.738	424.593	-0,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
18	64.123	424.476	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
19	64.518	424.374	-1,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
20	64.931	424.294	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
21	65.686	424.576	-1,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
22	66.054	424.321	-1,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
23	66.402	424.081	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
24	66.749	423.841	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
25	67.125	423.612	-1,2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
26	66.753	423.343	0,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:07/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - C2 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

	Shadow, worst case			**Shadow, expected values**
No.	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
001	19:08	62	0:34	4:31
002	36:54	87	0:41	10:35
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	49:44	170	0:33	13:35
007	35:48	138	0:32	9:38
008	31:56	129	0:31	8:31
009	24:04	113	0:26	6:24
010	31:28	120	0:25	8:33
011	20:31	65	0:37	5:14
012	8:14	32	0:24	1:59
013	35:49	97	0:38	8:58
014	26:11	95	0:28	6:26
015	14:05	64	0:18	3:26
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	335:46	276	2:13	65:57
102	136:50	240	1:09	26:38
103	227:50	347	1:16	50:15
104	181:31	265	1:29	34:10
105	113:05	284	0:43	24:02
106	86:23	95	1:22	21:58
107	193:27	281	1:42	45:16
108	236:31	200	1:53	56:48
109	233:48	298	1:43	50:11
110	198:26	250	1:38	35:41

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
12-6-2017 10:07/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - C2 - ref toetspunten

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (84)	5:04	1:22
2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (85)	9:37	2:19
3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (86)	54:59	13:04
4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (87)	247:51	54:14
5	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (88)	109:34	19:45
6	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (89)	88:09	20:49
7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (90)	58:51	16:35
8	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (91)	43:10	10:17
9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (92)	18:50	5:29
10	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (93)	273:43	48:19
11	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)	164:31	34:08
12	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)	131:50	34:22
13	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)	225:20	48:11
14	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)	83:25	16:07
15	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (98)	150:04	26:43
16	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)	161:59	39:12
17	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (100)	0:00	0:00
18	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)	1:46	0:27
19	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (102)	14:23	3:39
20	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (103)	92:55	23:30
21	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)	0:00	0:00
22	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)	90:42	25:56
23	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)	44:51	11:51
24	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)	12:20	2:57
25	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (108)	0:00	0:00
26	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (109)	31:33	7:53

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
1-12-2017 10:12/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - VKA1 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



Scale 1:75.000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	63.663	424.651	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
2	64.142	424.506	-0,6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
3	64.627	424.386	-1,3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
4	65.109	424.295	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
5	65.747	424.525	-2,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
6	66.204	424.208	-0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
7	66.661	423.890	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
8	67.134	423.594	-0,6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
9	63.173	424.479	-0,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
10	63.572	424.178	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
11	63.971	423.875	-1,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
12	64.363	423.565	-0,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
13	64.840	423.250	-0,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
14	65.318	423.130	-0,1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
15	65.993	423.066	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
16	66.493	423.065	0,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0
17	67.098	423.123	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0...	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	1.632	0,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
1-12-2017 10:12/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - VKA1 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

	Shadow, worst case			**Shadow, expected values**
No.	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
001	19:57	80	0:24	5:44
002	0:00	0	0:00	0:00
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	37:32	107	0:32	10:47
007	34:55	115	0:31	10:00
008	28:27	99	0:30	8:10
009	27:05	117	0:27	7:32
010	30:28	123	0:26	8:32
011	90:08	104	1:35	22:01
012	35:29	95	0:37	8:55
013	22:10	76	0:25	5:27
014	4:34	37	0:11	1:06
015	0:00	0	0:00	0:00
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	36:36	74	0:44	9:11
102	161:07	134	1:45	36:40
103	208:56	268	1:26	49:14
104	373:14	186	3:41	94:27
105	268:06	288	2:02	65:07
106	39:11	98	0:39	9:48
107	251:02	261	1:52	47:50
108	14:48	52	0:26	4:19
109	214:12	298	1:34	51:05
110	449:45	176	3:45	118:03

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (218)	17:03	4:57
2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (219)	10:20	2:36
3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (220)	46:30	11:44
4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (221)	172:58	42:20
5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (222)	0:00	0:00
6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (223)	162:30	44:02
7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (224)	31:50	7:32
8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (225)	11:54	3:03
9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (226)	6:59	2:01

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
1-12-2017 10:12/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - VKA1 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
10	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (227)	54:12	15:31
11	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (228)	21:42	5:25
12	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (229)	58:19	14:39
13	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (230)	325:47	73:44
14	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (231)	472:31	109:54
15	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (232)	428:36	105:12
16	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (233)	124:24	26:29
17	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !-! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (234)	86:47	21:23

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
1-12-2017 10:11/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - VKA2 - ref toetspunten

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence	5 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,31	0,36	0,44	0,45	0,42	0,43	0,45	0,39	0,34	0,24	0,21

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
549	589	710	546	422	442	977	1.210	1.238	970	566	541	8.760

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716050_EMDGrid_0.wpg (1
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000



Scale 1:75.000
New WTG Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	63.584	424.663	-0,6	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
2	63.966	424.550	-1,6	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
3	64.348	424.432	0,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
4	64.741	424.355	-2,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
5	65.107	424.286	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
6	65.686	424.578	-1,4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
7	66.055	424.323	-1,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
8	66.402	424.082	0,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
9	66.749	423.843	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
10	67.125	423.613	-1,2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
11	63.155	424.503	-1,8	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
12	63.490	424.252	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
13	63.820	424.001	-1,3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
14	64.117	423.705	-1,2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
15	64.871	423.252	-1,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
16	65.284	423.147	0,1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
17	65.992	423.076	-0,9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
18	66.405	423.056	-1,0	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0
19	66.838	423.088	-0,2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 9...	Yes	VESTAS	V117-3.6-3.600	3.600	117,0	91,5	1.404	14,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
001	63.380	422.996	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
002	64.490	422.306	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
003	65.064	421.729	0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
004	65.100	421.678	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
005	65.439	421.620	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
006	62.565	423.700	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
007	62.537	423.725	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
008	62.522	423.740	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
009	62.408	423.946	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
010	62.386	423.975	-0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
011	67.540	423.246	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
012	67.375	422.747	2,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
1-12-2017 10:11/3.1.617

SHADOW - Main Result

Calculation: ss WP Kroningswind - VKA2 - ref toetspunten

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
013	67.133	422.454	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
014	67.082	422.325	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
015	67.017	422.177	-0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
016	66.749	421.699	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
017	66.164	421.462	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
018	65.950	421.403	0,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
101	64.089	423.278	-0,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
102	64.520	423.354	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
103	65.554	424.073	0,6	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
104	65.653	423.164	1,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
105	65.740	424.102	1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
106	66.834	422.769	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
107	65.422	423.553	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
108	64.837	422.618	-1,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
109	65.422	424.182	0,1	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
110	65.663	423.077	2,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

	Shadow, worst case			**Shadow, expected values**
No.	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
001	0:00	0	0:00	0:00
002	0:00	0	0:00	0:00
003	0:00	0	0:00	0:00
004	0:00	0	0:00	0:00
005	0:00	0	0:00	0:00
006	11:34	72	0:15	3:19
007	16:38	82	0:19	4:48
008	19:03	86	0:20	5:30
009	8:37	68	0:17	2:28
010	10:45	78	0:17	3:04
011	19:45	47	0:41	4:30
012	32:24	99	0:33	7:57
013	4:32	37	0:11	1:08
014	1:10	25	0:04	0:16
015	0:00	0	0:00	0:00
016	0:00	0	0:00	0:00
017	0:00	0	0:00	0:00
018	0:00	0	0:00	0:00
101	17:26	54	0:34	4:16
102	94:34	99	1:17	20:24
103	178:55	228	1:56	44:32
104	226:19	173	2:52	54:59
105	80:48	220	0:44	20:00
106	38:43	107	0:35	9:33
107	165:21	250	1:12	30:59
108	4:29	30	0:13	1:18
109	208:59	197	1:57	51:56
110	287:28	182	2:40	75:16

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (235)	5:34	1:36
2	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (236)	0:00	0:00
3	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (237)	7:23	1:51
4	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (238)	35:33	9:00
5	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (239)	186:14	45:48
6	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (240)	0:00	0:00
7	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (241)	89:37	25:37

To be continued on next page...

Project:
716050

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
1-12-2017 10:11/3.1.617

SHADOW - Main Result

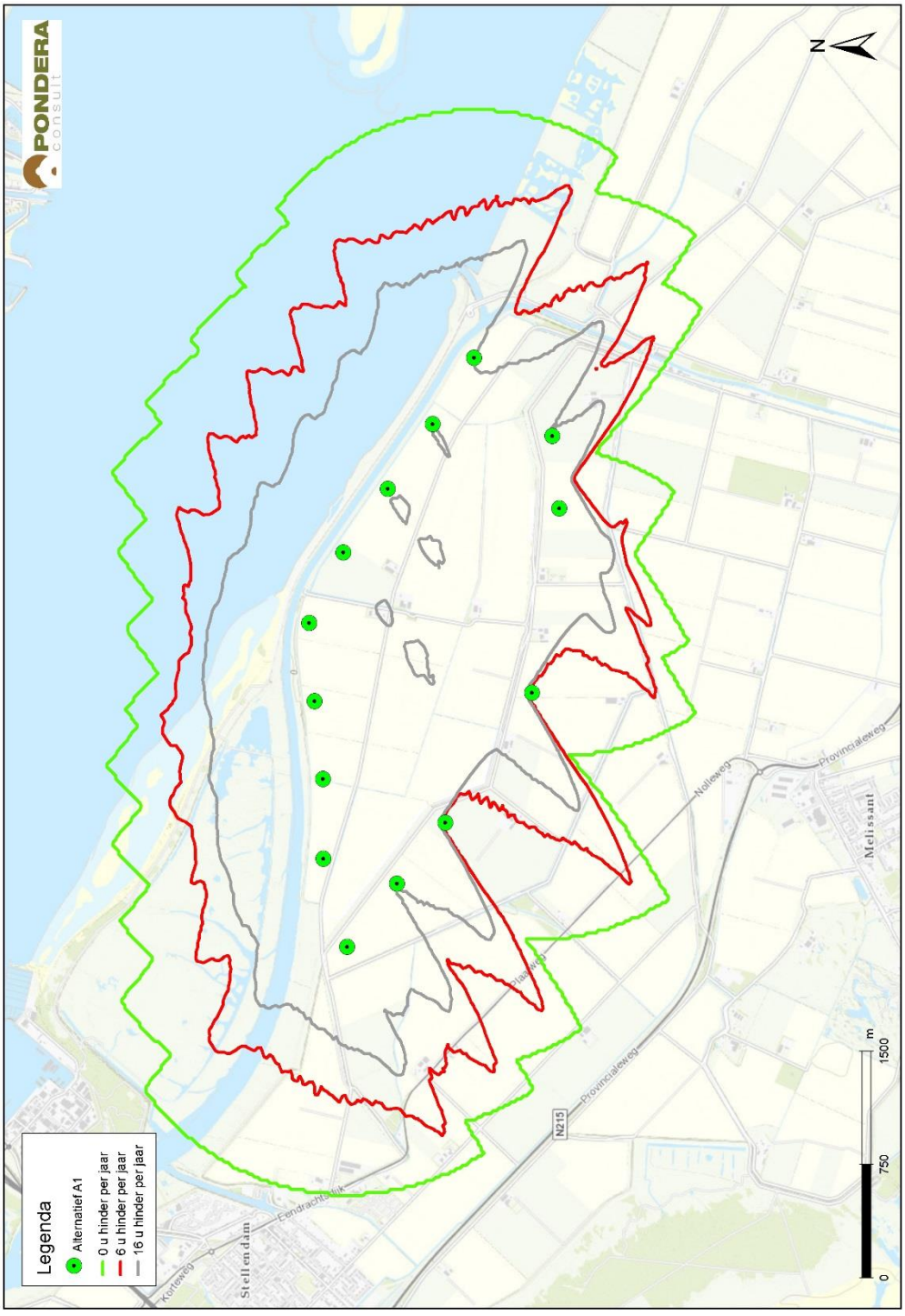
Calculation: ss WP Kroningswind - VKA2 - ref toetspunten

...continued from previous page

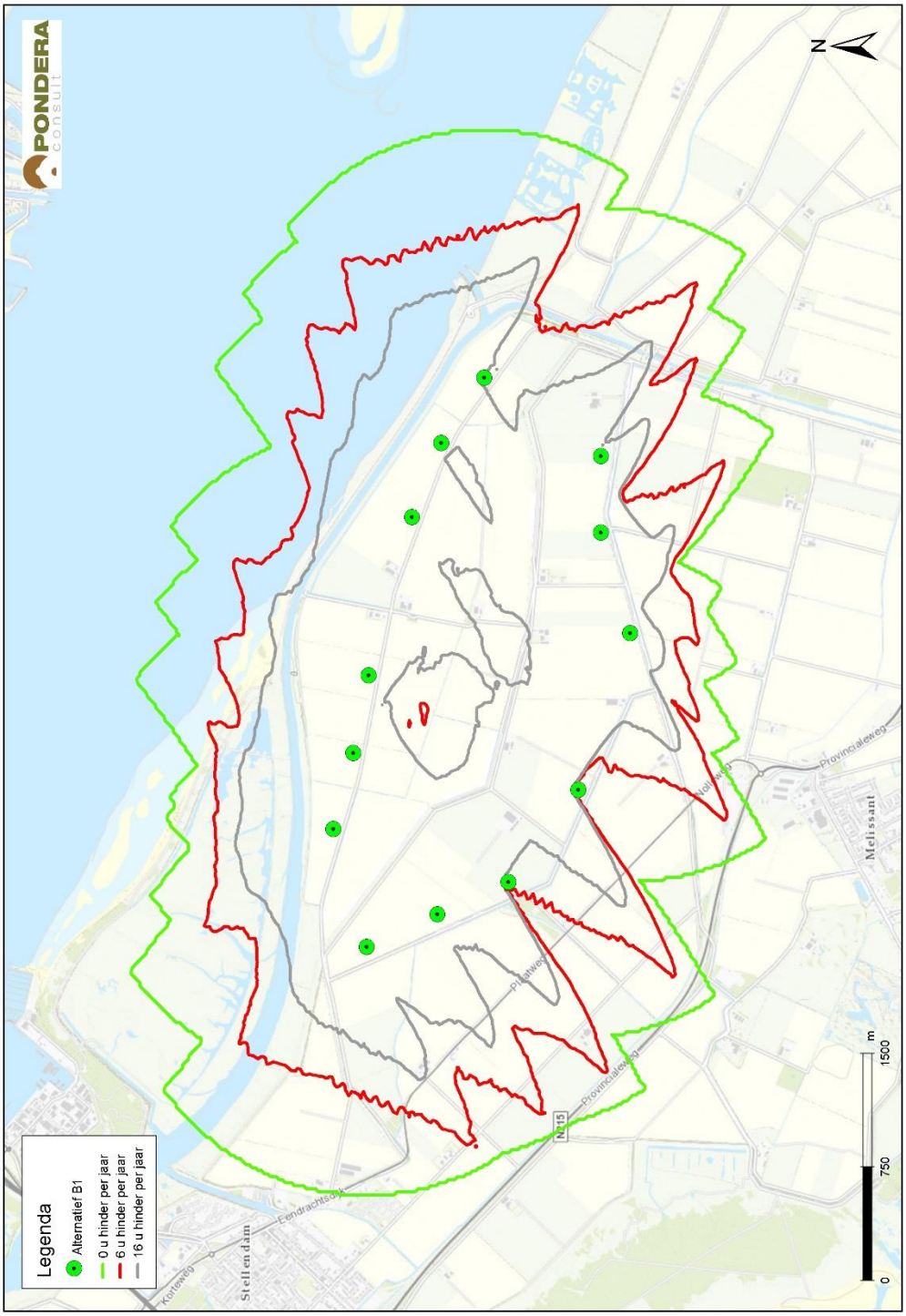
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
8	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (242)	44:41	11:49
9	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (243)	12:09	2:55
10	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (244)	0:00	0:00
11	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (245)	0:45	0:13
12	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (246)	24:29	7:04
13	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (247)	3:43	1:01
14	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (248)	2:57	0:42
15	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (249)	191:05	41:52
16	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (250)	323:41	74:13
17	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (251)	275:25	66:42
18	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (252)	76:52	17:29
19	VESTAS V117-3.6 3600 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (253)	49:40	11:48

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

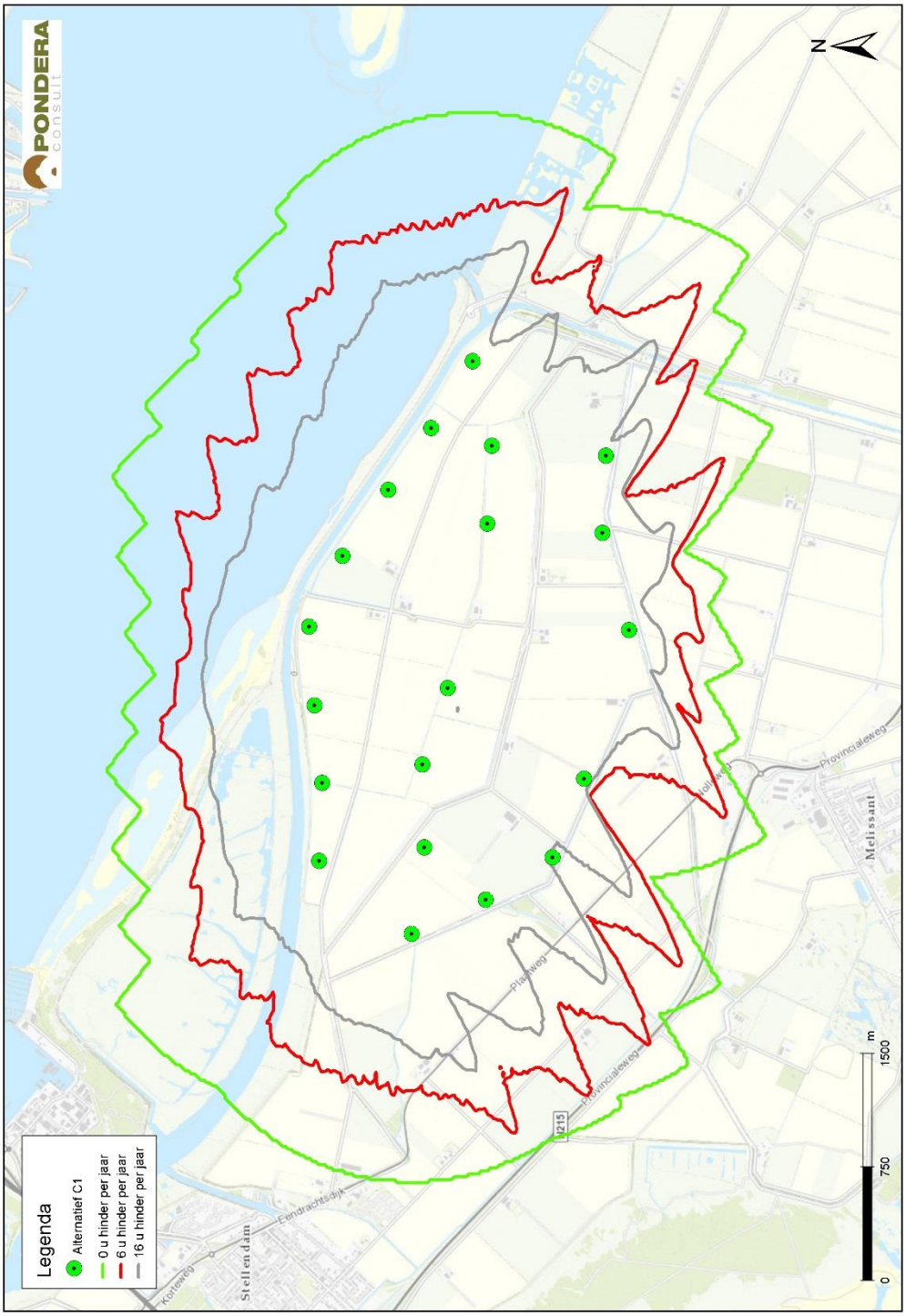
BIJLAGE 47 ALT A1 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



BIJLAGE 48 ALT B1 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



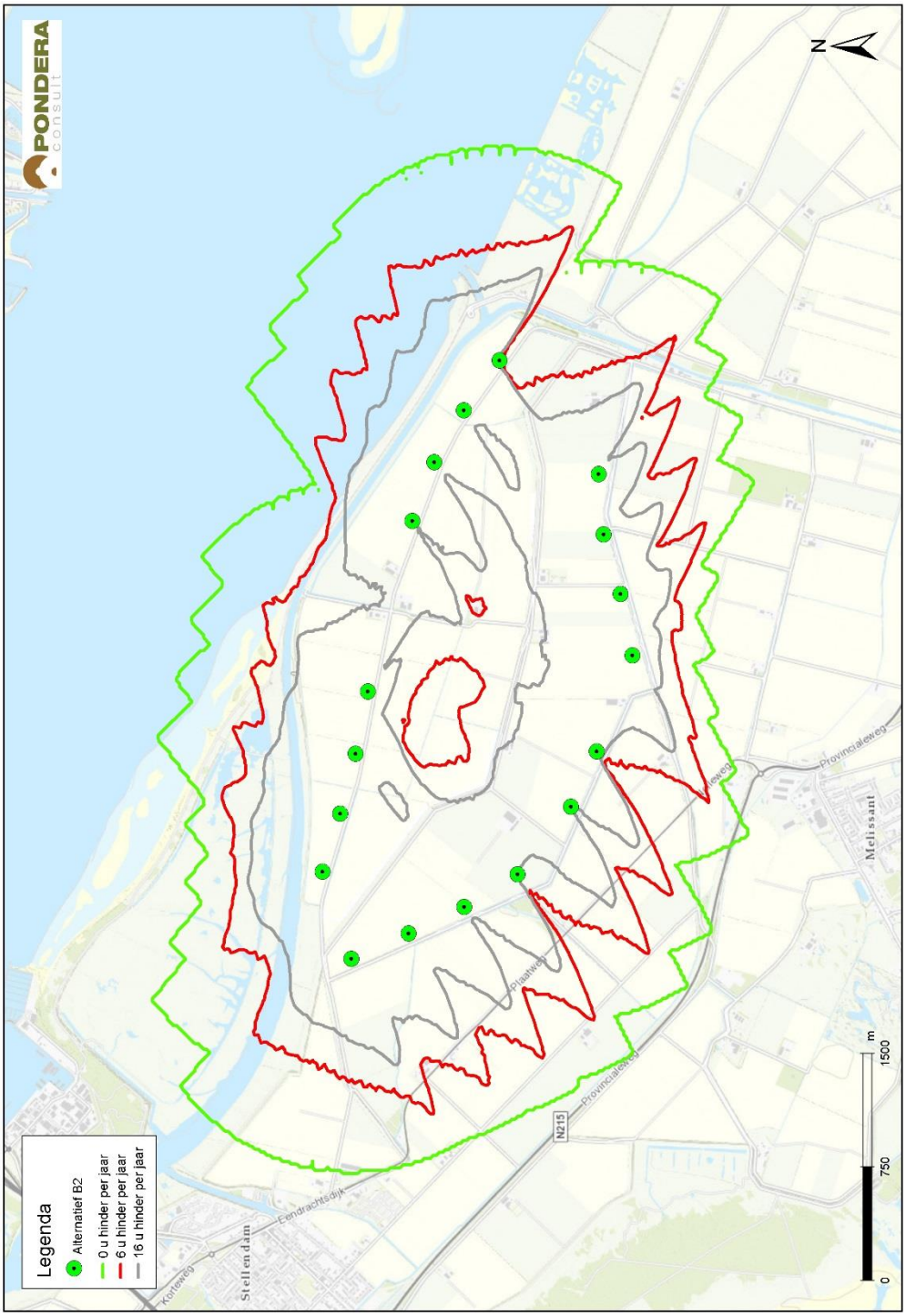
BIJLAGE 49 ALT C1 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



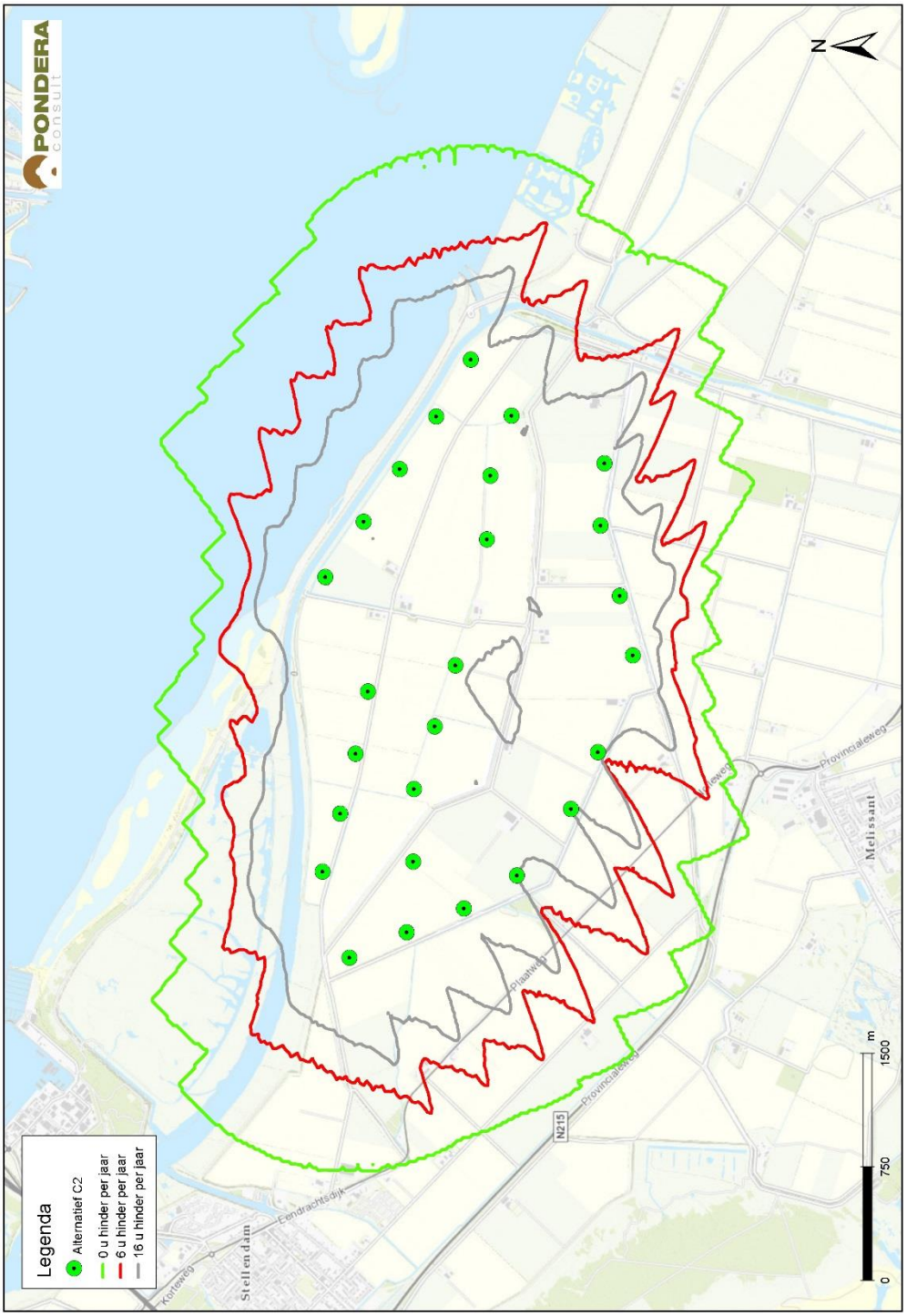
BIJLAGE 50 ALT A2 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



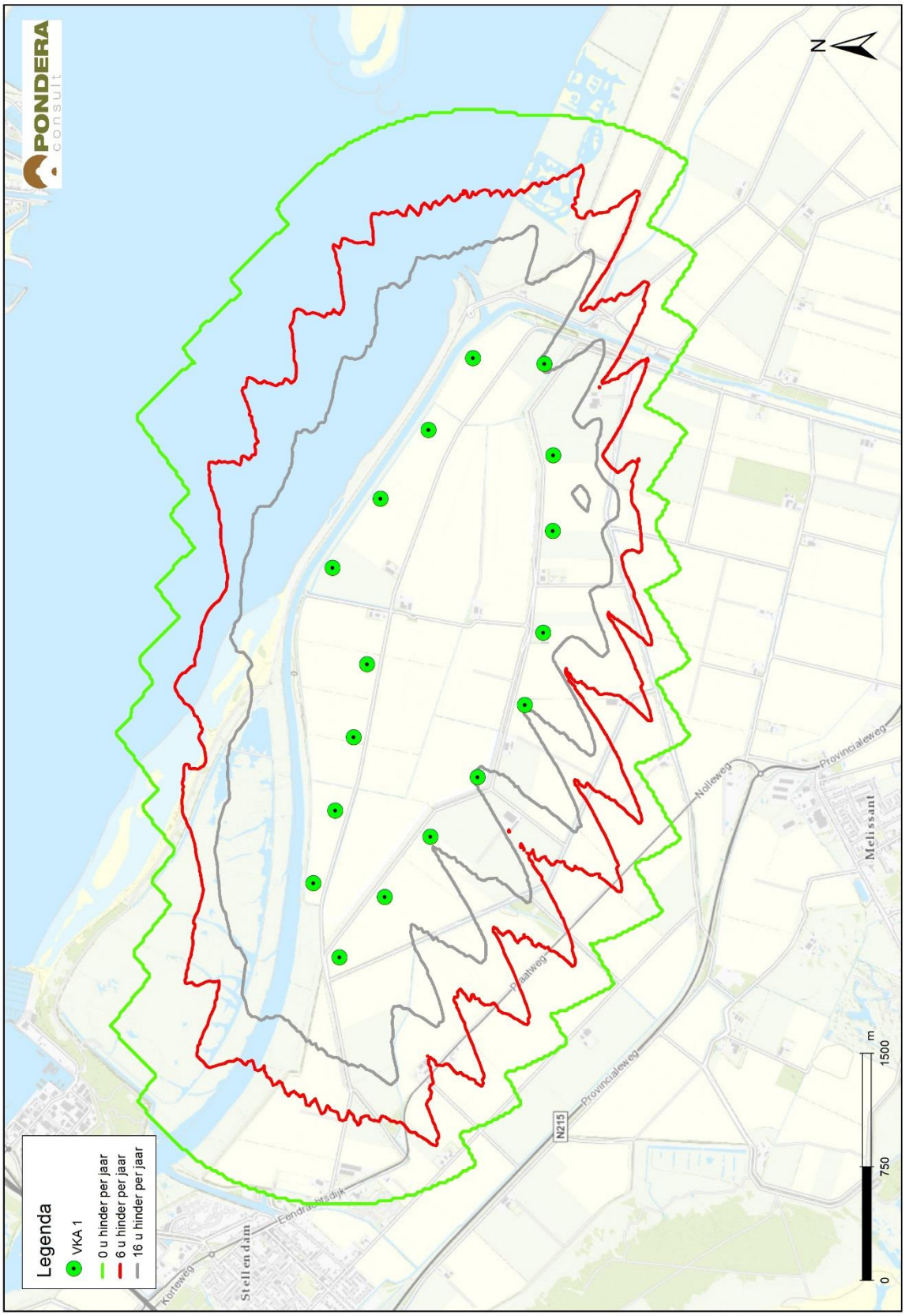
BIJLAGE 51 ALT B2 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



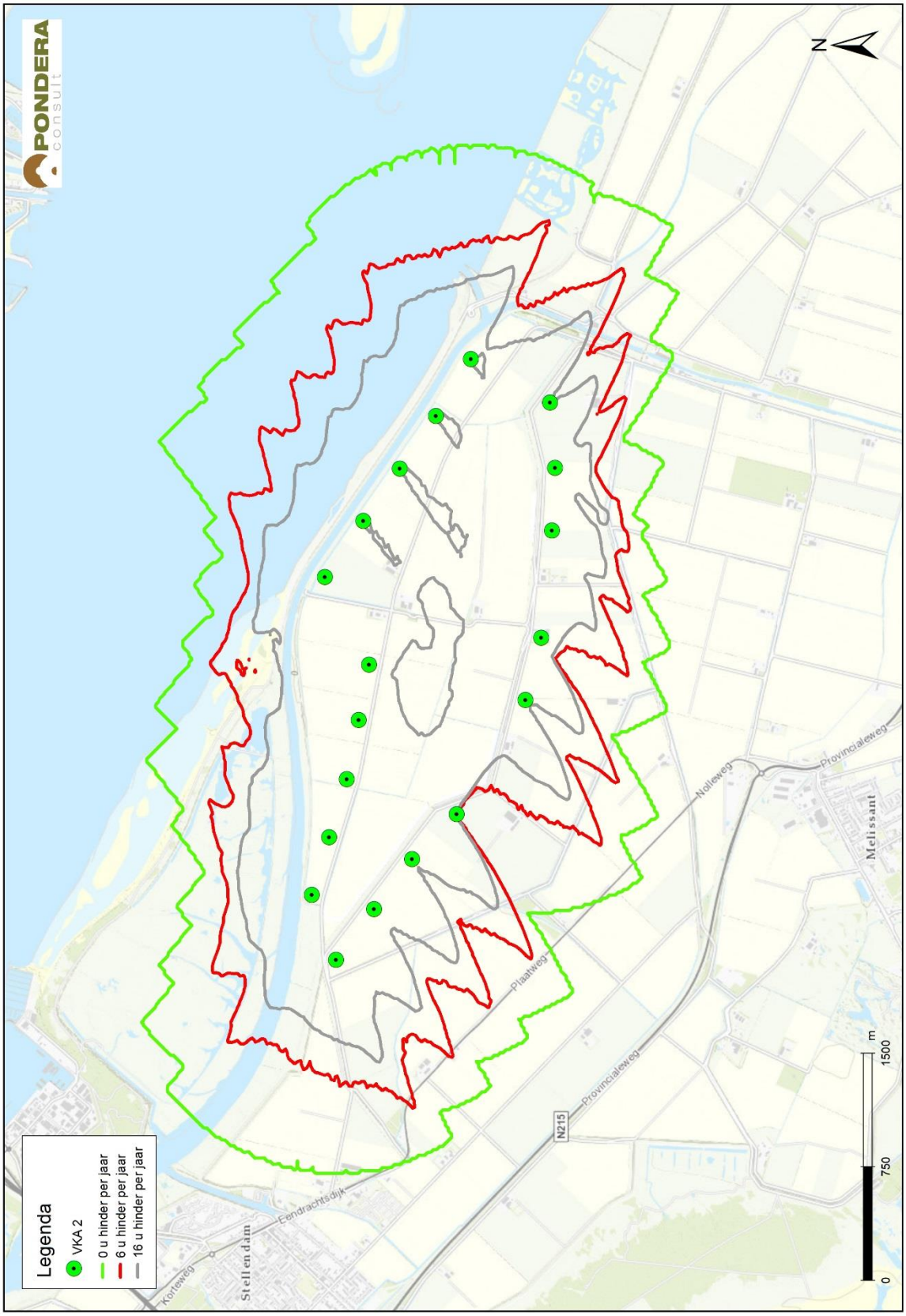
BIJLAGE 52 ALT C2 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



BIJLAGE 53 VKA 1 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



BIJLAGE 54 VKA 2 – SLAGSCHADUWCONTOUREN



BIJLAGE 4



716050
01 februari 2018

RAPPORTAGE EXTERNE VEILIGHEID WINDPARK KRONINGSWIND

Kroningswind B.V.

v5.1

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Rapportage externe veiligheid Windpark Kroningswind
Soort document	v5.1
Datum	01 februari 2018
Projectnummer	716050
Opdrachtgever	Kroningswind B.V.
Auteur	B. Vogelaar, Pondera Consult
Vrijgave	P. Janssen, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 1

2 Identificatie objecten 1

2.1 Bepaling identificatieafstand opstellingsalternatieven 1
2.2 Geïdentificeerde objecten 2

3 Bebouwing 4

3.1 Beperkt kwetsbare objecten 4
3.2 Kwetsbare objecten 5

4 Wegen 9

4.1 Wegen 9
4.2 Vaarwegen 9
4.3 Spoorwegen 10

5 Risicovolle installaties en inrichtingen 11

6 Buisleidingen en hoogspanningsnetwerk 12

7 Dijklichamen en waterkeringen 13

7.1 Primaire waterkering 13
7.2 Secundaire (regionale) waterkeringen 16

8 Analyse Voorkeursalternatief 22

8.1 Inleiding 22
8.2 Effecten windturbinetypes en identificatieafstand voor veiligheid 22
8.3 Bebouwing 22
8.4 Transport en infrastructuur 23
8.5 Risicovolle installaties en inrichtingen 24
8.6 Buisleidingen en hoogspanningsnetwerk 25
8.7 Dijklichamen en waterkeringen 25

1 INLEIDING

Ten behoeve van het Milieu Effect Rapport dat wordt opgesteld voor “Windpark Kroningswind” (vanaf nu genaamd ‘het MER’) en de benodigde vergunningen en het bestemmingsplan is deze rapportage geschreven. Het doel van de rapportage is om inzicht te verkrijgen in de gevolgen voor de omgeving met betrekking tot het onderwerp externe veiligheid. Hierbij zijn de verschillende windparkopstellingen zoals opgenomen in het MER, beschouwd. Het betreft zes verschillende opstellingsalternatieven.

De opstellingsalternatieven zijn getoetst aan huidige wet- en regelgeving met behulp van de toetsingsafstanden en aan de toetsafstanden en berekeningen zoals opgenomen in het Handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1) (vanaf nu genaamd ‘het handboek’) van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). In onderhavig onderzoek wordt, aan de hand van verschillende toetsingsafstanden, geanalyseerd wat de te verwachte effecten op de veiligheid van de omgeving zijn.

2 IDENTIFICATIE OBJECTEN

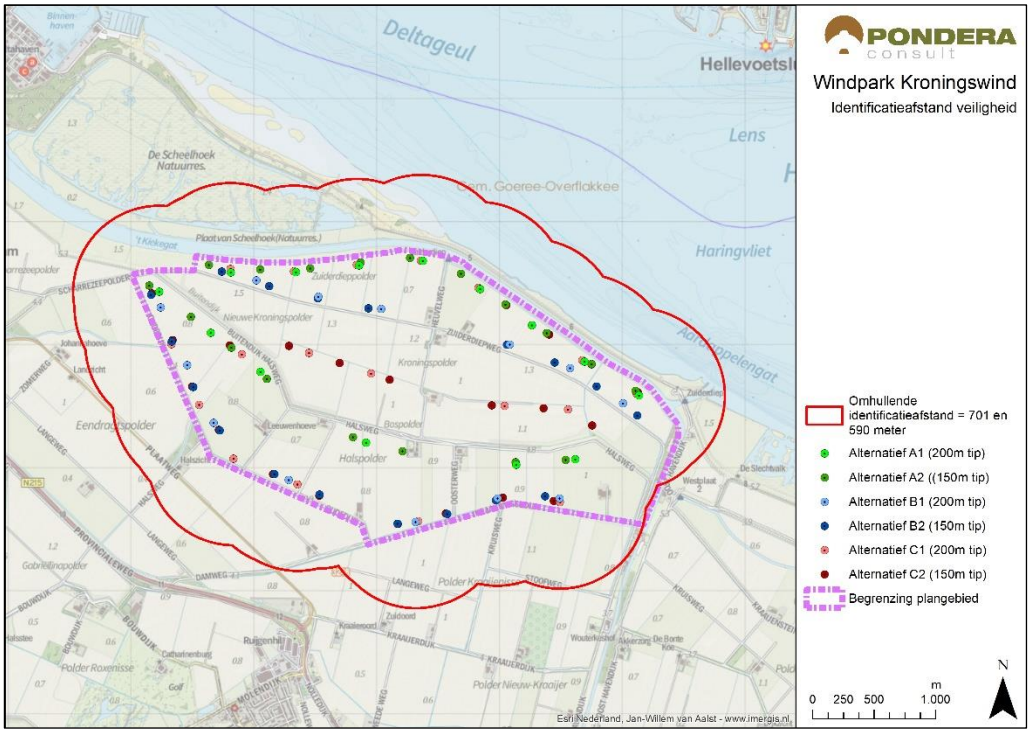
2.1 Bepaling identificatieafstand opstellingsalternatieven

De identificatieafstand kan bepaald worden aan de hand van de maximale dimensies van de verschillende opstellingsalternatieven. Voor de alternatieven A1, B1 en C1 met een vermogen van maximaal 4,5 MW en een ashoogte van 130 meter kan de generieke identificatieafstand conservatief bepaald worden met gebruik van tabel 2 uit het handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1). Voor de alternatieven A2, B2 en C2 wordt gekeken naar een windturbine met een maximaal vermogen van 3 MW en een ashoogte van 91,5 meter.

De overtoeren werpafstand bij 4 MW bedraagt 641 tot 667 meter en voor 5 MW 699 tot 716 meter. Voor 4,5 MW wordt de afstand ingeschat tussen de 670 en de 691,5 meter. Voor de ashoogte van 130 meter neemt dit nog toe tot circa 701 meter voor opstellingsalternatieven A1, B1 en C1.
Voor opstellingsalternatieven A2, B2 en C2 wordt voor 90 tot 120 meter ashoogte een identificatieafstand aangehouden van 588 tot 613 meter. Voor 91,5 meter ashoogte bedraagt dit dan circa: 590 meter.

De identificatieafstanden zijn als contouren weergegeven in onderstaande figuur.

Figuur 2.1 Omhullende identificatieafstand voor veiligheid – Windpark Kroningswind



Dit is een zeer conservatieve bepaling en zorgt ervoor dat er geen objecten of infrastructuren over het hoofd worden gezien. Er kan met zekerheid gesteld worden dat er buiten deze afstanden geen sprake van een resterend risico is.

2.2 Geïdentificeerde objecten

De volgende objecten zijn geidentificeerd binnen de identificatieafstand:

- Lokale wegen
- Panden van agrarische bedrijven
- Bedrijfswoningen en woningen van agrarische bedrijven
- Oudedijk 1 – Scharrezee B.V. – Bovengrondse Propaan tank – 4,7 m^3 – Registratiebesluit (8.40 Wm – milieuvergunning) - Generieke $PR10^{-6}$ (20 meter)
- Kraaijenissedijk 2 – M. van der Baan – Bovengrondse Propaan tank – 3 m^3 – Registratiebesluit (8.40 Wm – milieuvergunning) - Generieke $PR10^{-6}$ (20 meter)
- Primaire waterkering Haringvliet
  - Signaleringswaarde is 1:1000
  - Ondergrens is 1:300[1]
- Regionale waterkeringen van Waterschap Hollandse Delta
  - Conform Bijlage 1 van de *waterverordening Zuid-Holland, Regionale waterkeringen en veiligheidsnormering Waterschap Hollandse Delta , Gedeelte Goeree Overflakkee* geldt voor de noordelijke secundaire waterkering nabij de primaire waterkering een veiligheidsnormering van 1:10. Voor de zuidelijke secundaire waterkering is geen norm

[1] Nationaal Basisbestand Primaire Waterkeringen via: https://waterveiligheidsportaal.nl/#/nss/nss/norm geraadpleegd op 17-07-2017

vastgesteld en wordt enkel het handhaven (theoretisch) van de profiel legger aangegeven in de verordening. Ook voor deze waterkering wordt uitgegaan van een veiligheidsnormering van 1:10.

- Waterweg Haringvliet
  - De hoofd vaargeul van het Haringvliet bevindt zich op ruime afstand van de windturbines. Gezien de breedte van het Haringvliet is de kans op schepen binnen de identificatieafstand minimaal. Er worden geen significante hoeveelheden vaartuigen verwacht in de buurt van de windturbines. Eventuele risico's zullen zodanig beperkt zijn dat een nadere risicoanalyse niet benodigd is.
  - Het Haringvliet is niet opgenomen in het Basisnet Water voor transport van gevaarlijke stoffen. Conform basisnet Water worden er geen significante hoeveelheden gevaarlijk transport verwacht op de waterweg. Er is geen verdere risicoanalyse benodigd.
- Er zijn geen ondergrondse buisleidingen, onderdelen van het hoogspanningsnetwerk, spoorwegen of rijkswegen aanwezig binnen de identificatieafstanden van alle onderzochte opstellingsalternatieven.

3 BEBOUWING

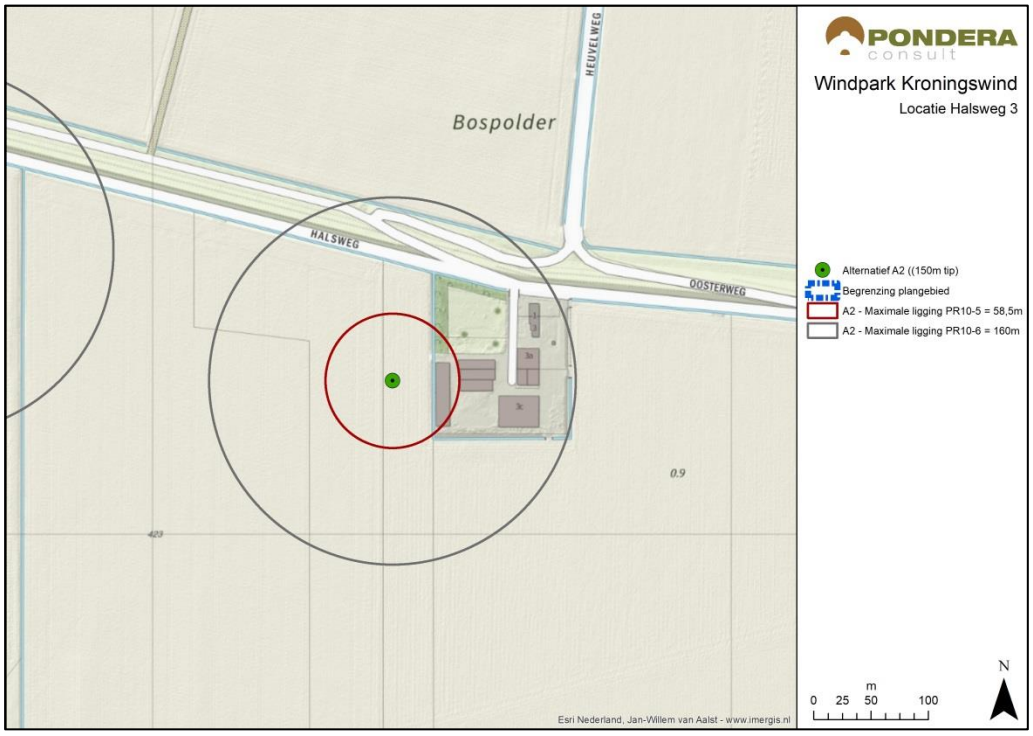
3.1 Beperkt kwetsbare objecten

De plaatsing van windturbines dient te voldoen aan de regels uit het Activiteitenbesluit. Dit betekent dat beperkt kwetsbare objecten dien te zijn gelegen buiten de $PR10^{-5}$ contour van de windturbines. Op basis van de maximale dimensies van de windturbines kan de $PR10^{-5}$ contour maximaal toenemen tot een afstand van een halve rotordiameter. Voor specifieke windturbines kan deze afstand kleiner zijn. Voor opstellingsalternatieven A1, B1 en C1 komt dit neer op een maximale ligging van de $PR10^{-5}$ contour op een afstand van 65 meter. Voor opstellingsalternatieven A2, B2 en C2 komt de maximale ligging van de $PR10^{-5}$ contour neer op een afstand van 58,5 meter.

Alle bedrijfsgebouwen kunnen beperkt kwetsbare objecten zijn indien er aanwezigheid van personeel verwacht kan worden. Sommige gebouwen kunnen ook als niet-kwetsbaar worden gezien als er nauwelijks tot geen aanwezigheid van personen wordt verwacht. Bij zeer korte verblijfstijden per jaar zijn de risico's voor personen beperkt. Andere objecten zoals: verspreid liggende woningen (<2 per hectare), kleinere kantoren en/of andere gebouwen van vergelijkbare kwetsbaarheid kunnen worden gezien als beperkt kwetsbare objecten. Voor de definities van kwetsbaarheid wordt aangesloten bij de definities uit het Besluit externe veiligheid Inrichtingen (Bevi). Deze gebouwen dienen te zijn gelegen buiten de $PR10^{-5}$ contouren. Bij ligging op een afstand groter dan een halve rotordiameter kan met zekerheid gesteld worden dat de objecten zijn gelegen buiten de $PR10^{-5}$ contouren.

In Figuur 3.2 t/m Figuur 3.7 is te zien dat er geen beperkt kwetsbare objecten zijn gelegen binnen 65 meter van opstellingsalternatieven A1, B1 en C1. Binnen een afstand van 58,5 meter van alternatief A2 is een gebouw gelegen aan de Halsweg 3 (zie Figuur 3.1). Dit gebouw wordt echter voorafgaand aan de realisatie van het windpark gesloopt en de bestemming van het perceel zal worden gewijzigd, zodat geen nieuwe (woon)bebouwing kan worden gerealiseerd. Voor deze analyse wordt er daarom vanuit gegaan dat de bestemming van deze gebouwen in het bestemmingsplan (of inpassingsplan) wordt opgeheven. Uitgaande van deze uit te voeren maatregelen voor dit pand kan gesteld worden dat er verder geen beperkt kwetsbare objecten zijn gelegen binnen 58,5 meter van opstellingsalternatieven A2, B2 en C2. Het windpark kan voldoen aan de eisen uit het Activiteitenbesluit met betrekking tot bebouwing en beperkt kwetsbare objecten.

Figuur 3.1 Te amoveren bestemming voor gebouwen aan Halsweg 3



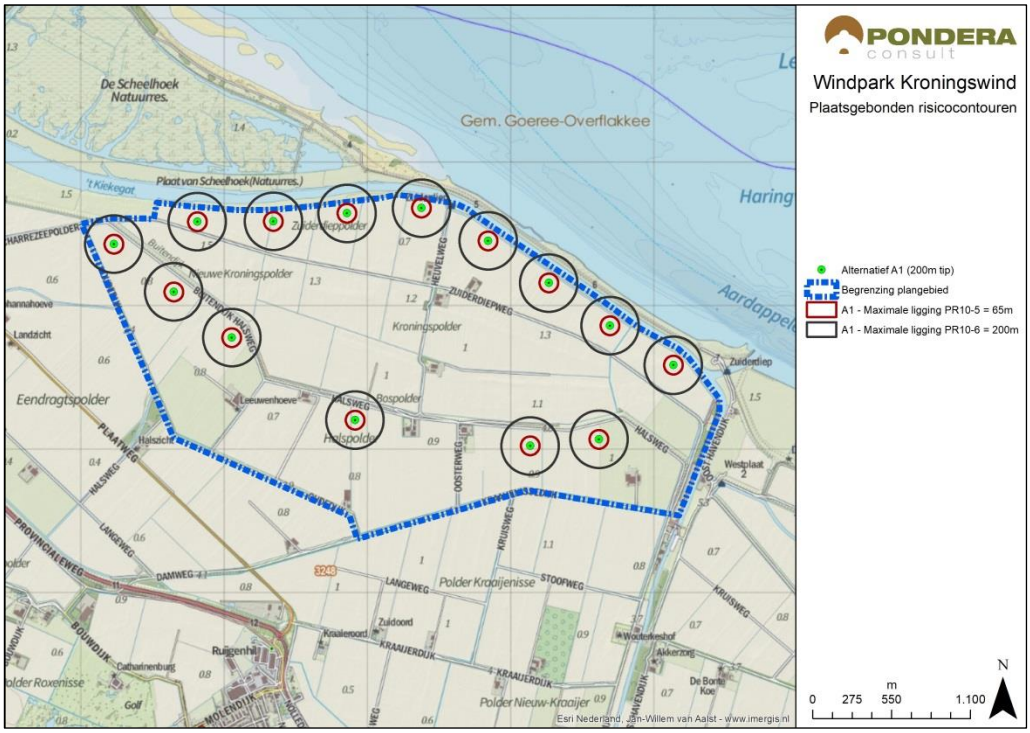
3.2 Kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten worden meer beschermd als beperkt kwetsbare objecten en deze dienen te zijn gelegen buiten de $PR10^{-6}$ contouren van de windturbines. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen (>2 per hectare), grotere kantoren (>1.500 m^2), scholen of ziekenhuizen en andere objecten van vergelijkbare kwetsbaarheid. Voor de definities van kwetsbaarheid wordt aangesloten bij de definities uit het Besluit externe veiligheid Inrichtingen (Bevi).

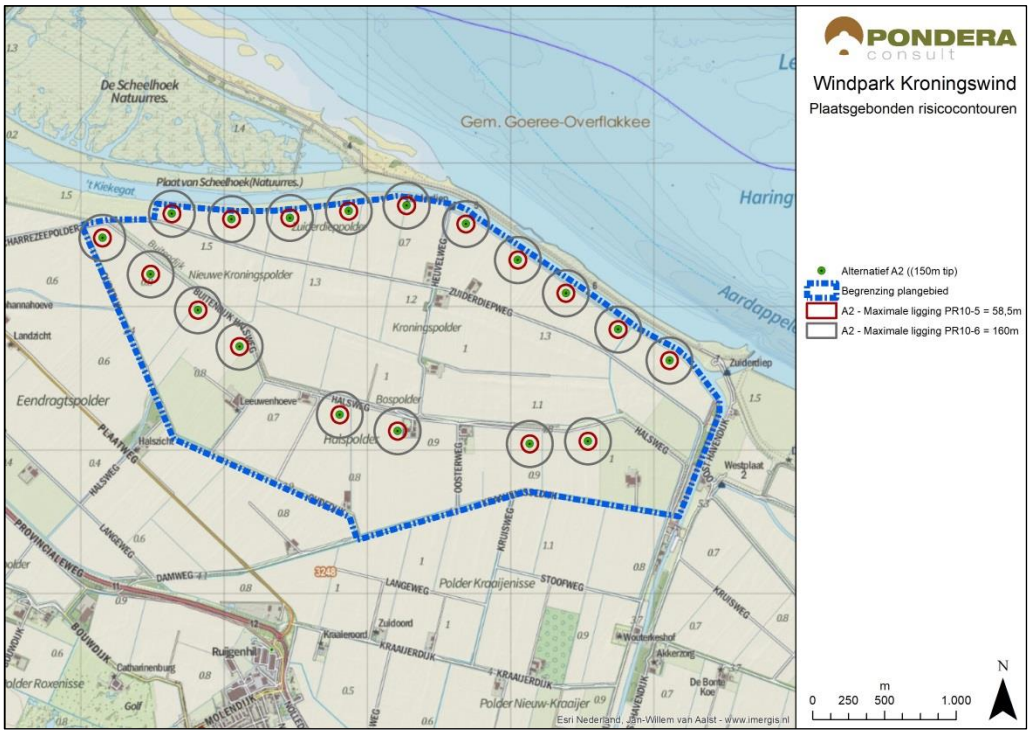
Deze contouren zijn conform het Handboek maximaal gelegen op een tiphoogte afstand of, indien groter, de werpafstand bij nominaal toerental. Voor de opstellingsalternatieven A1, B1 en C1 wordt deze afstand bepaald op 200 meter waarbij de tiphoogte maatgevend is. Voor de opstellingsalternatieven A2, B2 en C2 is de maximale werpafstand bij nominaal toerental door de lage ashoogte groter als de tiphoogte en wordt een afstand aangehouden van circa 160 meter als maximale ligging voor de $PR10^{-6}$ contour.

In Figuur 3.2 t/m Figuur 3.7 is te zien dat er geen kwetsbare objecten zijn gelegen binnen 200 meter van opstellingsalternatieven A1, B1 en C1. Ook zijn er geen kwetsbare objecten gelegen binnen 160 meter van opstellingsalternatieven A2, B2 en C2. Het windpark kan voldoen aan de eisen uit het activiteitenbesluit met betrekking tot bebouwing en kwetsbare objecten.

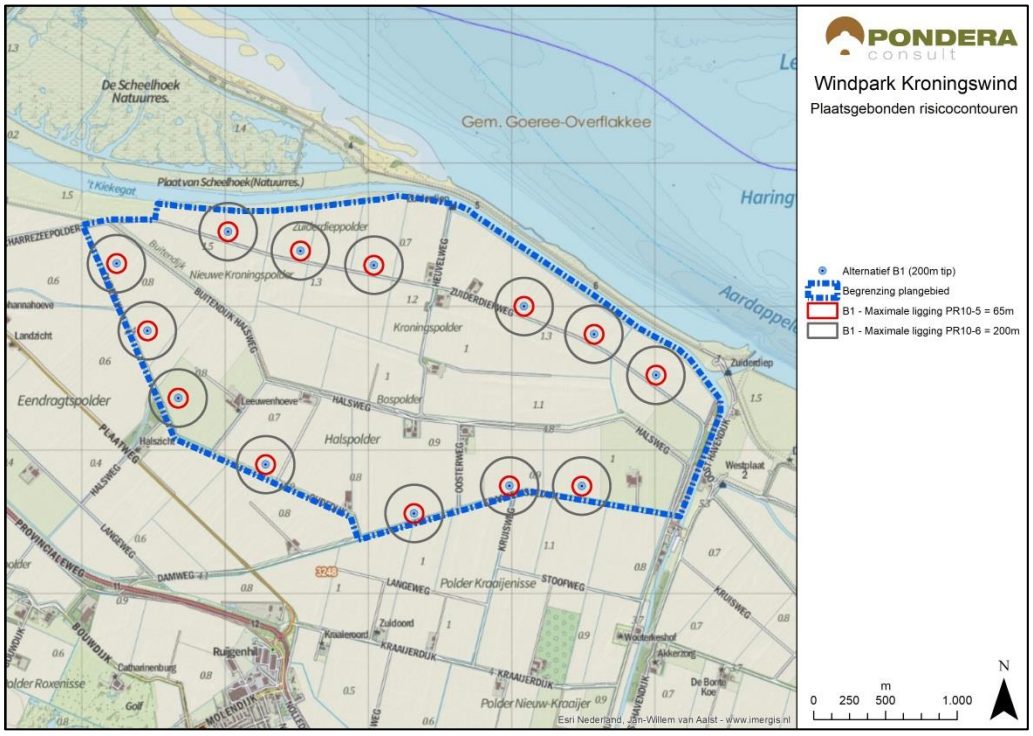
Figuur 3.2 Ligging maximale plaatsgebonden risicocontouren opstellingsalternatief A1



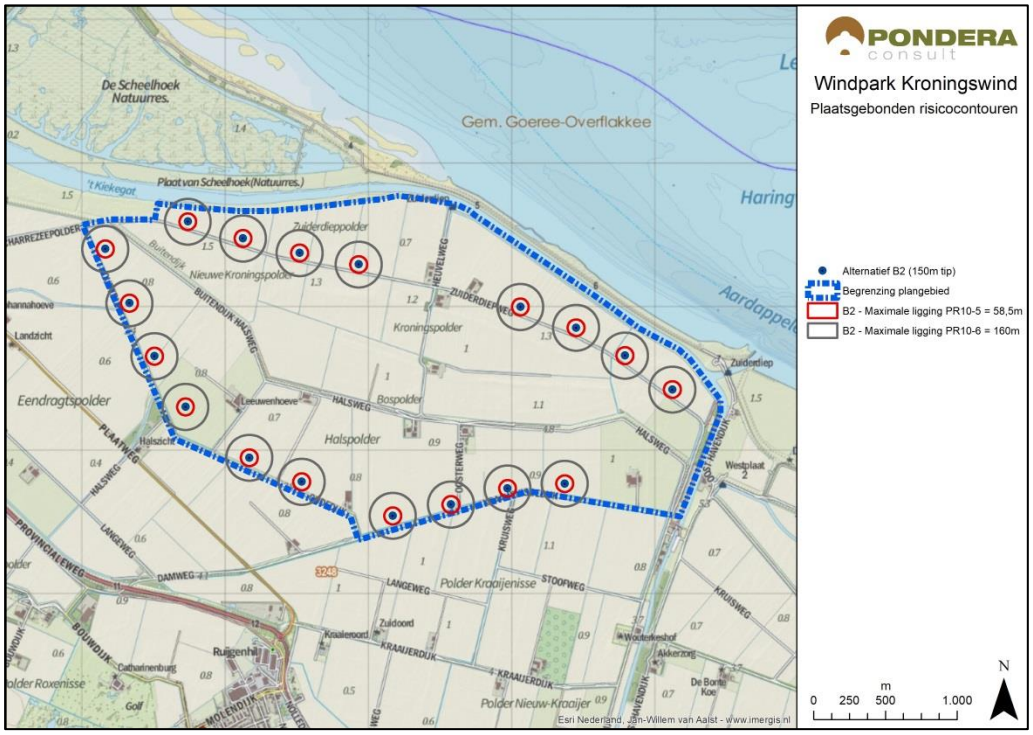
Figuur 3.3 Ligging maximale plaatsgebonden risicocontouren opstellingsalternatief A2



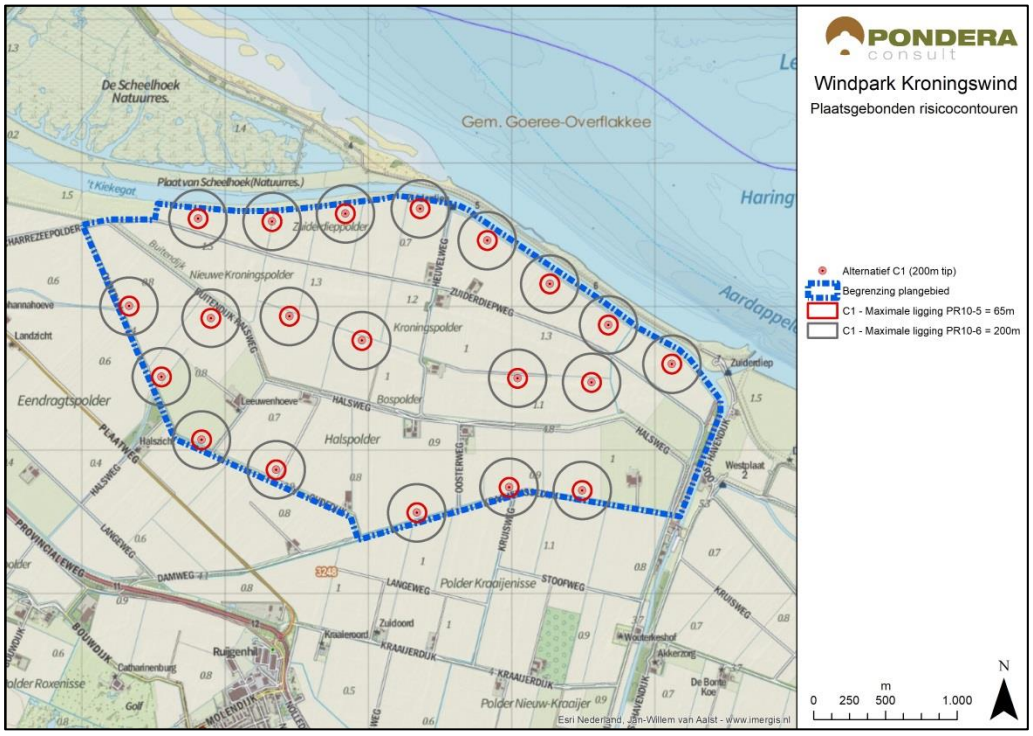
Figuur 3.4 Ligging maximale plaatsgebonden risicocontouren opstellingsalternatief B1



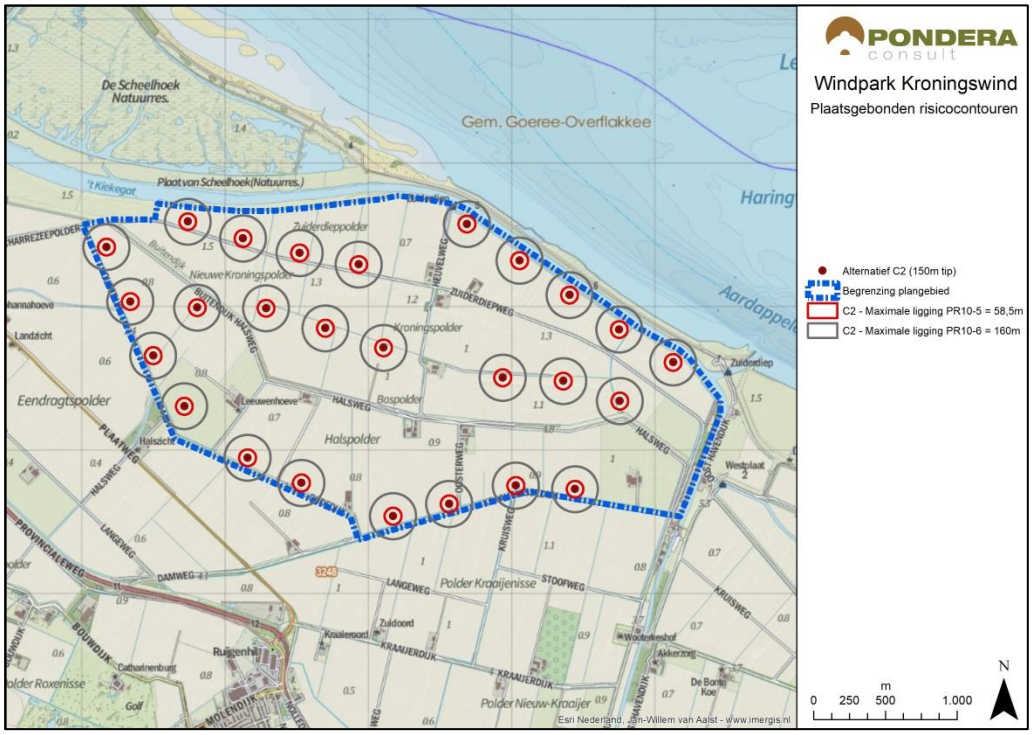
Figuur 3.5 Ligging maximale plaatsgebonden risicocontouren opstellingsalternatief B2



Figuur 3.6 Ligging maximale plaatsgebonden risicocontouren opstellingsalternatief C1



Figuur 3.7 Ligging maximale plaatsgebonden risicocontouren opstellingsalternatief C2



4 WEGEN

4.1 Wegen

Er zijn geen rijkswegen gelegen binnen de identificatieafstand van de windturbines. Voor provinciale, regionale of lokale wegen zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing. Gezien de beperkte verkeersintensiteiten worden er ook geen significante risico's voor passanten verwacht. Om inzicht te geven in de mogelijke optredende risico's is het individueel passanten risico voor de dichtstbijzijnde lokale weg bepaald van alle opstellingsalternatieven. De IPR-berekening wordt uitgevoerd conform de formules opgenomen in het HRW onder paragraaf 3.2.1. en 3.2.3 voor het scenario bladworp en 5.2.3 en 5.2.4 voor de scenario's mastbreuk en gondelvallen[2].

De minimale afstand tot de dichtstbijzijnde lokale weg van opstellingsalternatieven A1, B1 en C1 bedraagt ca. 50 meter (alt C1). Uitgaande van 500 passages per dag bedraagt het bijbehorende IPR: $9{,}8 \times 10^{-9}$ per jaar. Dit is ruim onder de norm die Rijkswaterstaat normaliter hanteert voor rijkswegen (IPR < 10^{-6}). Het IPR is verwaarloosbaar klein. De minimale afstand tot de dichtstbijzijnde lokale weg van opstellingsalternatieven A2, B2 en C2 bedraagt ca. 44 meter (alt B2). Uitgaande van 500 passages per dag bedraagt het bijbehorende IPR $1{,}1 \times 10^{-8}$ per jaar. Dit is ruim onder de norm die Rijkswaterstaat normaliter hanteert voor rijkswegen (IPR < 10^{-6}). Het IPR is verwaarloosbaar klein.

Overschrijding van de norm van Rijkswaterstaat (2×10^{-3}) voor rijkswegen zou pas plaatsvinden vanaf 90 miljoen passanten per jaar.

Er wordt geen significante hoeveelheden gevaarlijke transporten over de lokale wegen verwacht. Eventuele risico's zijn verwaarloosbaar.

4.2 Vaarwegen

4.2.1 Passantenvervoer

De hoofd vaargeul van het Haringvliet bevindt zich op ruime afstand (> 500 m) van de windturbines. Gezien de breedte van het Haringvliet is de kans op schepen binnen de identificatieafstand minimaal. Er worden geen significante hoeveelheden vaartuigen verwacht in de buurt van de windturbines. Eventuele risico's zullen minimaal zijn en een nadere risicoanalyse is niet benodigd.

4.2.2 Gevaarlijk transport

Het Haringvliet is niet opgenomen in het Basisnet Water voor transport van gevaarlijke stoffen. Conform basisnet Water worden er geen significante hoeveelheden gevaarlijk transport verwacht op de waterweg. Er is geen verdere risicoanalyse benodigd.

[2] Hierbij wordt uitgegaan van een voertuig (auto) met een breedte van 2,5 meter een lengte van 4 meter met een snelheid van 60 km/uur en een remweg van 35 meter.

4.3 Spoorwegen

Er zijn geen spoorwegen aanwezig binnen de identificatieafstand.

5 RISICOVOLLE INSTALLATIES EN INRICHTINGEN

Binnen de identificatieafstand zijn twee risicovolle installaties geïdentificeerd, het betreft in beide gevallen kleinere propaanopslagen vallend onder het Activiteitenbesluit en toetsing in het kader van artikel 8.40 wet milieubeheer.

- Oudedijk 1 – Scharrezee B.V. – Bovengrondse Propaan tank – 4,7 m^3 – Registratiebesluit (8.40 Wm – milieuvergunning) - Generieke $PR10^{-6}$ (20 meter)
- Kraaijenissedijk 2 – M. van der Baan – Bovengrondse Propaan tank – 3 m^3 – Registratiebesluit (8.40 Wm – milieuvergunning) - Generieke $PR10^{-6}$ (20 meter)

Voor propaanopslagen met een inhoud minder dan 13m^3 geldt enkel een meldingsplicht in het kader van activiteitenbesluit en is geen vergunning van de gemeente benodigd. Wel dient de propaaninstallatie volgens vaste regelgeving en op een bepaalde manier te worden gerealiseerd. Voor propaaninstallaties van dergelijke formaten zijn de gevolgen van het treffen van windturbineonderdelen beperkt. De effectafstanden van de risico's van dergelijke propaanopslagen blijven beperkt tot minder dan 100 meter. Bij beide locaties zijn binnen een afstand van 100 meter van de propaantanks geen gebouwen van derden gelegen. Beide propaantanks zijn ook gelegen buiten een afstand van tiphoogte en werpafstand bij nominaal toerental. De minimale afstand tot een windturbine bedraagt meer dan 300 meter. De propaanopslagen kunnen daarmee enkel geraakt worden bij het uitzonderlijke scenario bladworp bij overtoeren. De kans van optreden ($5x10^{-6}$ per jaar) en de kans dat de locatie van de propaanopslagen geraakt worden (<2%) is samen verwaarloosbaar klein te noemen. Er is geen sprake van een verhoogd veiligheidsrisico door aanwezigheid van de windturbines.

6 BUISLEIDINGEN EN HOOGSPANNINGSNETWERK

Er zijn geen onder- of bovengrondse buisleidingen geïdentificeerd binnen de identificatieafstand. Tevens is er geen hoogspanningsnetwerk aanwezig binnen de identificatieafstand.

Er is een ondergrondse transport waterleiding van Evides aanwezig in het plangebied, parallel aan de noordzijde van de Halsweg. Deze leiding wordt niet nader beschouwd in het kader van externe veiligheid aangezien watertransportleidingen geen risicovolle objecten zijn. In het milieu effect rapport is deze waterleiding beschouwd onder het aspect ‘Ruimtegebruik’, als een van de aanwezige overige ruimtegebruiksfuncties in het plangebied van windpark Kroningswind.

7 DIJKLICHAMEN EN WATERKERINGEN

Nabij het plangebied bevinden zich zowel primaire als secundaire waterkeringen. De primaire waterkering is gelegen langs het Haringvliet zelf en scheidt het water van het Haringvliet met het achterliggende land. De secundaire waterkering ligt over één tracé globaal gezien van oost naar west door het plangebied en scheidt Land – Land gebieden. In dit hoofdstuk worden de effecten beschreven van de kans op treffen van de waterkeringen aan de hand van de zes onderzochte opstellingsalternatieven en wordt een onderlinge vergelijking gemaakt. Hierbij wordt gekeken naar de afstandscriteria zoals omschreven in de notitie “Waterveiligheid en windturbines” van 26 januari 2017 van het Waterschap Hollandse Delta. Hierbij wordt gekeken naar de drie afstandsgroepen: “Ver, Dichtbij en Midden” voor de zes opstellingsalternatieven voor zowel de primaire waterkering als de secundaire waterkering. Voor het toekomstig te bepalen voorkeursalternatief (hoofdstuk 8) wordt nader onderzoek uitgevoerd naar de effecten op de waterkeringen. De in dit hoofdstuk beschreven effecten zijn inschattingen naar de haalbaarheid van de verschillende turbineopstellingen 1A t/m 2C.

7.1 Primaire waterkering

De primaire waterkering is gelegen ten noorden van het plangebied. Voor deze primaire waterkering geldt een signaleringswaarde van 1:1000 en een norm ondergrens van 1:300. De risico’s van windturbines mogen een deel van dit risico invullen zonder dat daarvoor de veiligheid van de waterkering significant slechter wordt. De toevoeging die windturbines mogen veroorzaken kan per doorsnede berekend worden en kan worden bepaald door de formule:

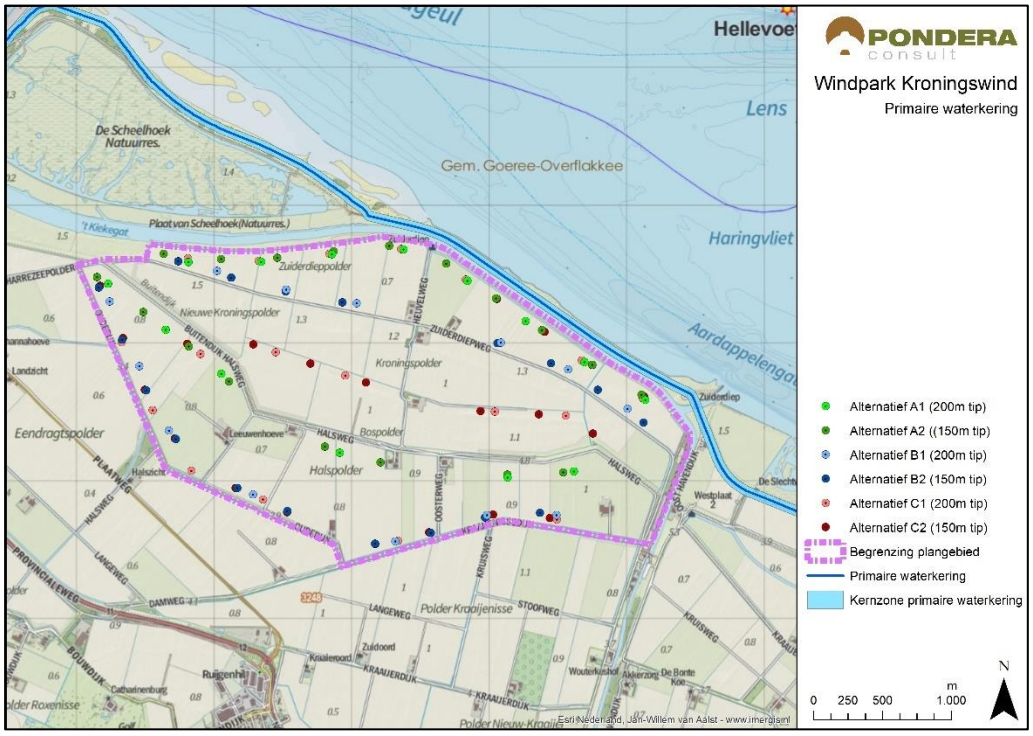
De faalkanseis die per doorsnede aan een faalmechanisme wordt gesteld kan aldus als volgt worden bepaald:

$$P_{eis,dsn} = \frac{P_{max} \times \omega}{N}$$

Waarin:
$P_{eis,dsn}$ = Faalkanseis die per doorsnede aan een faalmechanisme wordt gesteld (per jaar);
P_{max} = Maximaal toelaatbare overstromingskans van het dijktraject, in de wet aangeduid als ondergrens (per jaar);
ω = Faalkansruimtefactor voor het betreffende faalmechanisme (-)
N = Lengte-effectfactor (-)

Voor de gevolgen van incidenten is een faalkansruimte beschikbaar van 0,4% van de gestelde norm ondergrens (1:300). Dit betekent dat voor de incidenten die bij windturbines kunnen optreden een nog acceptabele norm gesteld kan worden van: 1,33 x 10^{-5} per doorsnede. Deze faalkans wordt ingevuld op het moment dat de plaatsing van de windturbines kan zorgen voor een verhoogde overstromingskans als gevolg van het treffen van windturbineonderdelen.

Figuur 7.1 Ligging primaire waterkering nabij plangebied



7.1.1 Afstandscriteria

De kernzone van de primaire waterkering bevindt zich ten noorden van het plangebied. Volgens de legger van het Waterschap Hollandse Delta is er sprake van een ‘kernzone, een beschermingszone en een buitenbeschermingszone’. Alle windturbines van de opstellingsalternatieven bevinden zich buiten de ‘buitenbeschermingszone’ van de primaire waterkering. Ook bevinden alle windturbines zich buiten een have rotordiameter van de kernzone waarmee er dus geen windturbines in de afstandsgroep ‘dichtbij’ zijn gelegen. De afstanden tot de kernzone van de waterkering staat voor de opstellingsalternatieven vermeld in onderstaande tabel inclusief de bijbehorende ‘afstandsgroepen’. Windturbines op een afstand meer dan 2x de tiphoogte zijn niet opgenomen in de tabel, aangezien de waterkering op deze afstanden is gelegen buiten de significante invloedssfeer van de windturbines.

Tabel 7.1 Afstanden tot de kernzone van de primaire waterkering en ‘afstandsgroep’

Opstelling A1			Opstelling A2			Opstelling B1			Opstelling B2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
1	301	ver	4	276	ver	4	373	ver	6	289	ver
2	143	midden	5	143	midden	5	255	ver	7	261	ver
5	142	midden	6	127	midden	6	270	ver			
6	142	midden	7	127	midden						
7	144	midden	8	127	midden						
8	153	midden	9	129	midden						
			11	132	midden						

Tabel 7.2 Afstanden tot de kernzone van de primaire waterkering en 'afstandsgroep' (vervolg)

Opstelling C1			Opstelling C2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
1	306	ver	21	127	midden
2	145	midden	22	128	midden
5	142	midden	23	127	midden
6	142	midden	24	129	midden
7	144	midden	25	134	midden
8	150	midden			

Voor de windturbines opgenomen in tabel 6.1 en 6.2 is nader bekeken welke faalscenario's mogelijk effect hebben op de waterkering.

7.1.2 Effectscenario's

De faalscenario's van een windturbine die kunnen optreden zijn:

1. Gondelval;
2. Mastbreuk;
3. en Bladworp.

Scenario 1 heeft een maximale effectafstand van respectievelijk 65 en 58,5 meter voor alternatieven A1, B1, C1 en A2, B2, C2. De windturbines bevinden zich in alle gevallen op een grotere afstand van de primaire waterkering, waardoor dit scenario niet nader hoeven te worden beschouwd.

Bij scenario 2 vallen de mast en de gondel tot op een maximale afstand van ashoogte (130 en 91,5 meter). Het gewicht van een rotorblad kan nog wel tot op 1/3^{e} bladlengte verder vallen (152 en 111 meter). Dit betekent dat bij mast falen de waterkering nog geraakt kan worden door een rotorblad.

Scenario 3 heeft een maximale effectafstand door het werpen van een rotorblad van maximaal 205 tot 160 meter. Dit betekent dat de waterkering geraakt kan worden door (onderdelen van) een windturbineblad. Hieronder is uitgewerkt of er mogelijk kans op falen van de waterkering wordt verwacht als gevolg van dit scenario.

De primaire waterkering heeft een kruinhoogte tussen de 5,2 en 5,4 meter +NAP. De Maatgevende Hoogwaterstand voor het haringvliet is circa +2,6m[3]. Bij het optreden van een calamiteit aan de windturbines, kunnen de verschillende onderdelen van windturbines die naar beneden vallen leiden tot verschillende kraterdiepten. Dit is afhankelijk van het gewicht, de hoogte, de snelheid, de grondopbouw, etc.

Het gewicht van een enkel rotorblad is maximaal circa 26 ton. Bij dergelijke gewichten kan een maximale kraterdiepte bij gemiddelde omstandigheden optreden van circa 2,1 meter (zie

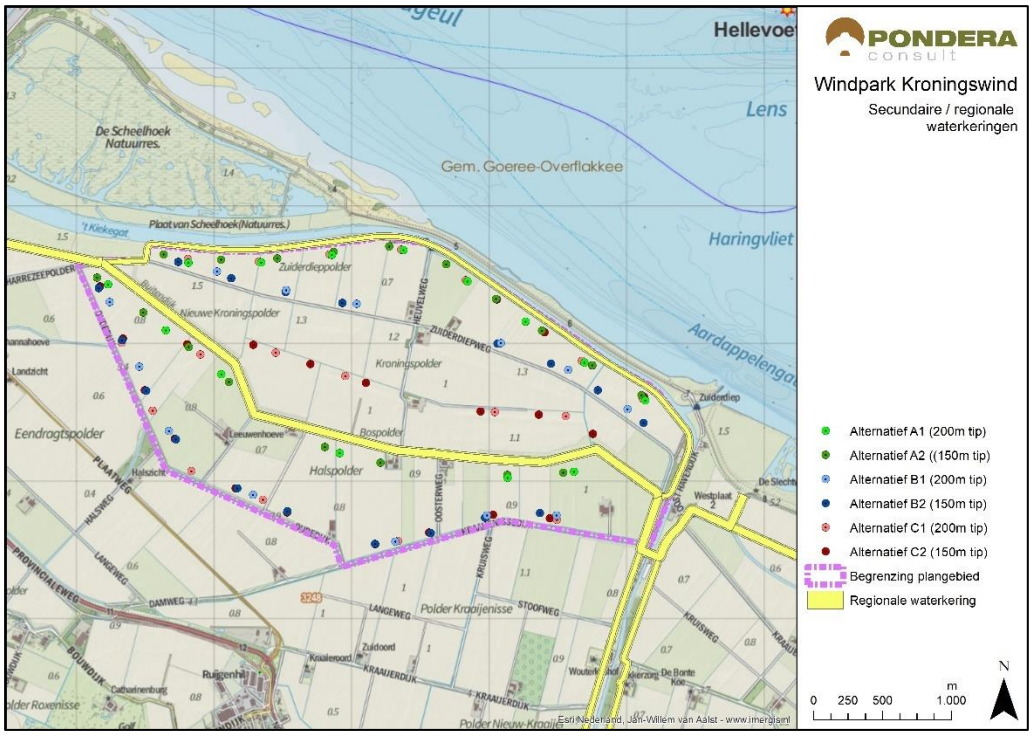
[3] "Beoordeling effecten op waterveiligheid van de Zeedijk" door RHDHV op 22-7-2016 versie M&WBE2288R002F01

berekening bijlage 1). Verwacht wordt dan ook dat de maatgevende hoogwaterstand blijvend gekeerd zal kunnen worden in het geval van treffen van de waterkering door een rotorblad. Dit betekent dat de waterkering zijn waterkerende functie van de maatgevende hoogwaterstand niet zal verliezen door het treffen van een rotorblad. De gevolgen van faalscenario 2 (mast falen) en scenario 3 (bladworp) zijn daarmee niet significant. De maatgevende waterstand is bepaald rekening houdend met de kans op voorkomen van toekomstige hoge waterstanden.

Dit betekent dat de effecten van de faalscenario's van de windturbine van bladworp bij nominaal toerental en mastfalen naar verwachting niet leiden tot een additionele overstromingskans van de dijk. Daarmee kan ook gesteld worden dat er geen faalkansruimte van de primaire waterkering wordt ingenomen door de plaatsing van de windturbines op de huidige posities.

7.2 Secundaire (regionale) waterkeringen

Figuur 7.2 Regionale waterkeringen in plangebied WP Kroningswind



7.2.1 Afstandscriteria

Volgens de legger van het Waterschap Hollandse Delta lopen er twee secundaire waterkeringen door het plangebied. Ook voor de secundaire waterkeringen wordt er in eerste instantie gekeken naar de afstandscriteria van de windturbines gecategoriseerd in 'dichtbij, midden en ver'. De noordelijke kering keert het boezemwater in 't Kiekegat en scheidt daarmee dit water en de achterliggende polders. De zuidelijke secundaire waterkering is een compartimenteringskering en scheidt dus in normale omstandigheden land – land gebieden. Dit betekent dat deze waterkering enkel een waterkerende functie vervult op het moment van

doorbreken van de primaire waterkering. Ofwel er moet zich eerst een calamiteit voordoen aan de primaire kering, voordat deze secundaire waterkering een functie vervult.

Voor alle opstellingsalternatieven geldt dat er geen windturbines zijn gelegen binnen een halve rotordiameter afstand van de kernzone van de waterkering. Er is daarmee geen sprake van het afstandscriteria 'dichtbij'.

Tabel 7.3 Afstanden tot de kernzone van de noordelijke secundaire waterkering en 'afstandsgroep'

Opstelling A1			Opstelling A2			Opstelling B1			Opstelling B2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
1	80	midden	1	60	midden	1	147	midden	1	104	midden
2	74	midden	2	60	midden	2	295	ver	2	191	ver
3	81	midden	3	60	midden	4	306	ver	6	219	ver
4	102	midden	4	60	midden	5	185	midden	7	192	ver
5	73	midden	5	60	midden	6	199	midden	9	196	ver
6	74	midden	6	60	midden	8	274	ver	18	193	ver
7	74	midden	7	60	midden						
8	74	midden	8	60	midden						
9	149	midden	9	60	midden						
			10	60	midden						
			11	136	midden						

Tabel 7.4 Afstanden tot de kernzone van de noordelijke secundaire waterkering en 'afstandsgroep' (vervolg)

Opstelling C1			Opstelling C2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
1	74	midden	9	178	ver
2	74	midden	17	104	midden
3	74	midden	18	192	ver
4	74	midden	21	60	midden
5	74	midden	22	60	midden
6	74	midden	23	60	midden
7	74	midden	24	60	midden
8	74	midden	25	59	midden

Tabel 7.5 Afstanden tot de kernzone van de zuidelijke secundaire waterkering en 'afstandsgroep'

Opstelling A1			Opstelling A2			Opstelling B1			Opstelling B2		
#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep	#	Afstand	Groep
4	348	ver	1	290	ver	6	339	ver	18	134	midden
9	74	midden	10	82	midden	8	170	midden			
10	87	midden	12	82	midden	12	382	ver			

11	92	midden	13	80	midden	13	373	ver			
12	95	midden	14	62	midden						
13	102	midden	15	79	midden						
14	91	midden	16	83	midden						
			17	80	midden						
			18	90	midden						

Tabel 7.6 Afstanden tot de kernzone van de zuidelijke secundaire waterkering en 'afstandsgroep' (vervolg)

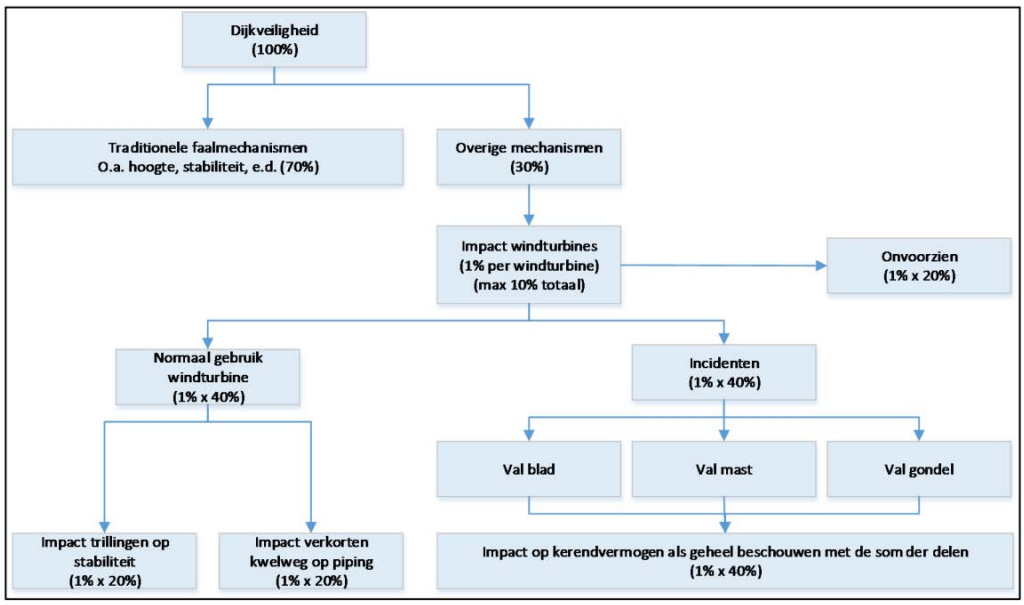
Opstelling C1			Opstelling C2		
#	**Afstand**	**Groep**	**#**	**Afstand**	**Groep**
4	366	ver	9	121	midden
9	350	ver	1	74	midden
10	74	midden	2	163	ver
11	277	ver	26	88	midden
13	317	ver			
14	261	ver			
19	390	ver			

7.2.1 Toetscriteria

Om de effecten op de secundaire waterkeringen te toetsen wordt gekeken naar wat de maximale invloed van verschillende faalscenario's kan zijn op de overstromingskans. Conform de faalkansenboom (Figuur 7.3) voor windturbines nabij waterkeringen kan een eis gesteld worden aan de maximale additionele faalkans van de dijk met overstroming als gevolg (overstromingskans). Dit is de benadering die wordt gehanteerd binnen de Nieuwe normering waterveiligheid[4]. Windturbines vallen hierbij onder 'overige mechanismen'.

[4] Handreiking ontwerpen met overstromingskansen versie OI2014v4, februari 2017

Figuur 7.3 Faalkansboom waterkeringen



In bovenstaande figuur wordt een invulling gegeven aan de aspecten van windturbines en hoe deze de dijkveiligheid mogelijk negatief beïnvloeden. Er bestaan geen formele richtlijnen voor het invullen van een dergelijke faalkansen boom. Daarom is hier gekozen voor een arbitraire onderverdeling. De onderverdeling is gedaan op basis van “normaal gebruik windturbine” en incidenten, daarnaast is nog een post onvoorzien opgenomen. Deze onderverdeling kan in iteratieslagen geoptimaliseerd worden. Vooralsnog is daar geen noodzaak toe gebleken.

Concreet worden de normen per windturbine daarmee als volgt:

- Impact trillingen op stabiliteit
  - Faalkans van de dijk met overstroming als gevolg. Dit moet kleiner zijn dan 0,2% van de norm, bij 1:10 norm leidt dit tot een eis van 1x per 5.000 jaar (=2 E-04 per jaar).
- Impact verkorten kwelweg op piping
  - Faalkans van de dijk met overstroming als gevolg. Dit moet kleiner zijn dan 0,2% van de norm, bij 1:10 norm leidt dit tot een eis van 1x per 5.000 jaar (=2 E -04 per jaar).
- - Impact incidenten
  - Faalkans van de dijk met overstroming als gevolg. Dit moet kleiner zijn dan 0,4% van de norm, bij 1:10 norm leidt dit tot een eis van 1x per 2.500 jaar (=4 E-04 per jaar).

Deze toevoeging van kans door incidenten moet dus kleiner zijn dan 0,4% van de norm, bij 1:10 norm leidt dit tot een eis van 1x per 2.500 jaar (=4 E-04 per jaar). Voor het opstellingsalternatief met de grootste effecten (opstelling A2) wordt uitgerekend wat de faalkans als gevolg van de windparkopstelling maximaal kan zijn, voordat de norm wordt overschreden. Indien voor dit alternatief kan worden voldaan, zal automatisch voor alle andere alternatieven kunnen worden voldaan, aangezien alternatief A2 het meest ‘worst case‘ is.

Bij het bepalen van de kansen en effecten wordt rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- Een hersteltijd van schade aan de dijk van 1 week;

- Een werpafstand bij nominaal toerental gelijk aan de tiphoogte;
- De valrichting van windturbine onderdelen is uniform verdeeld over de windrichtingen;
- Treffen van de waterkering door een windturbineonderdeel = 100% falen;
- Toetsing van totale risicotoevoeging zonder rekening te houden met afstandseffecten en zonder rekening te houden met de lengte van risicozone langs de dijk (= conservatief);

Scenario's

De dichtstbijzijnde windturbine staat op een afstand van 59 meter, de kernzone bevindt zich buiten een halve rotordiameter. De dijk kan daarmee getroffen worden door de scenario's:

- Mastfalen;
- Bladworp bij nominaal toerental;
- Bladworp bij overtoeren.[5]

Bij deze afstand kunnen de trefkansen als volgt (worst-case) worden ingeschat om een indicatie te krijgen van de orde van grote van het optredende risico voor de waterkering.

Mastfalen

Alleen indien de mast valt in de richting van de waterkering, is sprake van een risico voor de kering. Deze ongewenste valrichting is berekend op 123 / 360 graden
Faalkans scenario mastfalen = 1,3 x 10^{-4} (conform Handboek)
Trefkans waterkering mastfalen op een afstand van 59 meter = 123 / 360 * 1,3x10^{-4} = **4,4 x 10^{-5}**

Bladworp

De trefkans wordt berekend aan de hand van de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Deze afstand is bepaald op 160 meter.
Alleen indien het blad of onderdelen worden geworpen in de richting van de waterkering, is sprake van een risico voor de kering. Deze ongewenste werprichting is berekend op 151 / 360 graden.
Kans op optreden van het scenario bladworp op meer dan 59 meter = 8,4 x 10^{-4} * 67% = 5,6 x 10^{-4}
De trefkans van de waterkering als gevolg van bladworp op een afstand van 59 meter = 151 / 360 * 5,6x10^{-4} = **2,4 x 10^{-4}**

De trefkans van de waterkering als gevolg van mastfalen en bladworp samen is maximaal **2,9 x 10^{-4} per jaar.** Bij opstellingsalternatief A2 staan er 8 windturbines tussen de 62 en 90 meter afstand van de secundaire waterkering. Uitgaande van de maximale trefkans per windturbine van **2**,9 x 10^{-4} per jaar is de trefkans van de gehele waterkering maximaal **2,32 x 10^{-3}** per jaar

Hersteltijd

Indien de secundaire waterkering wordt getroffen door een windturbineonderdeel hoeft niet direct sprake te zijn van een overstroming. Voor de zuidelijke secundaire waterkering geldt dat er tijdens normale situaties geen water is gelegen aan weerszijden van de waterkering. Het is een land – land kering die enkel bij nood water dient te keren. Voor de noordelijke secundaire waterkering geldt dat er water aanwezig kan zijn in het boezemwater maar de waterhoogte kan geregeld worden en de risico's en gevolgen van een overstroming zijn daarmee van beperkte

[5] De kans van optreden van bladworp bij overtoeren is minder dan 1% van het scenario bladworp bij nominaal toerental. Dit faalscenario wordt als niet-significant beschouwd.

aard. Indien wordt uitgegaan van een hersteltijd van één week dan is de kans op een overstroming bij een hoogwaterniveau behorende bij een kans van ééns per jaar 1/52e van de trefkans. De kans op een overstroming als gevolg van de 8 windturbines uit opstellingsalternatief A2 is daarmee: 1 / 52 * 2,3 x 10^{-3} = 4,5 x 10^{-5} per jaar.

De overstromingskans als gevolg van de windturbines is circa 0,05% van de overstromingsnorm van 1:10. De additionele overstromingskans als gevolg van de windturbines is daarmee kleiner dan 0,4% van de kans en is acceptabel. Dit is gebaseerd op zeer conservatief en worst-case bepaalde waarden.

8 ANALYSE VOORKEURSALTERNATIEF

8.1 Inleiding

Op basis van de resultaten uit de milieueffectrapportage en voorkeuren van de initiatiefnemers en bevoegd gezag is een voorkeursalternatief vastgesteld. Het voorkeursalternatief is gebaseerd op de voorgaande opstellingsalternatieven. Omdat de turbineposities beperkt afwijken van de eerder onderzochte alternatieven is wel een nieuwe externe veiligheid onderzoek nodig. Ook wordt gerekend met (deels) andere windturbineafmetingen. Waar mogelijk wordt voor de analyse en beoordeling van het voorkeursalternatief gebruik gemaakt van eerdere berekeningen en uitgangspunten.

8.2 Effecten windturbinetypes en identificatieafstand voor veiligheid

Het voorkeursalternatief heeft de volgende maximale dimensies en eigenschappen:

- Rotordiameter tot maximaal 117 meter;
- Ashoogte tot maximaal 100 meter;
- Tiphoogte tot maximaal 150 meter[6].

Om de maximale effecten te beoordelen wordt gekeken naar de maximale optredende risico's van windturbines binnen deze aangegeven dimensies. Hierbij wordt gebruik gemaakt van eigenschappen van beschikbare windturbines die een realistisch beeld geven van de maximale effecten. Toetsafstanden of vuistregels worden bepaald aan de hand van de maximale mogelijkheden. De identificatieafstand is bepaald op 613 meter (zie paragraaf 2.1) en is zeer worst-case ingestoken om zeker te zijn dat alle relevante objecten in de omgeving bekeken worden.

8.3 Bebouwing

8.3.1 Kwetsbare objecten

Conform de eisen in het activiteitenbesluit dienen kwetsbare objecten te zijn gelegen buiten de $PR10^{-6}$ contour. Deze contour is volgens de vuistregels in het handboek risicozonering maximaal gelegen op een tiphoogte afstand of de werpafstand bij nominaal toerental. Voor een windturbine met een maximale ashoogte van 91,5 meter en een rotordiameter van 117 meter is de tiphoogte niet altijd groter als de specifiek berekende werpafstand bij nominaal toerental. Voor windturbines van het voorkeursalternatief is de maximale werpafstand bij nominaal toerental door de lage ashoogte mogelijk groter als de tiphoogte van 150 meter en wordt een afstand aangehouden van circa 160 meter als maximale ligging voor de $PR10^{-6}$ contour. De toetsafstand voor kwetsbare objecten is daarmee 160 meter vanaf de windturbineposities.

Nabij windturbine 16 van het voorkeursalternatief zijn momenteel enkele gebouwen gelegen. Deze gebouwen worden verwijderd voor de bouw van de windturbines.

[6] De maximale tiphoogte van 150 meter betekent een extra beperking van de combinatie van ashoogte en rotordiameter. Een ashoogte van 100 meter met een rotordiameter van 117 meter is gelegen op een tiphoogte van 158,5[e] meter wat niet past binnen de maximale tiphoogte van 150 meter. Voor het bepalen van het maximum met een rotordiameter van 117 meter wordt daarom uitgegaan van een ashoogte van 91,5 meter.

Er zijn geen kwetsbare objecten gelegen binnen 160 meter van de windturbines (zie Figuur 8.1).

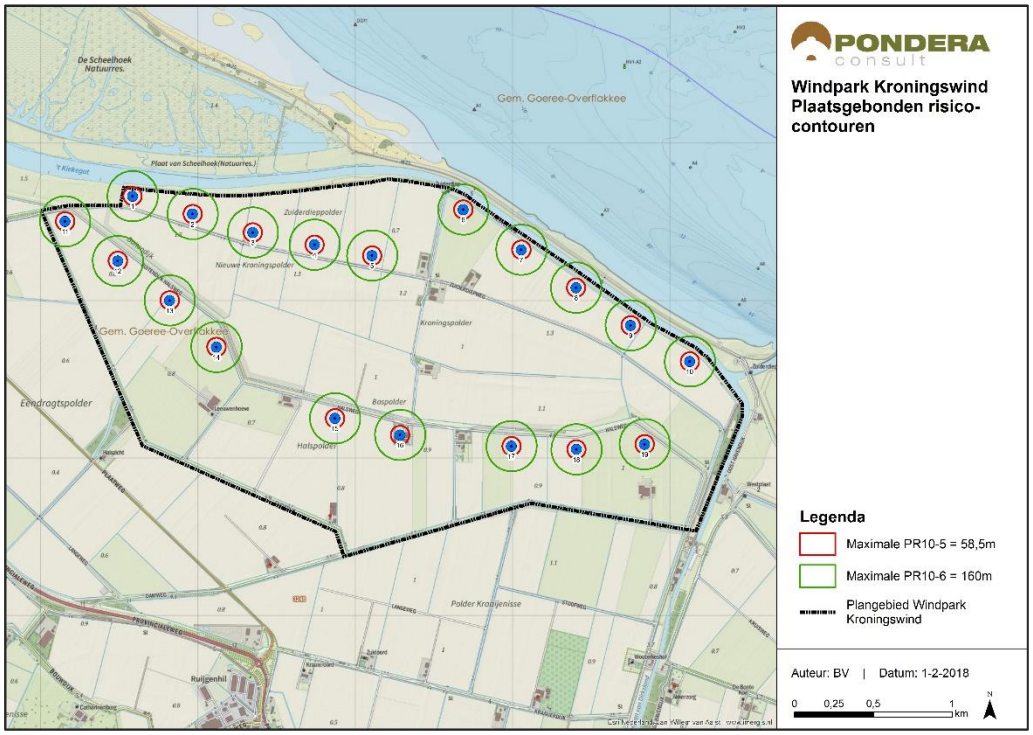
8.3.2 Beperkt kwetsbare objecten

Conform de eisen in het activiteitenbesluit dienen beperkt kwetsbare objecten te zijn gelegen buiten de $PR10^{-5}$ contour. Deze contour is volgens de vuistregels in het handboek risicozonering maximaal gelegen op een halve rotordiameter afstand vanaf de windturbine. Voor een windturbine met een maximale rotordiameter van 117 meter is de toetsafstand voor beperkt kwetsbare objecten 58,5 meter vanaf de windturbineposities.

Nabij windturbine 16 van het voorkeursalternatief zijn momenteel enkele gebouwen gelegen. Deze gebouwen worden verwijderd voor de bouw van de windturbines.

Er zijn geen beperkt kwetsbare objecten gelegen binnen 58,5 meter van de windturbines (zie Figuur 8.1).

Figuur 8.1 Plaatsgebonden risico contouren $PR10^{-5}$ en $PR10^{-6}$ van het VKA



8.4 Transport en infrastructuur

8.4.1 Autowegen

Er zijn geen rijkswegen gelegen binnen de identificatieafstand van de windturbines van het voorkeursalternatief. Voor provinciale, regionale of lokale wegen zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing. Gezien de beperkte verkeersintensiteiten worden er ook geen significante risico's voor passanten verwacht.

Om inzicht te geven in de mogelijke optredende risico's is het individueel passanten risico voor de dichtstbijzijnde lokale weg bepaald van het voorkeursalternatief. De IPR-berekening wordt uitgevoerd conform de formules opgenomen in het HRW onder paragraaf 3.2.1. en 3.2.3 voor het scenario bladworp en 5.2.3 en 5.2.4 voor de scenario's mastbreuk en gondelvallen[7].

De minimale afstand tot de dichtstbijzijnde lokale weg van het voorkeursalternatief bedraagt ca. 67 meter (WT 19). Uitgaande van 500 passages per dag bedraagt het bijbehorende IPR: $7{,}4 \times 10^{-9}$ per jaar. Dit is ruim onder de norm die Rijkswaterstaat hanteert voor rijkswegen (IPR < 10^{-6}). Het IPR is verwaarloosbaar klein.

Overschrijding van de norm van Rijkswaterstaat (2×10^{-3}) voor rijkswegen zou pas plaatsvinden vanaf 136 miljoen passanten per jaar.

Er worden tevens geen significante hoeveelheden gevaarlijke transporten over de lokale wegen verwacht. Eventuele risico's zijn verwaarloosbaar.

8.4.2 Vaarwegen

Passantenvervoer

De hoofd vaargeul van het Haringvliet bevindt zich op ruime afstand (> 500 m) van de windturbines. Gezien de breedte van het Haringvliet is de kans op schepen binnen de identificatieafstand minimaal. Er worden geen significante hoeveelheden vaartuigen verwacht in de buurt van de windturbines. Eventuele risico's zullen verwaarloosbaar klein zijn en een nadere risicoanalyse is niet benodigd.

Gevaarlijk transport

Het Haringvliet is niet opgenomen in het Basisnet Water voor transport van gevaarlijke stoffen. Conform basisnet Water worden er geen significante hoeveelheden gevaarlijk transport verwacht op de waterweg. Er is geen verdere risicoanalyse benodigd.

8.4.3 Spoorwegen

Er zijn geen spoorwegen aanwezig binnen de identificatieafstand.

8.5 Risicovolle installaties en inrichtingen

Binnen de identificatieafstand van het VKA is één risicovolle inrichting geïdentificeerd, het betreft een kleinere propaanopslagen vallend onder het Activiteitenbesluit en toetsing in het kader van artikel 8.40 wet milieubeheer.

- Oudedijk 1 – Scharrezee B.V. – Bovengrondse Propaan tank – 4,7 m^3 – Registratiebesluit (8.40 Wm – milieuvergunning) - Generieke $PR10^{-6}$ (20 meter)

Voor propaanopslagen met een inhoud minder dan 13m^3 geldt enkel een meldingsplicht in het kader van activiteitenbesluit en is geen vergunning van de gemeente benodigd. Wel dient de propaaninstallatie volgens vaste regelgeving en op een bepaalde manier te worden

[7] Hierbij wordt uitgegaan van een voertuig (auto) met een breedte van 2,5 meter een lengte van 4 meter met een snelheid van 60 km/uur en een remweg van 35 meter.

gerealiseerd. Voor propaaninstallaties van dergelijke formaten zijn de gevolgen van het treffen van windturbineonderdelen beperkt. De effectafstanden van de risico's van dergelijke propaanopslagen blijven beperkt tot minder dan 100 meter. Er zijn geen gebouwen van derden binnen een afstand van 100 meter van de propaantanks gelegen. De locatie van de propaantank is ook gelegen buiten een afstand van de werpafstand bij overtoeren conservatief bepaald op maximaal 613 meter. De propaanopslag kan daarmee niet worden geraakt door het zwaartepunt van een rotorblad. Er is geen sprake van een verhoogd veiligheidsrisico voor deze installatie door aanwezigheid van de windturbines.

8.6 Buisleidingen en hoogspanningsnetwerk

Er zijn geen onder- of bovengrondse buisleidingen geïdentificeerd binnen de identificatieafstand. Tevens is er geen hoogspanningsnetwerk aanwezig binnen de identificatieafstand.

Er is een ondergrondse transport waterleiding van Evides aanwezig in het plangebied, parallel aan de noordzijde van de Halsweg. Deze leiding wordt niet nader beschouwd in het kader van externe veiligheid aangezien watertransportleidingen geen risicovolle objecten zijn. In het milieu effect rapport is deze waterleiding beschouwd onder het aspect 'Ruimtegebruik', als een van de aanwezige overige ruimtegebruiksfuncties in het plangebied van windpark Kroningswind.

8.7 Dijklichamen en waterkeringen

Voor de ontwikkeling van het voorkeursalternatief en de benodigde vergunning van het waterschap om de windturbines nabij de regionale waterkeringen en boezemkeringen te kunnen plaatsen is nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijk effecten van het voorkeursalternatief. De resultaten van dit onderzoek zijn te vinden in: [VERWIJZING] en beschrijven zowel de bovengrondse als de ondergrondse effecten. Concluderend kan gesteld worden dat de reeds gemaakte analyses voor de opstellingsvarianten 1A t/m C en 2A t/m 2C overeenkomen met de uitgebreidere analyses voor het voorkeursalternatief.

Het voorkeursalternatief zelf veroorzaakt geen significant risico voor de waterkerende functie van de primaire waterkering, de regionale waterkering en de boezemkades. Er is geen sprake van een significant veiligheidsrisico door plaatsing van de windturbines op de posities zoals vastgelegd in het voorkeursalternatief.

PM Resultaten nadere analyse effecten op waterkeringen

BIJLAGE 1



Berekening maximale werphoogte bladworp

De effecten van het werpen van een rotorblad kan vergeleken worden met een vallend object waarbij de kracht van het neerkomen enkel wordt beïnvloed door de zwaartekracht. De totale kracht van het neerkomen is dan afkomstig van het hoogste punt waarin het blad zich heeft bevonden.

De positie van het rotorblad in de x (afstand)- en y-(hoogte) richting kan worden beschreven door (op ashoogte):

$x(t) = v0 * \cos(\alpha) * t$
$y(t) = v0 * \sin(\alpha) * t - g * t^2 / 2$

Voor de snelheid in verticale richting geldt:
$vy(t) = v0 * \sin\alpha * t - g * t$

Op het hoogste punt is de verticale snelheid nul (vy=0 m/s) en dus kan de hoogte van de valparabool worden beschreven door:

$$y_{top} = \frac{{v_o}^2 * sin^2 a}{2 * g}$$

Het hoogste mogelijke punt wordt bereikt bij α=90° en is:

$$y_{top} = \frac{{v_o}^2}{2 * g}$$

De werphoogte ten opzichte van de ashoogte bedraagt dan:
• Bij nominaal toerental: $ytop = 31{,}8^2 / (2 * 9{,}81) \approx 51{,}4$ m
Opgemerkt wordt dat de luchtweerstand is verwaarloosd. Dit is een conservatieve aanname. Daarnaast neemt de werphoogte af naarmate de lanceerhoek kleiner wordt.

Berekening kraterdiepte bladworp

In deze berekening is een inschatting gemaakt van de kraterdiepte bij val van een rotorblad. In tegenstelling tot bijvoorbeeld gondelval is er geen rekening gehouden met energieverlies door verbrijzeling van het blad (aanname dat de flens eerste de grond raakt). De resultaten zijn daarmee conservatief ingestoken. Het gewicht van het rotorblad wordt conservatief ingesteld op

Om de effecten in te schatten wordt gebruik gemaakt van een onder en een bovengrens aan kraterdiepte:
Ondergrens: $0{,}015 * (26 * (51{,}4+130))^{0{,}5} = 1{,}03$ meter
Bovengrens: $0{,}030 * (26 * (51{,}4+130))^{0{,}5} = 2{,}06$ meter

In het ergste geval is de kraterdiepte van een gondelblad maximaal 2,1 meter.

BIJLAGE 5



Natuurtoets Windpark Kroningswind

Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland

Y.N. Radstake
R.E. van der Vliet
H.A.M. Prinsen

Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap
Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl

Natuurtoets Windpark Kroningswind

Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland

Y.N. Radstake MSc, Dr. R.E. van der Vliet, Drs. H.A.M. Prinsen

Status uitgave: definitief, v2

Rapportnummer:	17-128, v2.0
Projectnummer:	16-902
Datum uitgave:	12 februari 2018
Projectleider:	Drs. H.A.M. Prinsen
Naam en adres opdrachtgever:	Pondera Consult bv Postbus 579, 7550 AN Hengelo
Referentie opdrachtgever:	E-mail, d.d. 13 april 2017
Akkoord voor uitgave:	drs. C. Heunks

Paraaf:



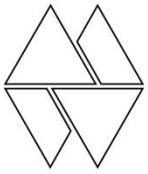
Graag citeren als: Radstake, Y.N., R.E. van der Vliet & H.A.M. Prinsen, 2018. Natuurtoets Windpark Kroningswind. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland. Rapport 17-128. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: Wet natuurbescherming, windpark, Goeree-Overflakkee, ganzen, vleermuizen

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera Consult bv
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Pondera Consult onderzoekt in opdracht van initiatiefnemers de mogelijkheden om Windpark Kroningswind, met maximaal 26 windturbines, in de polders ten oosten van Stellendam op het eiland Goeree-Overflakkee te realiseren. De bouw en het gebruik van dit windpark kan effecten hebben op beschermde soorten planten en dieren, beschermde natuurgebieden en Natuurnetwerk Nederland.

Pondera Consult heeft Bureau Waardenburg opdracht verstrekt om in het kader van het MER de effecten op beschermde natuurwaarden in beeld te brengen en aan te geven op welke wijze negatieve effecten kunnen worden beperkt en/of gecompenseerd.

Dit rapport is te beschouwen als de oriëntatiefase van de habitattoets, zoals omschreven in de Wet natuurbescherming (artikelen 2.7 t/m 2.9) en vormt een “nee, tenzij-toets” ten aanzien van Natuurnetwerk Nederland.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Yvonne Radstake	rapportage
Roland van der Vliet	rapportage
Dirk van Straalen	veldbezoek
Hein Prinsen	rapportage, projectleiding, eindredactie.

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hen uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteitshandboek van Bureau Waardenburg. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg is ISO gecertificeerd.

Vanuit Pondera Consult werd de opdracht begeleid door Mariëlle de Sain en Paul Janssen. Wij danken hen voor de prettige samenwerking.

Disclaimer
De studie betreft een beoordeling van de huidige aanwezigheid van beschermde soorten planten en dieren. Deze beoordeling is gebaseerd op bronnenonderzoek, veldonderzoek en deskundigenoordeel. Veldonderzoek is altijd een momentopname. Bureau Waardenburg waarborgt dat het onderzoek is uitgevoerd door deskundige onderzoekers volgens de gangbare standaardmethoden. Het bureau is niet aansprakelijk voor waarnemingen van soorten door derden en waarnemingen die na afronding van de studie bekend worden gemaakt.

Inhoud

Voorwoord 3

1 Inleiding 9

1.1 Aanleiding en doel 9

1.2 Leeswijzer 9

2 Inrichting windpark en plangebied 11

2.1 Inrichting windpark 11

2.2 Plangebied en onderzoeksgebied 11

2.3 Autonome ontwikkelingen 11

3 Aanpak beoordeling in het kader van natuurwetgeving en natuurbeleid 13

3.1 Natura 2000-gebieden 13

3.2 Soortenbescherming 14

3.3 Natuurnetwerk Nederland 15

3.4 Provinciaal natuurbeleid 15

4 Beschermde gebieden en afbakening onderzoek 17

4.1 Natura 2000-gebieden in de omgeving 17

4.2 Afbakening effectbepaling en -beoordeling Natura 2000-gebieden 17

4.3 Natuurnetwerk Nederland en overige gebieden 25

5 Methoden en bronmateriaal 29

5.1 Methode van effecten bepalen (vogels) 29

5.2 Methode van effecten bepalen (vleermuizen) 36

5.3 Effecten beoordelen: toelichting op het begrip significantie 37

5.4 Bronmateriaal 38

6 Vogels in en nabij het plangebied 41

6.1 Broedvogels 41

6.2 Niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in relatie tot het plangebied 52

6.3 Seizoenstrek 62

7 Vleermuizen in en nabij het plangebied 63

7.1 Vleermuissoorten in het plangebied 63

7.2 Gebruik van het plangebied door vleermuizen 65

8 Overige beschermde soorten in en nabij het plangebied 69

8.1 Grondgebonden zoogdieren 69

8.2 Flora, ongewervelden, vissen, amfibieën en reptielen 69

9 Effecten op vogels 71

9.1 Effecten in de aanlegfase 71
9.2 Aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase 72
9.3 Verstoring in de gebruiksfase 77
9.4 Barrièrewerking in de gebruiksfase 81
10 Effecten op vleermuizen 83
10.1 Bepaling van effecten 83
10.2 Aantasting of verstoring van verblijfplaatsen 83
10.3 Verstoring van verblijfplaatsen in de gebruiksfase 84
10.4 Sterfte in de gebruiksfase 85
11 Effectbeoordeling Natura 2000-gebieden 89
11.1 Beoordeling van effecten op habitattypen 89
11.2 Beoordeling van effecten op soorten van Habitatrichtlijn 89
11.3 Beoordeling van effecten op broedvogels 90
11.4 Beoordeling van effecten op niet-broedvogels 90
11.5 Samenvatting beoordeling van effecten 93
11.6 Cumulatie van effecten 95
12 Effectbeoordeling beschermde soorten 99
12.1 Vogels 99
12.2 Vleermuizen 101
12.3 Overige beschermde soorten 109
13 Effectbepaling en –beoordeling NNN en overige beschermde gebieden 111
13.1 Natuurnetwerk Nederland 111
13.2 Bloemdijken 114
14 Conclusies en aanbevelingen 115
14.1 Natura 2000-gebieden (Wnb Hoofdstuk 2) 115
14.2 Beschermde soorten (Wnb Hoofdstuk 3) 115
14.3 Natuurnetwerk Nederland 117
14.4 Mitigerende maatregelen 117
15 Voorkeursalternatief 119
15.1 Inrichting en eigenschappen 119
15.2 Gebiedsbescherming 120
15.3 Soortbescherming 121
16 Literatuur 123
Bijlage 1 Kader Wet natuurbescherming 129
Bijlage 2 Alternatieven in opstelling 135

Bijlage 3 Windturbines en vogels 139
Bijlage 4 Windturbines en vleermuizen 147
Bijlage 5 Aerius berekening 153
Bijlage 6 Flux Collision Model 155

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

De initiatiefnemers van Windpark Kroningswind zijn voornemens om op het eiland Goeree-Overflakkee ten oosten van Stellendam een windpark te realiseren bestaande uit 13 tot 26 windturbines. Het plangebied beslaat de Zuiderdieppolder, Nieuwe Kroningspolder, Kroningspolder, Bospolder en Halspolder (figuur 2.1). De bouw en het gebruik van dit windpark kan effecten hebben op beschermde natuurwaarden. In voorliggend rapport worden de effecten op natuur beschreven van de zes alternatieven die in het MER worden onderzocht. Hierbij is rekening gehouden met de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) en natuurbeleid en is onderzocht hoe de bouw en het gebruik van de geplande windturbines zich verhoudt tot:

- Natura 2000-gebieden (Hoofdstuk 2 van de Wnb);
- Beschermde soorten (Hoofdstuk 3 van de Wnb);
- Het Natuurnetwerk Nederland (NNN; voormalig EHS);
- Het provinciaal natuurbeleid.

Voor een nadere uitleg van het wettelijk kader, zie bijlage 1. In voorliggend rapport is geen aandacht besteed aan eventuele overtreding van verbodsbepalingen genoemd in Hoofdstuk 4 van de Wnb: 'Houtopstanden, hout en houtproducten' (voorheen de Boswet).

In dit rapport wordt verslag gedaan van bronnen- en veldonderzoek[1], bepaling van de effecten op beschermde natuurgebieden (Natura 2000-gebieden), beschermde soorten planten en dieren en op het NNN en mogelijkheden voor mitigatie en compensatie van deze effecten.

Het doel is te bepalen of de ingreep kan leiden tot overtredingen van de wetten en regels die zien op bescherming van de natuur. Als dat het geval is, wordt bepaald onder welke voorwaarden ontheffing (Hoofdstuk 3 van de Wnb), vergunning (Hoofdstuk 2 van de Wnb) en/of toestemming (NNN) kan worden verkregen en of mitigatie of compensatie nodig is. In het kader van 'Hoofdstuk 2 Natura 2000-gebieden' van de Wnb, is dit rapport te beschouwen als een oriëntatiefase (voortoets).

1.2 Leeswijzer

Hoofdstukken 2 t/m 5 bevatten een omschrijving van het project, het plangebied, de aanpak van de beoordeling van effecten van het windpark in het kader van de natuurwetgeving, de beschermde gebieden in (de omgeving van) het plangebied en van de toegepaste methoden en gebruikte bronnen. Vervolgens is in hoofdstukken 6, 7 en 8 het gebiedsgebruik en de verspreiding van vogels, vleermuizen en overige beschermde soorten in en om het plangebied beschreven. In hoofdstukken 9 en 10

[1] Voor informatie over waarnemingen van soorten is de Nationale Database Flora en Fauna geraadpleegd dd. 27-07-2017.
[2] https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/inhoud/natuurnetwerk-nederland;

worden de effecten van de ingreep op vogels en vleermuizen bepaald. De effecten worden in hoofdstukken 11, 12 en 13 beoordeeld in het kader van relevante natuurwetgeving. De overkoepelende conclusies en aanbevelingen voor mitigerende maatregelen zijn beschreven in hoofdstuk 14.

2 Inrichting windpark en plangebied

2.1 Inrichting windpark

De ingreep omvat de bouw en exploitatie van 13-26 windturbines (Windpark Kroningswind, zie figuur 2.1 en 2.2). Er worden in dit rapport zes inrichtingsalternatieven onderzocht (zie tabel 2.1). Waar in dit rapport gesproken wordt over Windpark Kroningswind worden telkens de zes alternatieven bedoeld zoals beschreven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 De verschillende inrichtingsalternatieven van Windpark Kroningswind.

Alternatieven	Aantal turbines	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Tiphoogte (m)
A1	14	130	130	200
A2	18	100 (of 90)	100 (of 120)	150
B1	13	130	130	200
B2	18	100 (of 90)	100 (of 120)	150
C1	20	130	130	200
C2	26	100 (of 90)	100 (of 120)	150

2.2 Plangebied en onderzoeksgebied

Het plangebied wordt gevormd door meerdere polders namelijk Zuiderdieppolder, Kroningspolder, Nieuwe Kroningspolder, Bospolder en Halspolder (zie figuur 2.1). Deze polders worden in het vervolg van dit rapport gezamenlijk als het plangebied aangeduid. Het is een agrarisch gebied ten oosten van Stellendam. In het plangebied is geen permanent oppervlaktewater aanwezig. Opgaande begroeiing is o.a. aanwezig langs de Halsdijk, die midden in het plangebied ligt.

Ten noorden van het plangebied ligt natuurgebied Plaat van Scheelhoek dat onderdeel uitmaakt van Natura 2000-gebied Haringvliet en tevens van het NNN.

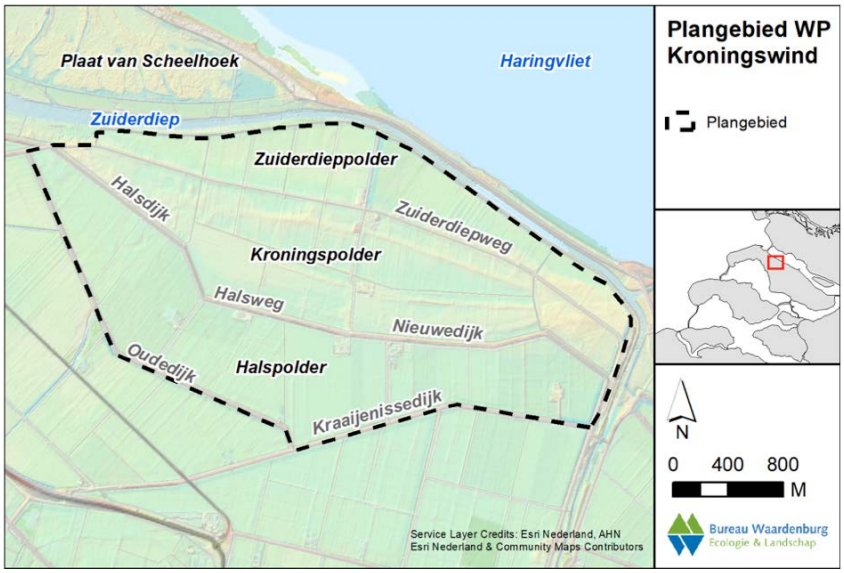
2.3 Autonome ontwikkelingen

Blok de Wit
In de Zuiderdieppolder, in deelgebied ‘Blok de Wit’, zijn Natuurmonumenten en Gemeente Goeree-Overflakkee voornemens binnendijks een natuurgebied en enkele recreatieve componenten te realiseren. Het natuurgebied zal bestaan uit getijdennatuur met kreken, slikken en schorren. De recreatie componenten bestaan o.a. uit een trekpontje en een fietspad over de dijk ten noorden van het gebied. Om dit te realiseren zal o.a. Blok de Wit vergraven worden en een nieuwe dijk ten oosten en zuiden van het gebied worden aangelegd. Werkzaamheden zullen buiten het

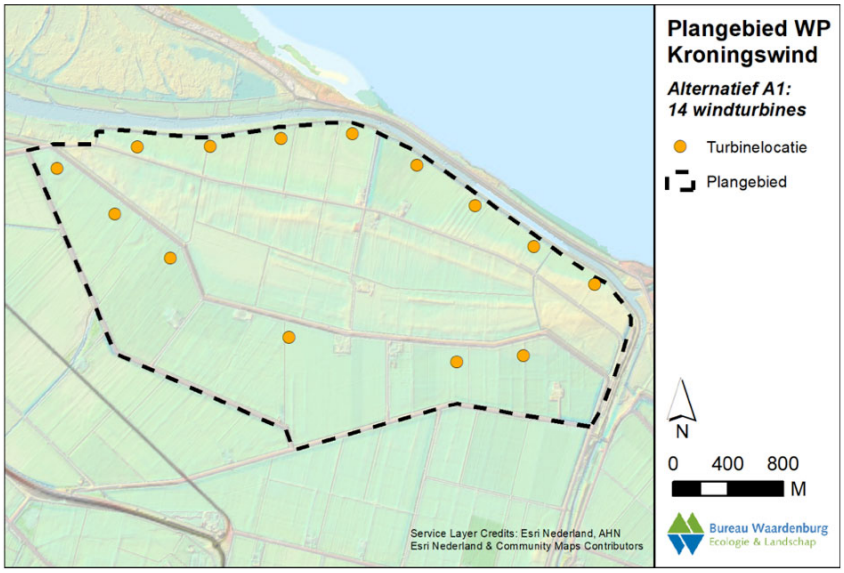
broedseizoen en buiten de wintermaanden in de maanden augustus en september worden uitgevoerd.

Kierbesluit Haringvliet

Vanaf 2018 worden de Haringvlietsluizen op een kier gezet wanneer het waterpeil in het Haringvliet lager is dan op zee. Hierdoor kan zout water uit de Noordzee het Haringvliet instromen en zal een deel van het Haringvliet verzilten. Hierdoor zal ook de visintrek kunnen toenemen, mogelijk leidt dit tot positieve trends voor een aantal vogelsoorten. Omdat deze ontwikkelingen nog onzeker zijn en niet gekwantificeerd is in voorliggende studie geen rekening gehouden met deze autonome ontwikkeling.



Figuur 2.1 Toponiemenkaart met de toponiemen zoals gebruikt in voorliggend rapport.



Figuur 2.2 Kaart met de locaties van geplande windturbines volgens alternatief A1 van Windpark Kroningswind (voor kaarten van overige vijf alternatieven, zie bijlage 2).

3 Aanpak beoordeling in het kader van natuurwetgeving en natuurbeleid

3.1 Natura 2000-gebieden

Gebiedsbescherming is in de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) beschreven in ‘Hoofdstuk 2. Natura 2000-gebieden’. Voor een samenvatting van dit hoofdstuk uit de Wnb wordt verwezen naar bijlage 1 (Wettelijk kader).

Het plangebied ligt in de omgeving van Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen, Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Krammer-Volkerak, Oosterschelde en Hollands Diep (figuur 4.1). Als de bouw of het gebruik van het windpark negatieve effecten heeft op het behalen van instandhoudings-doelstellingen (kortweg: IHDs) van de acht bovenstaande Natura 2000-gebieden, is een vergunning op grond van de Wnb vereist. Ook kunnen maatregelen om negatieve effecten te voorkomen, te verminderen of te compenseren nodig zijn.

In voorliggend rapport zijn de resultaten van een oriëntatiefase van de habitattoets beschreven, dat wil zeggen een verkennend onderzoek naar de effecten van de alternatieven van het windpark op het behalen van de IHDs van Natura 2000-gebieden. De centrale vraag van deze toetsing is: bestaat er voor één of meerdere alternatieven van het windpark een reële kans op significant negatieve effecten op het behalen van de IHDs van beschermde natuurgebieden of kan het optreden van significant negatieve effecten met zekerheid worden uitgesloten?

Meer in detail geeft deze rapportage antwoord op de volgende vragen:

- Welke beschermde natuurgebieden liggen binnen de invloedssfeer van het windpark? Wat zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor deze natuurgebieden?
- Wat is de ligging van het plangebied ten opzichte van de habitattypen, de leef-gebieden van soorten of andere natuurwaarden waarvoor de betreffende natuurgebieden zijn aangewezen? Welke functies heeft het plangebied en zijn invloedssfeer voor deze beschermde natuurwaarden?
- Welke effecten op beschermde natuurgebieden heeft de bouw en het gebruik van het geplande Windpark Kroningswind?
- Wat zijn de effecten van Windpark Kroningswind als deze worden beschouwd in samenhang met andere activiteiten en plannen, met andere woorden, wat zijn de cumulatieve effecten?
- Kunnen significante effecten (inclusief cumulatieve effecten) met zekerheid worden uitgesloten?

De effecten van Windpark Kroningswind worden getoetst aan de instandhoudings-doelstellingen die voor gebieden Haringvliet, Grevelingen, Voornes Duin, Voordelta,

Duinen Goeree & Kwade Hoek, Krammer-Volkerak, Oosterschelde en Hollands Diep (zullen) gelden. Deze zijn ontleend aan de definitieve aanwijzingsbesluiten.

3.2 Soortenbescherming

De bescherming van soorten is in de Wnb beschreven in 'Hoofdstuk 3. Soorten'. Voor een samenvatting van dit hoofdstuk uit de Wnb wordt verwezen naar bijlage 1 (Wettelijk kader).

Bij de realisatie van Windpark Kroningswind moet rekening worden gehouden met het huidige voorkomen van beschermde soorten planten en dieren in het plangebied. Als de voorgenomen ingreep leidt tot het overtreden van verbodsbepalingen betreffende beschermde soorten, zal moeten worden nagegaan of een vrijstelling geldt of dat een ontheffing moet worden verkregen.

De effecten van de bouw en het gebruik van Windpark Kroningswind op beschermde soorten planten en dieren zijn in beeld gebracht en getoetst aan de verbodsbepalingen uit de Wnb. Daarbij is ingegaan op de volgende vragen:

- Welke beschermde soorten planten en dieren komen mogelijk of zeker voor in de invloedssfeer van het windpark?
- Welke effecten op beschermde soorten heeft de realisatie van het windpark?
- Kunnen deze effecten een wezenlijke negatieve invloed op de betrokken soorten hebben?
- Welke verbodsbepalingen worden overtreden en is hiervoor een ontheffing nodig?
- Is er mogelijk sprake van een effect op de Staat van Instandhouding (SvI) van de betrokken soorten?
- Welke maatregelen voor mitigatie en compensatie van schade aan beschermde soorten zijn noodzakelijk?

De Wet natuurbescherming onderscheidt bij de bescherming van soorten drie beschermingsregimes:

- *Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn* (Wnb § 3.1),
- *Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn* (Wnb § 3.2) en
- *Beschermingsregime andere soorten* (Wnb § 3.3).

Met het in werking treden van de Wet natuurbescherming (d.d. 1 januari 2017) is het beschermingsregime voor een aantal soorten veranderd dan wel vervallen. Ook zijn een aantal soorten beschermd die dat voorheen niet waren. Voor soorten vallend onder '*Beschermingsregime andere soorten*' kan de provincie een vrijstelling verlenen voor handelingen in het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden (Wnb Art. 3.10 lid 2a).

3.3 Natuurnetwerk Nederland

Het Natuurnetwerk Nederland (NNN) is een Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. In het Natuurnetwerk Nederland liggen:

- Bestaande natuurgebieden, waaronder de 20 nationale parken;
- Gebieden waar nieuwe natuur wordt aangelegd;
- Landbouwgebieden, beheerd volgens agrarisch natuurbeheer;
- Ruim 6 miljoen hectare grote wateren: meren, rivieren, de kustzone van de Noordzee en de Waddenzee.[2]
- Alle Natura 2000-gebieden.

Voor gebieden die zijn begrensd binnen het Natuurnetwerk Nederland, ecologische verbindingszones en gebieden met agrarisch natuurbeheer, geldt een planologisch beschermingsregime. Ingrepen in deze gebieden zijn alleen toegestaan als ze geen negatieve effecten hebben op deze gebieden, of als negatieve effecten kunnen worden tegengegaan door het nemen van mitigerende maatregelen. Heeft een ingreep wel een significant negatief effect op de wezenlijke kenmerken en waarden van een gebied dat behoort tot het Natuurnetwerk Nederland, dan geldt het 'nee, tenzij-regime'. Een project kan dan alleen doorgaan als er geen reële alternatieven zijn en als sprake is van een groot openbaar belang. Als een ingreep wordt toegestaan moet de schade zoveel mogelijk worden beperkt door mitigerende maatregelen en moet de resterende schade door de initiatiefnemer worden gecompenseerd. Dit beschermingsregime is verankerd in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR)/Besluit Algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en in Verordening Ruimte 2014 (per 1 april 2016).

Voor Windpark Kroningswind is een toets uitgevoerd die antwoord geeft op de volgende vragen:

- Welke windturbines zijn in of nabij het Natuurnetwerk Nederland gepland?
- Wat zijn de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN ter plaatse?
- Is er sprake van een significante aantasting van die wezenlijke kenmerken en waarden (waar nodig rekening houdend met externe werking)?
- Wat zijn de mogelijkheden om een eventuele aantasting te beperken?
- Is er een noodzaak voor de compensatie van een eventuele aantasting van het Natuurnetwerk Nederland?

3.4 Provinciaal natuurbeleid

Het plangebied valt niet onder beleidsmatig door de provincie beschermde weidevogel- of ganzenopvanggebieden. Zodoende wordt er niet getoetst aan dit onderdeel van het natuurbeleid.

[2] https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/inhoud/natuurnetwerk-nederland; geraadpleegd d.d. januari 2017.

4 Beschermde gebieden en afbakening onderzoek

4.1 Natura 2000-gebieden in de omgeving

Het plangebied van Windpark Kroningswind ligt niet in een Natura 2000-gebied. Wel liggen er verschillende Natura 2000-gebieden in de ruime omgeving van het plangebied[3]. Het windpark grenst aan het Natura 2000-gebied Haringvliet en ligt op circa 2,5 - 4 km afstand van Natura 2000-gebieden Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen (figuur 4.1). Andere Natura 2000-gebieden, zoals Oosterschelde en Krammer-Volkerak, liggen op nog (veel) grotere afstanden en zijn buiten beschouwing gelaten omdat op voorhand effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden met zekerheid kan worden uitgesloten.

Hieronder wordt kort toegelicht of en welke relatie bestaat tussen het plangebied van Windpark Kroningswind en voornoemde vijf Natura 2000-gebieden. Voor meer details wordt verwezen naar Smits *et al*. (2016). Aangegeven wordt welke instandhoudingsdoelstellingen een effect (verslechtering of verstoring) kunnen ondervinden van het geplande windpark[4]. Het hoofdstuk sluit af met een tabel waarin per instandhoudingsdoelstelling is aangegeven of er een relatie bestaat met het plangebied en of sprake is van een mogelijk effect van het windpark op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling. Als dat laatste niet op voorhand kan worden uitgesloten, worden in voorliggende rapport de effecten van Windpark Kroningswind nader bepaald en beoordeeld.

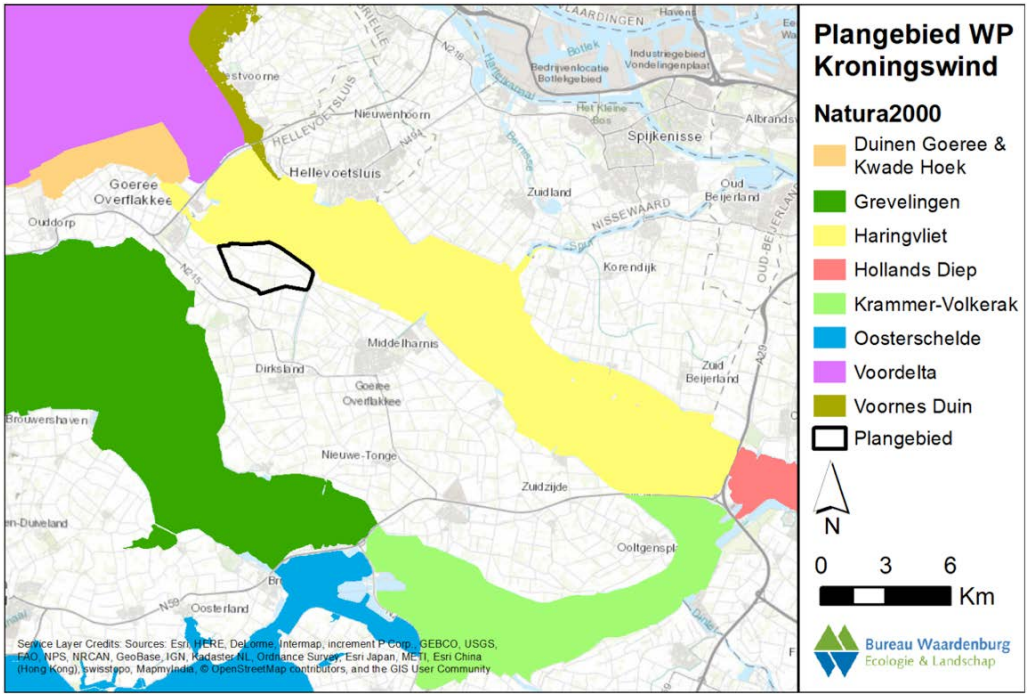
4.2 Afbakening effectbepaling en -beoordeling Natura 2000-gebieden

In deze paragraaf wordt voor de soorten, waarvoor vijf Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied zijn aangewezen, beschreven of er (mogelijk) sprake is van een relatie met het plangebied. Wanneer dat het geval is wordt dat voor de desbetreffende soorten in hoofdstukken 6 (vogels), 7 (vleermuizen) en/of 8 (overige soorten) in meer detail beschreven. Voor de habitattypen waarvoor de vijf Natura 2000-gebieden zijn aangewezen is beschreven of deze (mogelijk) binnen de invloedssfeer van het windpark liggen. Wanneer geen sprake is van een relatie met het plangebied, of de habitattypen buiten de invloedssfeer van het windpark liggen, zijn effecten van de bouw en het gebruik van Windpark Kroningswind op voorhand

[3] Voor een eerste afbakening van de mogelijke invloedssfeer van het project op Natura 2000-gebieden, is rekening gehouden met de actieradius van de soorten met instandhoudingsdoelstellingen in de omliggende Natura 2000-gebieden (van der Vliet *et al*. 2011, zie hoofdtekst voor gehanteerde afstanden). In dit hoofdstuk wordt vervolgens nader bepaald welke Natura 2000-gebieden en soorten met instandhoudingsdoelstellingen relevant zijn.

[4] In de oorspronkelijke aanwijzingsbesluiten zijn voor sommige gebieden complementaire doelen opgenomen: dit zijn Vogelrichtlijndoelen die zijn opgenomen in een Habitatrichtlijngebied en andersom. Middels een wijzigingsbesluit van het Ministerie van EZ, gepubliceerd op 13 maart 2013 (Staatscourant 2013, nr. 6334), zijn deze complementaire doelen komen te vervallen.

uitgesloten, en worden de desbetreffende habitattypen in dit rapport verder niet meer in detail behandeld.



Figuur 4.1 De Natura 2000-gebieden nabij het plangebied van Windpark Kroningswind.

4.2.1 Habitattypen

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor beschermde habitattypen (zie tabel 4.1). Omdat de windturbines buiten de begrenzing van de Natura 2000-gebieden gebouwd zullen worden, is met zekerheid geen sprake van verlies van areaal van de beschermde habitattypen door ruimtebeslag.

Daarnaast is er geen sprake van relevante emissie van schadelijke stoffen naar lucht, water en of bodem of van veranderingen in grond- of oppervlaktewateren. Weliswaar wordt in de aanlegfase gebruik gemaakt van vracht- en kraanwagens die stikstof kunnen uitstoten, maar vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden, afstand tot Natura 2000-gebieden en het ontbreken van stikstofgevoelige habitattypen in die gebieden, is dergelijke emissie verwaarloosbaar. Dit is nader onderbouwd met behulp van het rekenmodel Aerius in bijlage 5. Effecten op beschermde habitattypen als gevolg van externe werking zijn daarom niet aan de orde (tabel 4.1). Verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats in voornoemde Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind zijn daarom op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

4.2.2 Soorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn

Alle voornoemde vijf Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor Habitatrichtlijn-soorten van bijlage II (zie tabel 4.1). Het plangebied ligt buiten de begrenzing van Natura 2000-gebieden.

De **nauwe korfslak**, waarvoor Voornes Duin en Duinen Goeree & Kwade Hoek als Natura 2000-gebied zijn aangewezen, is een soort die voornamelijk wordt aangetroffen in kalkrijke duinen. Het plangebied beschikt niet over het juiste habitat, waardoor het voorkomen van deze soort in het plangebied en de directe omgeving kan worden uitgesloten. Negatieve effecten van de bouw en het gebruik van de windturbines op de populatie van de nauwe korfslak binnen de begrenzing van de Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Duinen Goeree & Kwade Hoek kunnen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten. Deze soort wordt daarom in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten.

De Natura 2000-gebieden Haringvliet en Voordelta zijn aangewezen voor de **zeeprik**, **rivierprik**, **elft**, **fint** en/of **zalm**. Alle vijf de soorten hebben een anadrome levensstijl, wat betekent dat het zoutwatervissen zijn die in zoetwatergebieden paaien. Het plangebied beschikt niet over geschikt habitat voor deze soorten. Een effect van de bouw en het gebruik van het windpark is dan ook op voorhand uit te sluiten. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten.

Het Natura-2000 gebied Haringvliet is aangewezen voor de **bittervoorn** en **rivierdonderpad**. De rivierdonderpad komt niet binnendijks voor en de bittervoorn is in de sloten in/om het plangebied niet waargenomen (Ravon 2017; data NDFF). Een effect van de bouw en het gebruik van het windpark is dan ook op voorhand uit te sluiten. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten.

De **noordse woelmuis**, waarvoor Haringvliet, Voornes Duin, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen als Natura 2000-gebied zijn aangewezen, komt niet in het plangebied voor. Daarnaast is het habitat in het plangebied niet geschikt voor deze soort. De noordse woelmuis komt namelijk voor in rietvegetaties langs watergangen.

De **groenknolorchis**, waarvoor Voornes Duin en Grevelingen als Natura 2000-gebied zijn aangewezen, komt voor in kalkrijke duinvalleien. Aangezien het plangebied vooral een intensief agrarisch karakter heeft, heeft het geen geschikte groeiplaatsen voor deze plantensoort. Negatieve effecten van de bouw en het gebruik van de windturbines op de populatie van de groenknolorchis binnen de begrenzing van de Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Grevelingen kunnen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten.

Het Natura 2000-gebieden Voordelta is aangewezen voor de **gewone zeehond** en/of **grijze zeehond**. Vanwege hun aquatische levensstijl en de grote afstand (> 7 km) van het plangebied tot geschikt habitat in het Natura 2000-gebied, kunnen effecten op de gewone en grijze zeehond worden uitgesloten.

4.2.3 Broedvogels

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden, behalve de Voordelta, zijn aangewezen voor een aantal broedvogelsoorten (tabel 4.1).

Broedvogelsoorten Haringvliet
Het Haringvliet is het enige Natura 2000-gebied dat direct grenst aan het plangebied. Het gebied is aangewezen voor tien broedvogelsoorten: **bruine kiekendief, kluut, bontbekplevier, strandplevier, zwartkopmeeuw, grote stern, visdief, dwergstern, blauwborst** en **rietzanger**.

De zangvogelsoorten blauwborst en rietzanger zijn in het broedseizoen strikt gebonden aan de directe omgeving van de nestlocatie. Vanwege deze binding aan de nestlocatie voeren deze soorten geen vliegbewegingen uit tot in het plangebied, zodat zij hooguit incidenteel slachtoffer worden van aanvaringen. (Significant) verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze twee zangvogels in het Natura 2000-gebied Haringvliet zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1). Deze soorten worden dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

De overige acht broedvogelsoorten kunnen buiten het Natura 2000-gebied foerageren en rusten. Zij kunnen dat in het plangebied of buitendijks direct langs de rand van het plangebied doen, maar ook onderweg het plangebied passeren (tabel 4.1). Het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van bovengenoemde soorten in het Haringvliet en de potentiële relatie met het plangebied wordt in hoofdstuk 6 in meer detail beschreven en effecten van het windpark hierop worden beoordeeld in voorliggende rapportage.

Broedvogelsoorten van de overige Natura 2000-gebieden
Lepelaar
Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de **lepelaar** als broedvogel. De lepelaarkolonie in het Voornes Duin in het Quackjeswater ligt op >2.5 km afstand van het plangebied. De lepelaars uit deze kolonie foerageren hoofdzakelijk in het Delfland en later in het broedseizoen ook in de getijdengebieden in de Delta, waaronder de gebieden Scheelhoek en Kwade Hoek (Prinsen *et al.* 2009). Aangezien de Scheelhoek direct grenst aan het plangebied, is er een gerede kans dat de lepelaars uit voornoemde kolonie door het plangebied vliegen (tabel 4.1). Het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van lepelaar in en over het plangebied wordt in hoofdstuk 6 in meer detail beschreven en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage.

.

Kleine zilverreiger
Het Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de **kleine zilverreiger** als broedvogel. Het plangebied van Windpark Kroningswind biedt geen geschikt foerageergebied voor de kleine zilverreiger vanwege de afwezigheid van geschikt foerageerbiotoop. Gezien de afstand van het plangebied tot het Voornes Duin (>2.5

km), en het ontbreken van belangrijke foerageergebieden voor de kleine zilverreiger in het achterland, ligt er geen belangrijke vliegroute van de kleine zilverreigers uit het Voornes Duin over het plangebied. Deze soort wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Aalscholver

Het Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de broedvogelsoort **aalscholver**. De gebieden de Voordelta en het Haringvliet functioneren voor de aalscholvers uit het Voornes Duin als belangrijkste foerageergebied (Boudewijn *et al.* 2012). Het plangebied ligt op >4 km van de kolonies in het Quackjeswater en Breede Water. In het achterland van het plangebied zijn vrijwel geen gebieden aanwezig die kunnen functioneren als potentiële foerageer- en/of rustgebieden voor aalscholver die broeden in het Voornes Duin. Daarom maken aalscholvers uit Voornes Duin hooguit incidenteel gebruik van het luchtruim boven het plangebied. Deze soort wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Geoorde fuut

Het Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de **geoorde fuut** als broedvogel. De geoorde fuut is in het broedseizoen gebonden aan de ondiepe wateren binnen het Natura 2000-gebied Voornes Duin. De geoorde futen die in het Voornes Duin broeden hebben geen relatie met het plangebied en de soort wordt verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Bruine kiekendief

Naast het Haringvliet is ook de Grevelingen aangewezen voor de **bruine kiekendief** als broedvogel. De bruine kiekendief broedt in rietlanden en gorzen en foerageert in nabijgelegen gebieden met moeras en/of ruigte. Voor de bruine kiekendieven die in deze gebieden broeden geldt dat ze vaak binnen enkele kilometers van de nestlocaties ruim voldoende foerageermogelijkheden tot hun beschikking hebben. Omdat er mogelijk overlap bestaat met het plangebied van Windpark Kroningswind, wordt in hoofdstuk 6 nader ingegaan op het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van de bruine kiekendief in het plangebied en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage (tabel 4.1).

Steltlopers

De Grevelingen en Duinen Goeree & Kwade Hoek zijn als Natura 2000-gebieden aangewezen voor de **kluut**, **bontbekplevier** en/of **strandplevier** als broedvogel. Voor deze soorten geldt dat ze sterk gebonden zijn aan onbegroeide terreinen in de nabijheid van ondiepe getijdebieden en/of natuurontwikkelingsgebieden binnen of in de nabijheid van deze Natura 2000-gebieden. Gezien de afstand van deze Natura 2000-gebieden tot het plangebied (minimaal enkele kilometers) is een relatie van deze vogelsoorten met het plangebied op voorhand met zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1).

Ook het aangrenzende Haringvliet is voor deze soorten aangewezen, zodat in hoofdstuk 6 het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van deze broedvogelsoorten in het plangebied wel in relatie tot dit Natura 2000-gebied wordt besproken.

Sterns
De Grevelingen is aangewezen voor de **grote stern**, **visdief** en **dwergstern** als broedvogel. De broedkolonies van deze soorten in deze gebieden liggen op minimaal enkele kilometers afstand van het plangebied. De sterns foerageren bovendien hoofdzakelijk op het open water van de Grevelingen zelf, of in de Voordelta. De watergangen in het plangebied bieden hooguit voor de visdief enige foerageermogelijkheid (tabel 4.1). In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van de visdief in het plangebied van het windpark in relatie tot de Grevelingen en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage (tabel 4.1).

Ook het aangrenzende Haringvliet is voor deze soorten aangewezen, zodat in hoofdstuk 6 het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van deze broedvogelsoorten in het plangebied wel in relatie tot dit Natura 2000-gebied wordt besproken.

Samenvatting
In tabel 4.1 is een overzicht weergegeven van de soorten broedvogels uit Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied die mogelijk een relatie hebben met het plangebied van Windpark Kroningswind. Samengevat hebben alleen broedvogels uit het Haringvliet, plus bruine kiekendief en visdief uit Grevelingen en lepelaar uit Voornes Duin, mogelijk een relatie met het plangebied. In deze rapportage worden alleen deze soorten broedvogels verder beschouwd (zie uitwerking in hoofdstuk 6 en daarna). (Significant) verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op het behalen van de instand-houdingsdoelstellingen van de overige soorten broedvogels in de vijf relevante Natura 2000-gebieden zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1).

4.2.4 Niet-broedvogels

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden, behalve de Voornes Duin, zijn aangewezen voor een aantal niet-broedvogelsoorten (tabel 4.1). In deze paragraaf wordt afgebakend voor welke soorten niet-broedvogels en voor welke Natura 2000-gebieden er een mogelijke relatie is met het plangebied. Alleen deze soorten worden in hoofdstuk 6 nader beschreven en beoordeeld in voorliggende rapportage. Voor de overige soorten wordt in deze paragraaf onderbouwd waarom ze geen relatie hebben met het plangebied, zodat een effect van de bouw en het gebruik van Windpark Kroningswind op voorhand met zekerheid uit gesloten kan worden.

Duikers en futen
De soorten **roodkeelduiker**, **dodaars**, **kuifduiker** en **geoorde fuut** zijn strikt gebonden aan open water en zijn door hun beperkte actieradius sterk gebonden aan de Natura 2000-gebieden. Voornoemde soorten hebben vanwege de afstand tussen

de Natura 2000-gebieden en het plangebied, geen relatie met het plangebied. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1). De **fuut** rust en of foerageert overdag of 's nachts mogelijk op het Haringvliet nabij het plangebied en ondervindt dan mogelijk verstoringseffecten van de windturbines. In voorliggende rapportage wordt daarom wel nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van Windpark Kroningswind op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogelsoort waarvoor het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen (zie tabel 4.1).

Aalscholver, kleine zilverreiger en lepelaar

De wateren binnen de Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor de soorten **aalscholver**, **kleine zilverreiger** en **lepelaar** (tabel 4.1) vormen de belangrijkste foerageergebieden voor deze soorten. De platen en hoogwatervluchtplaatsen binnen de betreffende Natura 2000-gebieden functioneren op hun beurt als de belangrijkste rust- en slaapplaatsen. Op basis van de afwezigheid van potentiële foerageergebieden in het binnendijkse gebied ten zuiden van het plangebied, is de aanwezigheid van belangrijke vliegroutes van deze soorten over het plangebied uit te sluiten. Het plangebied zelf biedt ook geen geschikt foerageergebied voor deze soorten. Deze soorten worden als niet-broedvogel verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Zwanen en ganzen

Vier van de vijf voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor de **kleine zwaan** en/of verschillende soorten ganzen (**kolgans**, **dwerggans**, **grauwe gans**, **brandgans** en/of **rotgans**, tabel 4.1). De zwanen en ganzen rusten over het algemeen op het open water in de Natura 2000-gebieden en foerageren frequent in het binnendijkse agrarische gebied buiten de Natura 2000-gebieden, waaronder het plangebied van Windpark Kroningswind. De rotgans kan worden uitgesloten, omdat deze soort zeer sterk gebonden is aan Natura 2000-gebied Grevelingen en zich dus niet of nauwelijks vanuit dit gebied tot in het plangebied zal begeven (tabel 4.1). Daarnaast kan de dwerggans ook worden uitgesloten, omdat deze niet in of in de buurt van het plangebied wordt waargenomen (gegevens provincie). Voor de kleine zwaan, kolgans, grauwe gans en brandgans geldt dat zij regelmatig over het plangebied kunnen vliegen en/of hier foerageren. Voor deze soorten is in hoofdstuk 6 de aanwezigheid in en om het plangebied in meer detail beschreven, en wordt in voorliggende rapportage een beoordeling gemaakt van de mogelijke effecten van het windpark op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten in de betrokken Natura 2000-gebieden (tabel 4.1).

Eenden, zaagbekken en meerkoet

De eendensoorten **tafeleend**, **eider**, **zwarte zee-eend**, **brilduiker** en **middelste zaagbek** zijn strikt gebonden aan het open water van de Natura 2000-gebieden die voor deze soorten zijn aangewezen (tabel 4.1). Deze soorten hebben geen relatie met het plangebied en worden verder buiten beschouwing gelaten. De overige in tabel 4.1 genoemde eendensoorten en meerkoet rusten of foerageren overdag of 's nachts

mogelijk wel op/nabij de dijk of op het water van het Haringvliet nabij het plangebied en ondervinden dan mogelijk verstoringseffecten van de windturbines. De soorten smient en wilde eend passeren bovendien (mogelijk) het plangebied en/of foerageren in het plangebied. In voorliggende rapportage wordt daarom wel nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van Windpark Kroningswind op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogelsoorten waarvoor het Natura 2000-gebied Haringvliet en Grevelingen is aangewezen (zie tabel 4.1).

Roofvogels

Voor de **visarend** zijn in het binnendijkse gebied ten zuiden van het plangebied geen potentiële rustlocaties in de vorm van opgaande begroeiing aanwezig. Hier is ook geen open water aanwezig dat kan functioneren als potentieel foerageergebied. Door de afwezigheid van binnendijkse waterrijke gebiedsdelen wordt voor de **slechtvalk** verondersteld dat er vrij lage concentraties aan potentiële prooidieren aanwezig zijn in (de omgeving van) het plangebied. Op basis van afwezigheid van belangrijke potentiële foerageergebieden in het binnendijkse gebied ten zuiden van het plangebied (en in het plangebied zelf) zijn frequente vliegpassages over het plangebied voor de visarend en de slechtvalk uitgesloten. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Steltlopers

Van alle steltlopersoorten waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied zijn aangewezen hebben, vanwege de afwezigheid van geschikt foerageerbiotoop en de afstand tot het plangebied, alleen de **goudplevier**, **kievit** en **wulp** vanuit het Natura 2000-gebieden Haringvliet en/of Grevelingen mogelijk een relatie met het plangebied. Deze drie soorten kunnen buiten het broedseizoen in het agrarische gebied in het binnenland rusten en/of foerageren. Zo ook in (de omgeving van) het plangebied van Windpark Kroningswind. In voorliggende rapportage wordt daarom wel nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van Windpark Kroningswind op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogelsoorten waarvoor de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen (zie tabel 4.1). Voor de overige soorten steltlopers geldt dat vanwege de afwezigheid van potentieel foerageer- en rustgebied en/of de grote afstand tot het plangebied deze soorten geen relatie hebben met het plangebied (tabel 4.1). Vliegbewegingen door het windpark vinden hooguit incidenteel plaats. Een effect van de bouw en het gebruik van het windpark op deze soorten is op voorhand met zekerheid uitgesloten. Deze worden verder buiten beschouwing gelaten.

Meeuwen en sterns

De Voordelta is aangewezen voor **dwergmeeuw**, **grote stern** en **visdief**. Buiten het broedseizoen fungeert de Voordelta voor deze soorten met name als foerageergebied. De soorten zijn gebonden aan het open water en de kust. Alleen de visdief komt zo nu en dan mogelijk wat verder het binnenland in. Gezien de afstand tot het plangebied zullen vogels uit de Voordelta hooguit incidenteel over het plangebied vliegen. Deze soorten worden verder (als niet-broedvogel) buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Samenvatting
In tabel 4.1 is een overzicht weergegeven van de soorten niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied die mogelijk een relatie hebben met het plangebied. In deze rapportage zullen alleen deze soorten in relatie tot deze Natura 2000-gebieden verder in beschouwing worden genomen (zie hoofdstuk 6 en volgende).

4.2.5 Synthese afbakening

In voorgaande paragrafen is beschreven welke soorten, waarvoor de Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Voordelta en Voornes Duin zijn aangewezen, mogelijk een verstorend effect (inclusief sterfte) ondervinden van Windpark Kroningswind. In tabel 4.1 is een volledig overzicht opgenomen van de instandhoudingsdoelstellingen van voornoemde Natura 2000-gebieden en is weergegeven voor welke soorten de effecten in deze natuurtoets nader bepaald en beoordeeld worden (oranje gearceerd in tabel 4.1). Voor de overige soorten en alle beschermde habitattypen (groen gearceerd in tabel 4.1) is in voorgaande alinea's beargumenteerd waarom effecten (verstoring of verslechtering) van Windpark Kroningswind op voorhand met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Deze soorten en habitattypen zullen in de verdere effectbepaling en -beoordeling dan ook buiten beschouwing worden gelaten.

4.3 Natuurnetwerk Nederland en overige gebieden

4.3.1 Natuurnetwerk Nederland

Het plangebied van Windpark Kroningswind maakt geen deel uit van het Natuurnetwerk Nederland, met uitzondering van het deelgebied Blok De Wit in de Zuiderdieppolder. In de directe omgeving buiten het plangebied liggen meerdere gebieden die wel deel uitmaken van het Natuurnetwerk Nederland (bijvoorbeeld Plaat van Scheelhoek). Voor het NNN in de provincie Zuid-Holland geldt geen externe werking. Daarom zijn effecten op deze gebieden op voorhand uit te sluiten. In hoofdstuk 13 is nagegaan welke doelstellingen effecten kunnen ondervinden van de geplande windturbines, zodat dit in het MER bij de afweging van de alternatieven betrokken kan worden.

4.3.2 Provinciaal beleidsmatig beschermde gebieden

De dijken langs de Halsweg, Oude Dijk en Kraaijenissedijk, zijn in het Natuurbeheerplan aangewezen als 'bloemdijk' (beheertype N12.01). Geen van de turbinelocaties zijn op deze dijken gepland. In hoofdstuk 13 worden de effecten op deze dijken benoemd en beoordeeld.

Tabel 4.1 Afpeltabel waarin is weergegeven of de habitattypen en soorten, waarvoor Natura 2000-gebieden nabij het plangebied zijn aangewezen, een relatie hebben met het plangebied. Zo ja, dan worden in deze natuurtoets de effecten van Windpark Kroningswind op deze habitattypen en soorten nader onderzocht en beoordeeld.

Zie tabel volgende pagina.

Instandhoudingsdoelstelling		Haringvliet (>25 m)	Grevelingen (>2,5 km)	Voornes Duin (>2,5 km)	Voordelta (>3 km)	Duinen Goeree & Kwade Hoek (> 3,5 km)
Habitattypen						
H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzee-kustzone)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1320	Slijkgraslanden	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
H2110	Embryonale duinen	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2120	Witte duinen	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2160	Duindoornstruwelen	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2170	Kruipwilgstruwelen	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2180A	Duinbossen (droog)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2180B	Duinbossen (vochtig)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	nvt	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H3270	Slikkige rivieroevers	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H6430C	Ruigten en zomen (droge bosranden)	nvt	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H91E0A	Vochtige alluviale bossen (zachthoutooibossen)	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
Habitatsoorten						
H1014	Nauwe korfslak	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1095	Zeeprik	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1099	Rivierprik	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1102	Elft	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1103	Fint	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1106	Zalm	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H1134	Bittervoorn	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H1163	Rivierdonderpad	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H1340	Noordse woelmuis	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1364	Grijze zeehond	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1365	Gewone zeehond	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1903	Groenknolorchis	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
Broedvogels						
A008	Geoorde fuut	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A017	Aalscholver	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A026	Kleine Zilverreiger	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A034	Lepelaar	nvt	nvt	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt
A081	Bruine Kiekendief	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A132	Kluut	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A137	Bontbekplevier	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A138	Strandplevier	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A176	Zwartkopmeeuw	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt	nvt
A191	Grote stern	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A193	Visdief	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A195	Dwergstern	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A272	Blauwborst	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A295	Rietzanger	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
Niet-broedvogels						
A001	Roodkeelduiker	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A004	Dodaars	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A005	Fuut	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A007	Kuifduiker	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A008	Geoorde fuut	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A017	Aalscholver	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A026	Kleine Zilverreiger	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A034	Lepelaar	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A037	Kleine Zwaan	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A041	Kolgans	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A042	Dwerggans	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A043	Grauwe Gans	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A045	Brandgans	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A046	Rotgans	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A048	Bergeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A050	Smient	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A051	Krakeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A052	Wintertaling	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A053	Wilde eend	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A054	Pijlstaart	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A056	Slobeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A061	Kuifeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A062	Toppereend	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A063	Eider	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A065	Zwarte zee-eend	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A067	Brilduiker	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A069	Middelste Zaagbek	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A094	Visarend	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A103	Slechtvalk	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A125	Meerkoet	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A130	Scholekster	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A132	Kluut	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A137	Bontbekplevier	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A138	Strandplevier	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A140	Goudplevier	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A141	Zilverplevier	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A142	Kievit	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt	nvt
A144	Drieteenstrandloper	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A149	Bonte strandloper	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A156	Grutto	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A157	Rosse grutto	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A160	Wulp	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A162	Tureluur	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A169	Steenloper	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A177	Dwergmeeuw	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A191	Grote stern	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A193	Visdief	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt

5 Methoden en bronmateriaal

5.1 Methode van effecten bepalen (vogels)

Windpark Kroningswind kan met name effect hebben op vogels die gedurende enige fase van hun levenscyclus in de omgeving van het plangebied verblijven (zie bijlage 3 voor een algemeen overzicht van de effecten van windturbines op vogels). Daarmee kan het windpark ook effect hebben op vogels die een deel van hun tijd in Natura 2000-gebieden doorbrengen. Voorafgaande aan de bepaling van de effecten in hoofdstuk 9 is een overzicht gepresenteerd van het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van relevante vogelsoorten in de omgeving van het windpark (hoofdstuk 6).

In de effectbepaling in hoofdstuk 9 zijn de volgende zaken opgenomen:

- De aantallen aanvaringsslachtoffers;
- De verstorende effecten van windturbines op lokaal rustende en foeragerende vogels;
- De mogelijke barrièrewerking van de opstelling voor passerende vogels.

De aantallen slachtoffers en de mate van verstoring en barrièrewerking zijn zo veel mogelijk (en voor zover relevant) per soort gekwantificeerd.

5.1.1 Aanvaringsslachtoffers

Voor de bepaling van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van bestaande kennis over slachtofferaantallen bij windparken in Nederland, België, Duitsland en andere (West-) Europese landen (Winkelman 1989, 1992, Musters *et al.* 1996, Baptist 2005, Schaut *et al.* 2008, Everaert 2008, Krijgsveld *et al.* 2009, Krijgsveld & Beuker 2009, Beuker & Lensink 2010, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011, Verbeek *et al.* 2012, Klop & Brenninkmeijer 2014, Langgemach & Dürr 2015). In deze studies is gecorrigeerd voor factoren zoals zoekefficiëntie, verdwijnen van lijken door aaseters, het aantal zoekdagen en type zoekgebied. Op basis van deze kennis, gecombineerd met kennis van de vliegactiviteit van soorten in het plangebied, is op basis van deskundigenoordeel het toekomstige aantal slachtoffers in Windpark Kroningswind bepaald.

Voor sommige soort(groep)en is uit onderzoek in bestaande windparken een aanvaringskans beschikbaar. Voor deze soorten kan het aantal aanvaringsslachtoffers berekend worden met behulp van het Flux-Collision Model. De aanvaringskansen (kans dat een langs vliegende vogel botst met een windturbine) zijn gebaseerd op studies in Windpark Wieringermeer, Windpark Sabinapolder, Windpark Oosterbierum, Windpark Slufter en in België (Winkelman 1992, Everaert 2008, Fijn *et al.* 2012, Verbeek *et al.* 2012, Prinsen *et al*. 2013). De aantallen slachtoffers uit deze studies zijn te vertalen naar nieuw geplande windparken, indien rekening gehouden wordt met de windturbineomvang (ashoogte, rotordiameter), windturbineconfiguratie, locatie (landschapstype), vogelaanbod (flux) en betrokken soorten. Deze factoren zijn geformaliseerd in een berekeningswijze die soort(groep)specifiek is en waarvoor

kennis over het vogelaanbod (flux) noodzakelijk is (Flux-Collision Model; versie maart 2016, zie bijlage 6 voor details). De uitkomst van de berekeningen wordt bepaald door de combinatie van de dimensies van het windpark en de eigenschappen en het gedrag van de desbetreffende vogelsoort. Voor Windpark Kroningswind zijn zulke slachtofferberekeningen uitgevoerd voor kleine zwaan, brandgans, kolgans, grauwe gans, smient, wilde eend, zwartkopmeeuw, goudplevier en kievit (in het kader van Wnb gebiedenbescherming, zie hoofdstuk 4). Aanvullend zijn in het kader van de Wnb soortenbescherming slachtofferberekeningen uitgevoerd voor de soorten kokmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw.

Voor soort(groep)en waarvoor geen aanvaringskans beschikbaar is, kunnen geen modelberekeningen met het Flux-Collision Model worden uitgevoerd. Voorbeelden van soortgroepen waarvoor dit geldt zijn roofvogels en reigerachtigen. Voor soorten uit deze soortgroepen is een inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers te maken op basis van informatie over 1) aantallen vliegbewegingen over het plangebied, 2) vlieggedrag en 3) aantallen slachtoffers gevonden in slachtofferonderzoeken in Europa. In voorliggende natuurtoets voor Windpark Kroningswind is deze aanpak gevolgd voor bruine kiekendief en lepelaar.

De berekeningen zijn deels gebaseerd op aannames omdat op sommige punten gedetailleerde en locatie-specifieke informatie van betrokken soorten niet voorhanden is. Deze aannames zijn altijd op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst. Dit geldt voor het aantal vogels dat bij het windpark rondvliegt, uitwijkt voor het windpark, en de berekende 1%-mortaliteitsnorm (zie toelichting hieronder bij flux, macro-uitwijking en 1%-mortaliteitsnorm).

Aanvaringskans

Zwanen en ganzen worden zelden als aanvaringsslachtoffer gevonden vanwege hun kleine aanvaringskans (Hötker *et al.* 2006, Fijn *et al.* 2007, Fijn *et al.* 2012, Verbeek *et al.* 2012). Fijn *et al.* (2007) vonden bij twee windparken in de Wieringermeer geen aanvaringsslachtoffers onder kleine zwanen en toendrarietganzen, ondanks de dagelijkse aanwezigheid van vele honderden, respectievelijk enkele duizenden vogels nabij de windparken. Voor de kleine zwaan en voor de ganzen is een aanvaringskans gehanteerd (tabel 5.1) die is vastgesteld in Windpark Wieringermeer (Fijn *et al*. 2012) respectievelijk Windpark Sabinapolder (Verbeek *et al.* 2012). Dat laatste windpark staat net als Windpark Kroningswind nabij een groot waterlichaam en werd ook in de ochtend- en avondschemering gepasseerd door ganzen onderweg van en naar de slaapplaatsen op het open water.

Voor de smient, wilde eend, kievit en goudplevier is een aanvaringskans gehanteerd (tabel 5.1) die voor eenden respectievelijk steltlopers is vastgesteld in Windpark Oosterbierum (cf. methode Lensink & van Straalen 2016; Winkelman 1992). Dat windpark werd in de ochtend- en avondschemering gepasseerd door eenden die onderweg zijn van en naar de slaapplaatsen op het open water en door 's nachts foeragerende kieviten en goudplevieren.

Het onderzoek in de Sep-proefwindcentrale in Oosterbierum (Winkelman 1992) is tot nu toe het enige onderzoek waarin aanvaringskansen voor eenden en steltlopers zijn bepaald. Winkelman (1992) heeft de aanvaringskans op verschillende manieren berekend, uitgaande van uiteenlopende fluxen en verschillende, al dan niet gecorrigeerde, aantallen aanvaringsslachtoffers. De gehanteerde aanvaringskans van 0,04% voor eenden en 0,02% voor steltlopers is door Winkelman (1992) berekend op basis van het maximale werkelijke (oftewel gecorrigeerde) aantal aanvarings-slachtoffers. Dit is berekend op basis van de zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. De flux die Winkelman (1992) heeft gebruikt voor de berekening van deze aanvaringskans, betreft het minimale aantal geschatte vliegbewegingen door (of net over) het windpark in de namiddag/avond, nacht en ochtend. Dit betreft waarschijnlijk een onderschatting van de werkelijke flux, omdat de fluxen in het onderzoek van Winkelman (1992) veelal visueel/auditief zijn gemeten, waardoor mogelijk vogels zijn gemist. De belangrijkste redenen voor het hanteren van specifiek deze aanvaringskansen zijn: 1) Omdat de aanvaringskansen berekend zijn op basis van het maximale werkelijke aantal slachtoffers, waarin ook de mogelijke aanvarings-slachtoffers zijn meegenomen, betreft de aanvaringskans met zekerheid een *worst case scenario*, 2) De flux waarop de aanvaringskansen zijn gebaseerd (vliegbewegingen in de avond, nacht en ochtend) komt het best overeen met de manier waarop de flux over het algemeen in de slachtofferberekeningen voor de te beoordelen windparken wordt bepaald.

Tabel 5.1 Aanvaringskansen, flux richting windpark (totaal aantal vliegbewegingen per winterhalfjaar), percentage macro-uitwijking (voor het gehele windpark) en verdeling van de flux over de westelijke en oostelijke helft van het plangebied zoals gehanteerd voor de verschillende vogelsoorten in de slachtofferberekeningen. 1 = Verbeek et al. (2012); 2 = Winkelman (1992); 3 = Fijn et al. (2012), 4= Prinsen et al. (2013), 5= Everaert (2008).

soort	aanvaringskans (%)	flux per seizoen (n vluchten)	macro-uitwijken (%)	Verdeling flux (W/O)
kleine zwaan	0,040[3]	1.200	85 of 70	100:0
brandgans	0,0008[1]	724.000	85 of 70	75:25
kolgans	0,0008[1]	216.000	85 of 70	50:50
grauwe gans	0,0008[1]	226.500	85 of 70	60:40
smient	0,040[2]	30.200	70	50:50
wilde eend	0,040[2]	54.600	70	50:50
goudplevier	0,040[2]	73.200	70	50:50
kievit	0,040[2]	289.600	70	50:50
zwartkopmeeuw	0,00011[1, 4, 5]	8.560	18	50:50
kokmeeuw	0,00011[1, 4, 5]	244.000	18	50:50
kleine mantelmw	0,000079[1, 4]	24.400	18	50:50
zilvermeeuw	0,00067[1, 4, 5]	9.760	18	50:50

Voor de kleine mantelmeeuw is een gemiddelde aanvaringskans gehanteerd (tabel 5.1) vastgesteld in twee windparken op de Eerste Maasvlakte (Prinsen *et al*. 2013) en in Windpark Sabinapolder (Verbeek *et al*. 2012). Het in dit rapport gepresenteerde

aantal aanvaringsslachtoffers betreft het gemiddelde van de drie uitkomsten berekend met de aanvaringskansen uit deze drie referentiewindparken. De afzonderlijke windparken tellen even zwaar mee in de berekening van het gemiddelde. Voor de zwartkopmeeuw, kokmeeuw en zilvermeeuw geldt hetzelfde, maar zijn ook gegevens gebruikt uit twee referentie windparken in België (Windpark Boudewijnkanaal en Windpark Kleine Pathoekseweg; Everaert 2008).

Flux broedvogels

In de nabijheid van het plangebied bevinden zich geen grote kolonies van lepelaar, sterns en steltlopersoorten (zie Smits *et al.* 2016 en hoofdstuk 6). Zwartkopmeeuw en lepelaar vliegen wel zo nu en dan in en over het plangebied. Deze vogels kunnen afkomstig zijn uit kolonies in een Natura 2000-gebied. Daarnaast is in het broedseizoen sprake van veel vliegbewegingen van kokmeeuw over het plangebied en in mindere mate kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw.

De fluxen van de broedvogels zijn gebaseerd op het veldonderzoek naar vliegbewegingen van kolonievogels over het plangebied (zie hoofdstuk 6) en jaarrapporten van kustbroedvogels in de Delta (Strucker *et al*. in serie). Voor de zwartkopmeeuw is bijvoorbeeld aangenomen dat 40 volwassen vogels tijdens het broedseizoen (half april tot eind juli) dagelijks door het windpark vliegen (zie ook hoofdstuk 6). Voor de lepelaar zijn dat 15 vogels per dag in de periode half april tot half juli.

Het plangebied wordt niet of nauwelijks gebruikt door andere broedvogelsoorten waarvoor de omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen en die ook uit die gebieden afkomstig zijn (zie hoofdstuk 4 en 6). Op basis hiervan is uitgesloten dat het plangebied door meer dan een verwaarloosbaar deel van de betrokken populaties dagelijks gebruikt zal worden als vliegroute.

Flux niet-broedvogels

Voor de berekening van de flux van kwalificerende niet-broedvogels (kleine zwaan, brandgans, kolgans, grauwe gans, smient, wilde eend, goudplevier en kievit) is uitgegaan van gegevens over verspreiding en aantallen in (de omgeving van) het plangebied en hun vlieggedrag (zie ook hoofdstuk 6). Op basis van radaronderzoek naar vliegpatronen in het plangebied is bepaald uit welke telgebieden vogels mogelijk de windturbines in de verschillende alternatieven kruisen tijdens hun dagelijkse pendelvluchten tussen slaapplaatsen en foerageergebieden. Voor de aantallen in de flux is gebruik gemaakt van de getelde aantallen aanwezige vogels in de nabijgelegen watervogelmonitoringgebieden (gegevens provincie Zuid-Holland). Hiervan is, als worst case, telkens het gemiddelde seizoensmaximum over de periode 2011/12-2015/16 gebruikt om de dagelijkse flux (intensiteit vliegbewegingen) door de betreffende opstelling te bepalen. Hierbij is rekening gehouden met het seizoensverloop van elke soort (zie Sovon.nl) en is aangenomen dat de aantallen in de periode van aanwezigheid tweemaal daags tussen slaapplaats en foerageergebied pendelen. Naar rato van lengte en positie van de windturbineopstelling (opgedeeld in

deelparken waar nodig) ten opzichte van de ingeschatte breedte van de vliegbaan van de vogels, zijn de aantallen als aanbod opgevoerd in de slachtofferberekening (tabel 5.1). Hierbij is nadrukkelijk rekening gehouden met vliegpatronen waargenomen in het veld tijdens het radaronderzoek en afgeleid van de ligging van de slaapplaatsen ten opzichte van de watervogeltelgebieden. Bijvoorbeeld, voor brandganzen is de flux grotendeels (75%) toegekend aan het westelijke deel van het plangebied en is voor de oostelijke helft van het windpark in alle alternatieven een kleinere flux (25%) gehanteerd. Voor kolgans is deze verdeling bijvoorbeeld 50:50 (tabel 5.1).

Macro-uitwijking

Voor kleine zwaan en ganzen is aangenomen dat 85% van de vogels uit zal wijken voor het windpark wanneer tussen de lijnopstellingen voldoende ruimte bestaat om ongehinderd van een dergelijk 'gat' gebruik te maken. Wanneer sprake is van een lange lijnopstelling (bijvoorbeeld in alternatief A1 langs de dijk) is een lager uitwijkpercentage van 70% gehanteerd (tabel 5.1). Deze waarden komen overeen met uitwijkpercentages (80-98%) die zijn gemeten voor een divers aantal soorten, waaronder ganzen (o.a. Plonczkier & Simms 2012, Dirksen *et al.* 2007, Fijn *et al.* 2007, Fernley *et al.* 2006, Poot *et al.* 2001, Tulp *et al.* 1999). Voor eenden en steltlopers is een uitwijking van 70% aangehouden. Dit laatste is 'worst case' ten opzichte van de hiervoor verzamelde resultaten ten aanzien van andere soort(groep)en in bestaande windparken. Voor zwartkopmeeuw is een geringe uitwijking aangehouden; zowel in windparken op zee (Krijgsveld *et al*. 2011) als in windparken op de Eerste Maasvlakte (Prinsen *et al*. 2013) vertoonden grote en kleine meeuwen nauwelijks uitwijking en vlogen ze veelal door het windpark heen. In deze natuurtoets is de 18% overgenomen die empirisch door Krijgsveld *et al.* (2011) voor meeuwen in een uitgebreide meerjarige studie naar het effect van de windturbines op zee op (o.a.) vogels is vastgesteld.

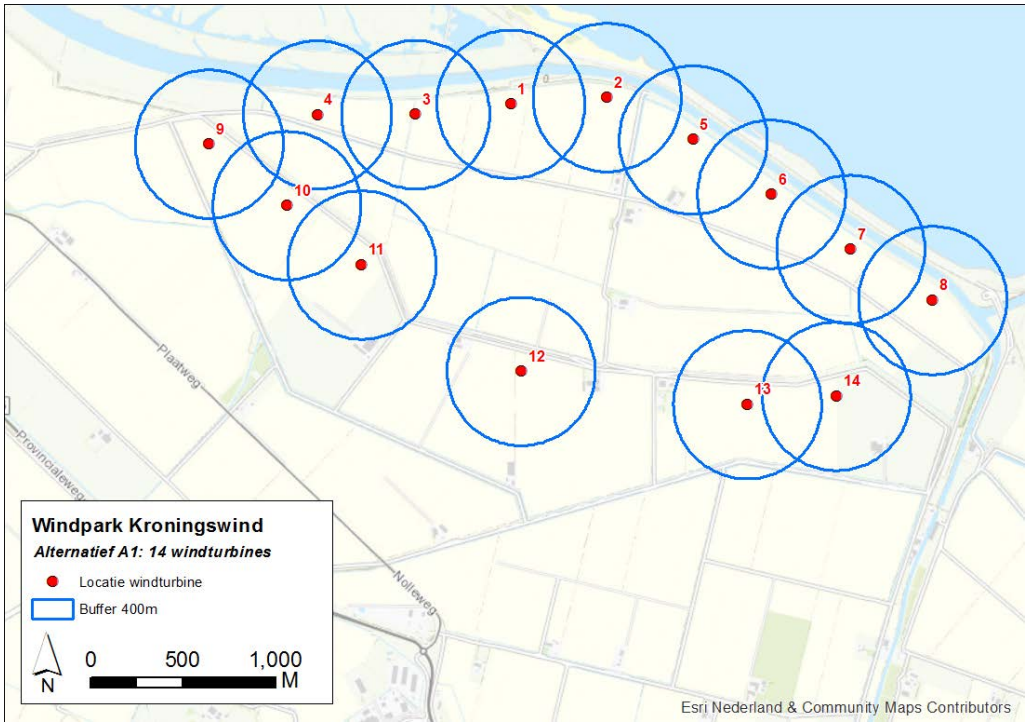
5.1.2 Verstoring

Verstoring van vogels kan zowel in de aanlegfase als in de gebruiksfase van Windpark Kroningswind plaatsvinden. De mate van verstoring is dan ook afzonderlijk voor zowel de aanlegfase als de gebruiksfase bepaald. Wanneer in deze rapportage over verstoring in de gebruiksfase wordt gesproken, wordt de totale verstorende werking van de windturbines op vogels bedoeld, die wordt veroorzaakt door de combinatie van geluid, beweging (ook door onderhoudsmedewerkers), slagschaduw en de fysieke aanwezigheid van een hoog opgaand element in een open landschap.

De verstorende werking van windturbines voor vogels verschilt tussen soortgroepen en varieert van enkele tientallen tot honderden meters (zie bijlage 3 en Hötker *et al*. 2006). In de soortspecifieke beoordeling van de verstoring is hier rekening mee gehouden en is gewerkt met een voor de desbetreffende soort toepasselijke verstoringsafstand (tabel 5.2). Schekkerman *et al*. (2003) vonden geen evenredig grotere verschillen in verstoringsafstand tussen kleine en grotere windturbines, zodat genoemde verstoringsafstanden als representatief worden beschouwd voor de te toetsen situatie.

Verstoring van kwalificerende *broedvogelsoorten* (veelal 50 m of minder, maximaal 200 m, zie bijlage 3) is niet in beschouwing genomen, omdat binnen deze afstand van de windturbines geen of nauwelijks geschikt broedhabitat aanwezig is en verstorings-effecten op kwalificerende broedvogels dus op voorhand kunnen worden uitgesloten.

Figuur 5.1 geeft de maximale verstoringscontour van 400 m voor *niet-broedvogels* rondom de geplande windturbines van alternatief A1 van Windpark Kroningswind weer. Vanwege de plaatsing van windturbines direct langs de dijk kennen alternatief A1, A2 en C1 van alle alternatieven de grootste verstoring richting het Natura 2000-gebied Haringvliet. De redenering voor alternatief A1 is hier als voorbeeld gepresenteerd maar dus ook geldig voor alternatieven A2 en C1.



Figuur 5.1 Maximale verstoringscontour van 400 m rondom de geplande windturbines van alternatief A1 van Windpark Kroningspolder. Alternatief A1 is als voorbeeld in de tekst uitgewerkt omdat deze van de onderzochte alternatieven de grootste verstoring richting het Natura 2000-gebied Haringvliet kent.

Het plangebied wordt mogelijk benut door de soorten die genoemd zijn in tabel 4.1. Voor deze soorten worden effecten van verstoring besproken op de foerageerfunctie. Daarnaast is er onder de niet-broedvogelsoorten een flink aantal soorten die gebruik maken van het buitendijkse gebied als rust- en/of slaapplaats. Van deze soorten is er echter een beperkt aantal soorten dat een verstoringsafstand kent van meer dan 200 meter (tabel 5.2). Het gaat daarbij om de lepelaar, kleine zwaan en diverse soorten ganzen die het gebied ook als rust- en slaapplaats benutten. Voor deze niet-broedvogelsoorten worden de effecten van verstoring van het buitendijkse gebied bepaald voor de rust- en slaapfuncties. Voor de overige niet-broedvogelsoorten met

een instandhoudingsdoelstelling kunnen effecten van verstoring, vanwege de geringe verstoringsafstand (tabel 5.2), op voorhand worden uitgesloten.

Verstoring kan resulteren in een afname van het totale areaal aan potentieel beschikbaar leefgebied en daarmee de draagkracht van het gebied. Binnen de verstoringscontour worden overigens niet alle vogels verstoord, er is sprake van een gradiënt. Aangenomen is dat gemiddeld genomen 80% van de vogels binnen de contour verstoord wordt. Wanneer binnen het Natura 2000-gebied geschikt alternatief leefgebied beschikbaar is, kunnen de desbetreffende vogels uitwijken en is er geen sprake van maatgevende verstoring (de vogels verlaten immers het gebied niet).

Tabel 5.2 Soortspecifieke uitgangspunten voor berekening van aantallen vogels binnen de invloedsfeer van turbines binnendijks en/of op het Haringvliet, gebaseerd op aantallen in de huidige situatie. Zone geeft de soortspecifieke verstoringzone aan die is aangehouden gebaseerd op referenties in bijlage 3 en Hötker et al. (2006).

relevante soort	**verdeling vogels in telgebied**	**zone (m)**
fuut	gelijkmatig verdeeld op water	150
aalscholver	gelijkmatig verdeeld op water	50
lepelaar	gelijkmatig verdeeld	250
kleine zwaan	gelijkmatig verdeeld op water	400
kolgans	gelijkmatig verdeeld	400
grauwe gans	gelijkmatig verdeeld	400
brandgans	gelijkmatig verdeeld	400
bergeend	gelijkmatig verdeeld	150
smient	overdag < 100 m van dijk op water	150
krakeend	overdag < 100 m van dijk op water	150
wintertaling	overdag < 100 m van dijk op water	150
wilde eend	overdag < 100 m van dijk op water	150
pijlstaart	overdag < 100 m van dijk op water	150
slobeend	overdag < 100 m van dijk op water	150
kuifeend	overdag < 100 m van dijk op water	150
topper	gelijkmatig verdeeld op water	150
meerkoet	overdag < 100 m van dijk op water	50
kluut	gelijkmatig verdeeld	150
goudplevier	gelijkmatig verdeeld	150
kievit	gelijkmatig verdeeld	150
grutto	gelijkmatig verdeeld	150

Om het verstoringseffect van de drie geplande windturbines te bepalen, zijn voor de relevante soorten achtereenvolgens de volgende stappen doorlopen:

1. Bepalen oppervlak leefgebied waar mogelijke een verstoringseffect kan optreden;
2. Berekenen van de aantallen die in de huidige situatie aanwezig zijn, inclusief bepaling van de 20% aan exemplaren waarvan per soort wordt aangenomen dat deze binnen de verstoringscirkel niet verstoord wordt;
3. Bepalen of de vogels in de nabijheid een alternatief hebben.

Voor het bepalen van het aantal verstoorde vogels als gevolg van het plaatsen en gebruik van de turbines is voor het aangrenzende telgebied het gemiddeld seizoensmaximum over de periode 2011/12-2015/16 gebruikt (gegevens provincie Zuid-Holland). Voor enkele relevante soorten (fuut, kleine zwaan, ganzen, bergeend en steltlopers) is aangenomen dat de vogels (overdag en/of 's nachts) gelijkmatig verdeeld zijn over het telgebied, terwijl voor de zwem- en duikeenden en meerkoet is aangenomen dat deze overdag binnen 100 m van de dijk op het water rusten (tabel 5.2).

5.1.3 Barrièrewerking

Voor het bepalen van de mate waarin barrièrewerking een probleem voor vogels vormt, is gebruik gemaakt van literatuur en eigen waarnemingen uit veldonderzoek (o.a. Beuker *et al.* 2009, Fijn *et al.* 2007, 2012, Prinsen *et al*. 2013). Op grond hiervan en informatie over de dimensies van de geplande windturbineopstellingen is bepaald of vogels het windpark zullen kruisen of omvliegen, en de mate waarin dat valt te verwachten.

5.2 Methode van effecten bepalen (vleermuizen)

5.2.1 Effecten op verblijfplaatsen

Bij realisatie van een windpark moet rekening worden gehouden met effecten op verblijfplaatsen van vleermuizen (zie verder ook bijlage 4). In deze studie worden mogelijke effecten van de bouwfase beschreven op verblijfplaatsen, foerageergebieden en vliegroutes. Voor de gebruiksfase van het windpark wordt getoetst of er sprake is van mogelijke verstoring van verblijfplaatsen, foerageergebieden en vliegroutes.

5.2.2 Sterfte van vleermuizen

Voor de inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van literatuuropgaven van vergelijkbare locaties in combinatie met het onderzoek van Bureau Waardenburg (van Straalen & van der Valk 2014) en de resultaten van het onderzoek van Regelink Ecologie & Landschap in het plangebied (Nederpel *et al.* 2015). Een belangrijke referentie vormt het slachtofferonderzoek en de activiteitmetingen die zijn uitgevoerd in Windpark Herkingen op Goeree-Overflakkee (Limpens *et al.* 2013).

5.2.3 Effect op de staat van instandhouding

Het voorspelde aantal aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase wordt getoetst aan de staat van instandhouding van de relevante vleermuissoorten.

De staat van instandhouding van een populatie wordt volgens de Habitatrichtlijn als gunstig beschouwd als:

- Uit populatie dynamische gegevens blijkt dat de soort nog steeds een levensvatbare component is van de natuurlijke habitat waarin hij voorkomt, en dat vermoedelijk op langere termijn zal blijven, en;
- Het natuurlijk verspreidingsgebied van de soort niet kleiner wordt of binnen afzienbare tijd lijkt te zullen worden, en;
- Er een voldoende groot habitat bestaat en waarschijnlijk zal blijven bestaan om de populatie van de soort op lange termijn in stand te houden.

Voor de landelijke staat van instandhouding is gebruik gemaakt van het European Topic Centre on Biological Diversity, report on Article 17 of the Habitats Directive http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/. De rapportage geeft tevens de omvang van referentiepopulaties weer. Dit is te beschouwen als de minimale populatieomvang van een soort op basis van beschikbare gegevens en deskundigen oordeel. De lokale instandhouding is in de voorliggende rapportage gebaseerd op de landelijke referentiepopulatie. Bij de desbetreffende soorten is in hoofdstuk 10 weergegeven hoe deze is bepaald.

Om een eerste indicatie te krijgen van de effecten van sterfte op populaties wordt vaak het 1%-criterium (ook wel 1%-mortaliteitsnorm genoemd) gebruikt (zie kader in paragraaf hieronder). In de voorliggende rapportage zijn de berekende/geschatte aantallen aanvaringsslachtoffers gerelateerd aan de ‘lokale populatie’ en vergeleken met 1% van de natuurlijke sterfte van de lokale populatie.

5.3 Effecten beoordelen: toelichting op het begrip significantie

In het kader van de Wet natuurbescherming moet beoordeeld worden of de realisatie en het gebruik van Windpark Kroningswind op zichzelf of in samenhang met andere plannen en projecten in de omgeving, (significant) negatieve effecten kan hebben op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden.

Voor de beoordeling van effecten van plannen en projecten op de desbetreffende Natura 2000-gebieden (zie hoofdstuk 4), is gebruik gemaakt van de door het Steunpunt Natura 2000 opgestelde leidraad (Steunpunt Natura 2000, 2010). Hierin staat verwoord wanneer gesproken moet worden van significante effecten. In de leidraad staat ook vermeld hoe kan worden omgegaan met het mogelijk onbedoeld veroorzaken van sterfte van vogels door windturbines. De basis hiervoor wordt gevormd door het 1%-criterium (verder 1%-mortaliteitsnorm) van het Ornis Comité. Volgens dit criterium kan iedere tol van minder dan 1% van de totale jaarlijkse sterfte van de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als kleine hoeveelheid worden beschouwd (zie kader hieronder).

Notabene: deze 1%-mortaliteitsnorm wordt hier niet gebruikt om het begrip ‘significantie’ uit te leggen. Het wordt hier gebruikt om een ordegrootte van effecten

aan te geven waarbij zeker geen significante effecten op zullen treden, omdat de sterfte procentueel zeer laag is ten opzichte van de natuurlijke sterfte. Een veilige 'eerste zeef' dus. De Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State achtte dit een acceptabele werkwijze[5]. Een grotere sterfte dan 1% (in cumulatie met andere projecten) noodzaakt een aanvullende toetsing om te bepalen of het instandhoudings-doelstelling voor de desbetreffende soort in gevaar kan komen. Een dergelijke toetsing kan bijvoorbeeld bestaan uit het doorrekenen van de effecten (additionele sterfte) op de betrokken populatie met behulp van een populatiemodel, zoals uitgevoerd voor effecten van offshore windparken op kleine mantelmeeuwen (Lensink & van Horssen 2012).

Berekening 1%-mortaliteitsnorm
De 1%-mortaliteitsnorm is het aantal vogels dat 1% van de natuurlijke sterfte van de te toetsen populatie representeert. Deze norm is soortspecifiek aangezien de populatiegrootte en de mortaliteit (de twee variabelen die de 1%-mortaliteitsnorm bepalen) voor alle soorten anders is. De norm wordt als volgt berekend:

1%-mortaliteitsnorm (# vogels) = (natuurlijke sterfte * grootte van de te toetsen populatie) * 0,01

Voor de gegevens over de natuurlijke sterfte per soort is gebruik gemaakt van de website van de BTO (http://www.bto.org/about-birds/birdfacts). In de berekeningen is de natuurlijke sterfte van adulte vogels gebruikt, omdat hier meer over bekend is en omdat deze sterfte lager is dan die van juveniele vogels. Hierdoor valt de 1%-mortaliteitsnorm lager uit waardoor met zekerheid het worst case scenario getoetst is. Als populatiegrootte zijn recente telgegevens gebruikt, waarbij voor niet-broedvogels het aantal exemplaren wordt gebruikt en voor broedvogels het aantal paren maal twee.

5.4 Bronmateriaal

Een kwantificering van voornoemde effecten is deels mogelijk door middel van een analyse van reeds bestaande informatie. Voor informatie over de aanwezigheid en mogelijke vliegbewegingen van vogels in en over het plangebied is gebruik gemaakt van de resultaten van verschillende onderzoeken:

1) Verbeek *et al.* 2013: Ecologische verkenning Windplan Goeree-Overflakkee;
2) Janssen *et al.* 2013: PlanMER Windenergie Goeree-Overflakkee;
3) Smits *et al.* 2016: Knelpuntenanalyse windparken Goeree-Overflakkee. Dit rapport omvat de resultaten van onderzoek aan watervogels in de winter van 2014/2015 en onderzoek naar vliegbewegingen van kolonievogels in zomer 2015;
4) Meerjarige monitoringsrapportages van kustbroedvogels in de Delta (Strucker *et al.* in serie).

[5] Zie o.a. uitspraak ABRS van 1 april 2009 in zaaknr. 200801465/1/R2 en de uitspraak ABRS van 29 december 2010 in zaaknr. 200908100/1.

Ter aanvulling is gebruik gemaakt van diverse literatuurbronnen (zie hoofdstuk 15). Alle bronnen worden in de tekst vermeld. Daarnaast zijn de meest actuele telgegevens van watervogels gebruikt uit de periode 2010 - 2016 van een aantal telgebieden in (de ruime omgeving van) het plangebied, die zijn opgevraagd bij de provincie Zuid-Holland.

Per telvak en per soort zijn de watervogelgegevens bewerkt tot gemiddelde seizoensmaxima over de telseizoenen 2011/12-2015/16, met uitzondering van telseizoen 2013/14 waarvoor data ontbreken gedurende 9 maanden. Een telseizoen loopt van juli tot en met juni van het volgende jaar. Voor telvakken op het land was alleen de periode van oktober tot maart van het volgende jaar beschikbaar.

Ten behoeve van het onderdeel soortbescherming in voorliggende natuurtoets is daarnaast data van de NDFF voor alle beschermde en Rode Lijst-soorten gebruikt voor de periode 2007-2017 (opgehaald op 27 juli 2017). De detailgegevens uit de NDFF zijn met toestemming van BIJ12 in dit rapport opgenomen. Het gebruik ervan voor andere toepassingen dan deze studie is niet toegestaan. De toetsing is tevens opgesteld op basis van een quickscan veldbezoek gericht op beschermde soorten (6 juli 2017).

Voor het NNN is tenslotte gebruik gemaakt van de beleidsregels zoals opgesteld door de provincie Zuid-Holland.

De berekeningen in dit rapport, bijvoorbeeld van het potentieel aantal aanvarings-slachtoffers, zijn gedeeltelijk gebaseerd op aannames omdat voor veel soorten gedetailleerde en locatiespecifieke informatie over bijvoorbeeld het aantal vlieg-bewegingen en vlieggedrag van betrokken soorten niet in voldoende detail voorhanden was. Deze aannames zijn altijd op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst. In voorgaande paragraaf 5.1 is beschreven welke aannames zijn gedaan en op welke manier met *worst case scenario's* rekening is gehouden.

6 Vogels in en nabij het plangebied

6.1 Broedvogels

6.1.1 Broedvogels in het plangebied

Akker- en weidevogels
Het plangebied bestaat uit grootschalige akkerbouw. In dit landschap komen vooral typische akkervogels tot broeden, zoals scholekster, kievit, gele kwikstaart, veldleeuwerik en graspieper (circa 4-10 broedparen per soort in het atlasblok (5*5 km^2) waarin plangebied ligt, bron: Vogelatlas.nl). Weidevogels als grutto en wulp zijn hier zeldzaam of afwezig (Vogelatlas.nl).

Broedvogels van de Rode Lijst
In en nabij het plangebied komt een aantal broedvogelsoorten van de Nederlandse Rode Lijst voor. In de bebouwing en op de erven in het plangebied komen boeren- en huiszwaluw, grauwe vliegenvanger, huis- en ringmus en kerkuil voor (Vogelatlas.nl, data NDFF). Op de akkers en graslanden broeden gele kwikstaart, graspieper, grutto, kneu en/of veldleeuwerik. In de bomenlanen kunnen boomvalk, groene specht en ransuil broeden en in het struweel aan de rand van het plangebied de koekoek (data NDFF). Bij alle genoemde vogelsoorten gaat het om lage dichtheden.

Jaarrrond beschermde nesten
In het plangebied kunnen ook vogels voorkomen waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn[6]. Enkele hiervan behoren tot de voornoemde Rode Lijst soorten (huismus, kerkuil, boomvalk en ransuil). Naast deze soorten kunnen binnen het plangebied nesten aanwezig zijn van buizerd, waarbij het zal gaan om slechts enkele broedparen (Vogelatlas.nl, data NDFF).

6.1.2 Broedvogels uit Natura 2000-gebieden in relatie tot het plangebied

Kolonievogels
Aalscholver, lepelaar, reigers
In de omgeving van het plangebied broeden aalscholvers, lepelaars en kleine zilverreigers in het Quackjeswater (tabel 6.1 en figuur 6.1). Nabij de vooroever van de Plaat van Scheelhoek en langs het Zuiderdiep zijn foeragerende aalscholvers, lepelaars en reigers vastgesteld. Meestal ging het om solitaire vogels of kleine groepjes.

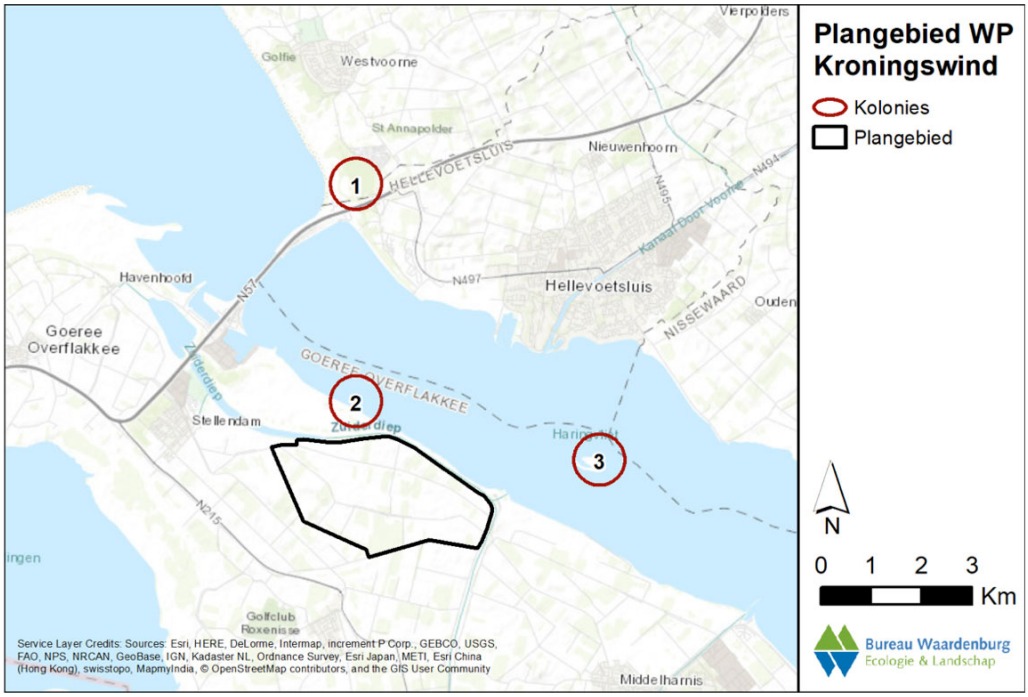
Over het plangebied en directe omgeving vinden dagelijks vliegbewegingen van enkele tientallen aalscholvers, lepelaars en blauwe reigers plaats (tabellen 6.2 en 6.3 en figuur 6.2) (Smits *et al*. 2016). Lepelaars en aalscholvers die het plangebied passeerden, vlogen vrijwel zonder uitzondering van noordelijke richting naar

[6] Op grond van door het Ministerie van LNV (2009) verstrekte handleidingen worden nesten van de volgende soorten als jaarrond beschouwd: boomvalk, buizerd, gierzwaluw, grote gele kwikstaart, havik, huismus, kerkuil, oehoe, ooievaar, ransuil, roek, slechtvalk, sperwer, steenuil, wespendief en zwarte wouw.

zuid/zuidwest of andersom (figuur 6.2 voor lepelaar). Blauwe reigers vlogen allen in zuidelijke of zuidoostelijke richtingen, het betrof vooral onvolwassen vogels. Gezien de vliegrichting waren de aalscholvers en lepelaars vooral afkomstig van de kolonie in het Quackjeswater in Natura 2000-gebied Voornes Duin en op weg naar foerageergebieden op of nabij de Slikken van Flakkee.

Tabel 6.1 Het aantal broedparen van een selectie van kolonievogels in de ruime omgeving van het plangebied in 2012 (aalscholver), 2014 (meeuwen, sterns, reigers) en 2015 (lepelaar - Boele et al. 2015, Strucker et al. 2015, van Rijn 2014, pers. med. dhr Hoekstein 2015, sovon.nl). Getallen achter de kolonienaam verwijzen naar nummers in figuur 6.1 (Smits et al. 2016).

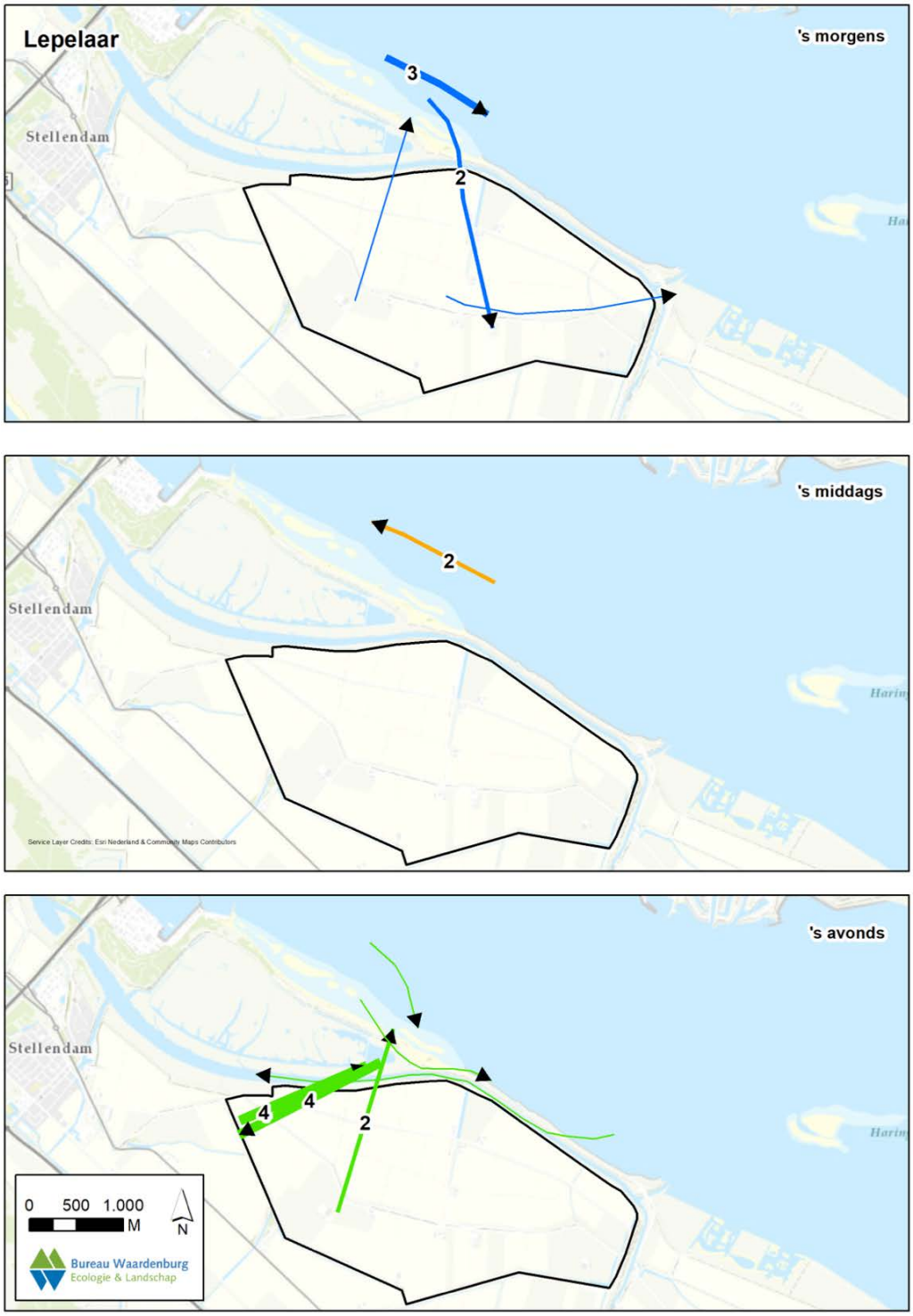
Kolonie	**Soorten en inschatting ordegrootte**
Maasvlakte	kokmeeuw (975), zwartkopmeeuw (2), stormmeeuw (126), kleine mantelmeeuw (20.216), zilvermeeuw (3.033), visdief (893) en dwergstern (135)
Quackjeswater, Voornes Duin (1)	aalscholver (145), lepelaar (214), kleine zilverreiger (10)
Vooroever Plaat van Scheelhoek (2)	kokmeeuw (747), zwartkopmeeuw (14), visdief (867), dwergstern (46)
Slijkplaat (3)	kokmeeuw (4.191), zwartkopmeeuw (219), kleine mantelmeeuw (445), zilvermeeuw (15), visdief (114) en grote stern (3.089)



Figuur 6.1 Ligging van kolonies van aalscholvers, lepelaars, meeuwen en sterns rond Goeree-Overflakkee (Smits et al. 2016).

De vlieghoogte van de lepelaars vond voor bijna 90% plaats beneden de 40 meter (zie tabel 6.4). De meeste lepelaars passeerden in de vroege ochtend en de late middag aan de westzijde van het plangebied (figuren 6.2 en 6.3). Aalscholvers (bijna 90%) en

reigers (100%) vlogen eveneens vooral beneden de 40 meter (tabel 6.4). Passage van aalscholvers en blauwe reigers vond vooral plaats door het midden van het plangebied.



Figuur 6.2 Vliegbewegingen van lepelaars over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).

Tabel 6.2 Aantal vogels per waarneemperiode vliegend waargenomen over het plangebied (Smits et al. 2016).

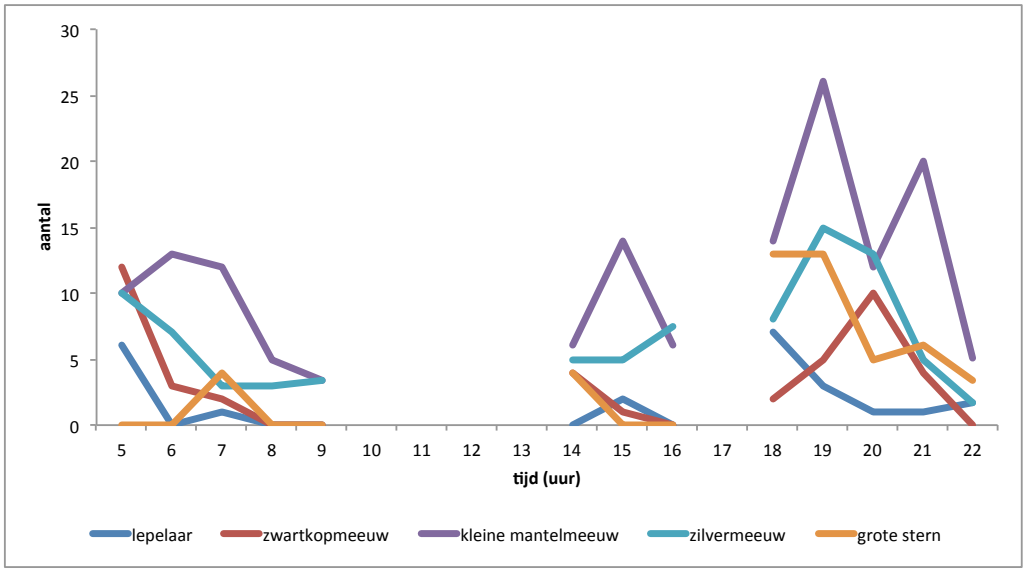
soort	ochtend	middag	avond	totaal
fuut	1	0	0	1
aalscholver	12	4	2	18
kleine zilverreiger	0	1	0	1
grote zilverreiger	0	0	1	1
blauwe reiger	9	0	6	15
lepelaar	7	2	13	22
brandgans	0	0	300	300
bergeend	12	0	0	12
tafeleend	0	1	0	1
middelste zaagbek	3	5	6	14
bruine kiekendief	9	6	9	24
buizerd	5	3	10	18
slechtvalk	0	0	1	1
kievit	13	0	50	63
scholekster	4	9	2	15
tureluur	1	0	0	1
grutto	0	8	44	52
wulp	0	0	32	32
kokmeeuw	438	304	1.592	2.334
zwartkopmeeuw	17	5	21	43
stormmeeuw	11	2	4	17
geelpootmeeuw	0	1	0	1
grote mantelmeeuw	7	2	2	11
kleine mantelmeeuw	42	24	75	141
pontische meeuw	0	1	0	1
zilvermeeuw	25	15	42	82
grote stern	4	4	39	47
dwergstern	0	1	1	2
visdief	12	0	16	28
gierzwaluw	0	0	2.000	2.000
kauw	0	0	300	300
zwarte kraai	0	0	46	46
totaal	632	398	4.614	5.644

Tabel 6.3 Schatting van de ordegrootte van kolonievogels dat gedurende het broedseizoen dagelijks het plangebied passeert. De schatting is gebaseerd op de in 2015 getelde aantallen in vogels geëxtrapoleerd naar de gehele dag (dus heen en weer).

soorten	ordegrootte vliegbewegingen	soorten	ordegrootte vliegbewegingen
aalscholver	10-20	stormmeeuw	10-20
lepelaar	10-20	kleine mantelmeeuw	100-300
kleine zilverreiger	1-5	zilvermeeuw	50-100
blauwe reiger	10-20	visdief	20-50
kokmeeuw	1.000-3.000	dwergstern	1-5
zwartkopmeeuw	20-50	grote stern	20-50

Tabel 6.4 *Vlieghoogte van kolonievogels over het plangebied. Weergegeven is het percentage vogels per hoogtecategorie in meters. Indien het totaal bij elkaar opgeteld meer dan 100% bedraagt dan komt dat door afronding van getallen (Smits et al. 2016).*

soort	1-20	20-40	40-100	100-160	>160
aalscholver	78	11	11	0	0
blauwe reiger	93	7	0	0	0
lepelaar	32	55	14	0	0
kokmeeuw	92	4	2	2	0
zwartkopmeeuw	98	0	2	0	0
zilvermeeuw	80	11	9	0	0
kleine mantelmeeuw	84	10	6	0	0
grote stern	70	23	6	0	0



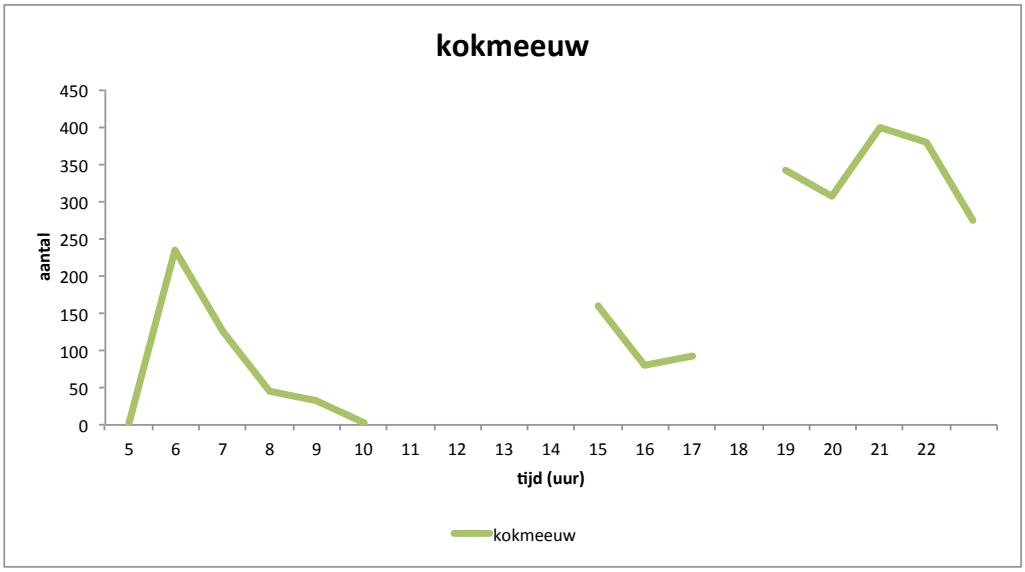
Figuur 6.3 *Verloop van het aantal vliegbewegingen van lepelaars, meeuwen en grote sterns gedurende verschillende waarneemperioden over de dag over het plangebied (Smits et al. 2016).*

Meeuwen

In de ruime omgeving van het plangebied broeden grote aantallen meeuwen op de Maasvlakte/Europoort, de Slijkplaat en de vooroevers van de Plaat van Scheelhoek (tabel 6.1 en figuur 6.1). Het gaat op de Maasvlakte vooral om kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen en in de andere gebieden om kokmeeuwen. Daarnaast komen enkele honderden zwartkopmeeuwen op de Slijkplaat tot broeden.

Een groot deel van de meeuwen die in de omgeving van het plangebied broeden foerageert nabij de Haringvlietdam waar bij de wateruitlaat veel voedsel beschikbaar is. Een deel van de meeuwen foerageert ook binnendijks op akkers, zoals binnen het plangebied, en buitendijks op het Zuiderdiep, op het Haringvliet en waarschijnlijk ook op en nabij de Slikken van Flakkee. In het broedseizoen passeren dagelijks grote aantallen meeuwen het plangebied en omgeving. Het gaat vooral om kokmeeuwen,

die gericht noord- of zuidwaarts passeren en kleinere aantallen van kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en zwartkopmeeuw (tabel 6.2). De grootste aantallen meeuwen passeren in de eerste uren na zonsopkomst en vanaf enkele uren voor zonsondergang (figuren 6.3 en 6.4).

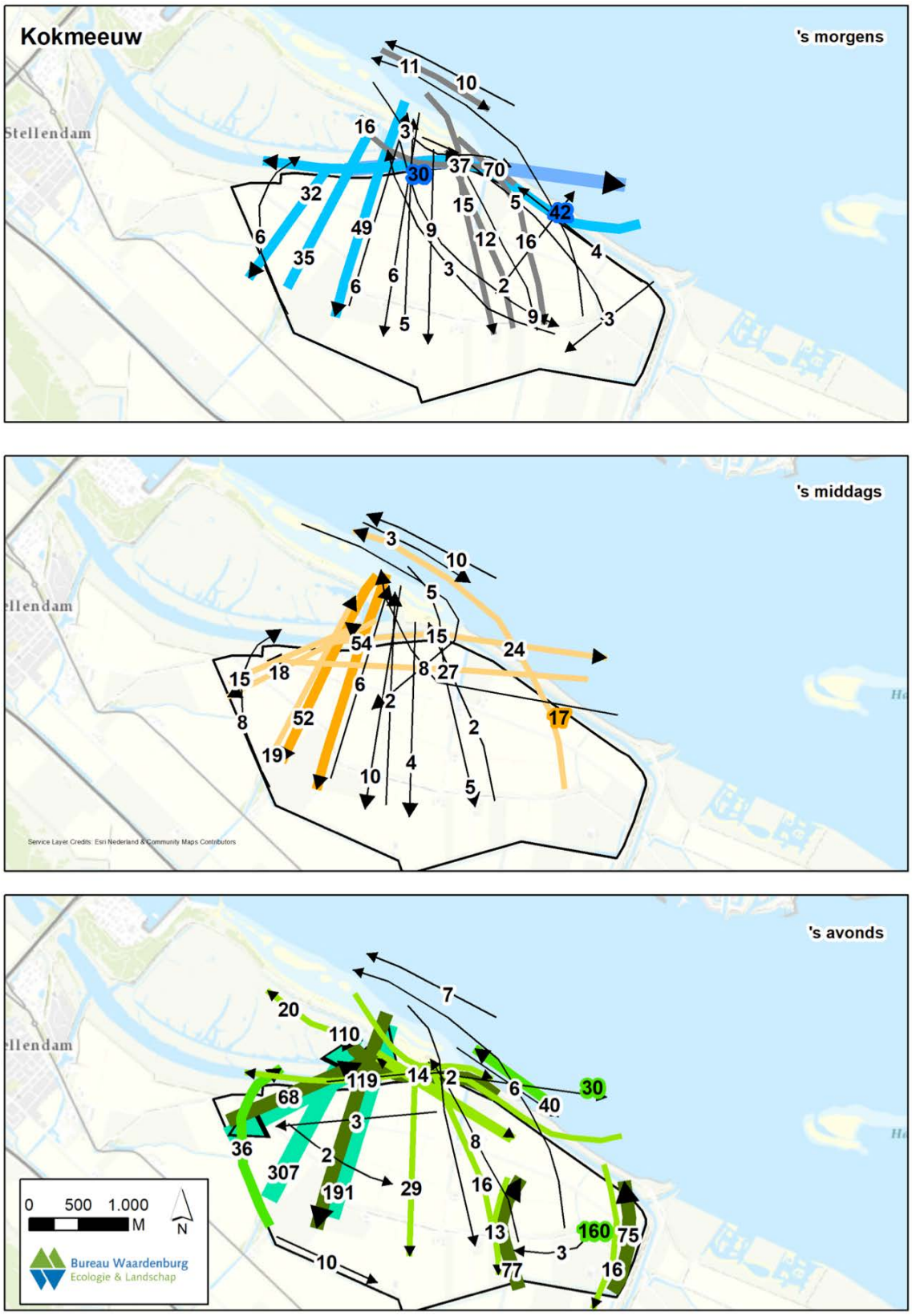


Figuur 6.4 Verloop van het aantal vliegbewegingen van kokmeeuwen gedurende verschillende perioden over de dag over het plangebied (Smits et al. 2016).

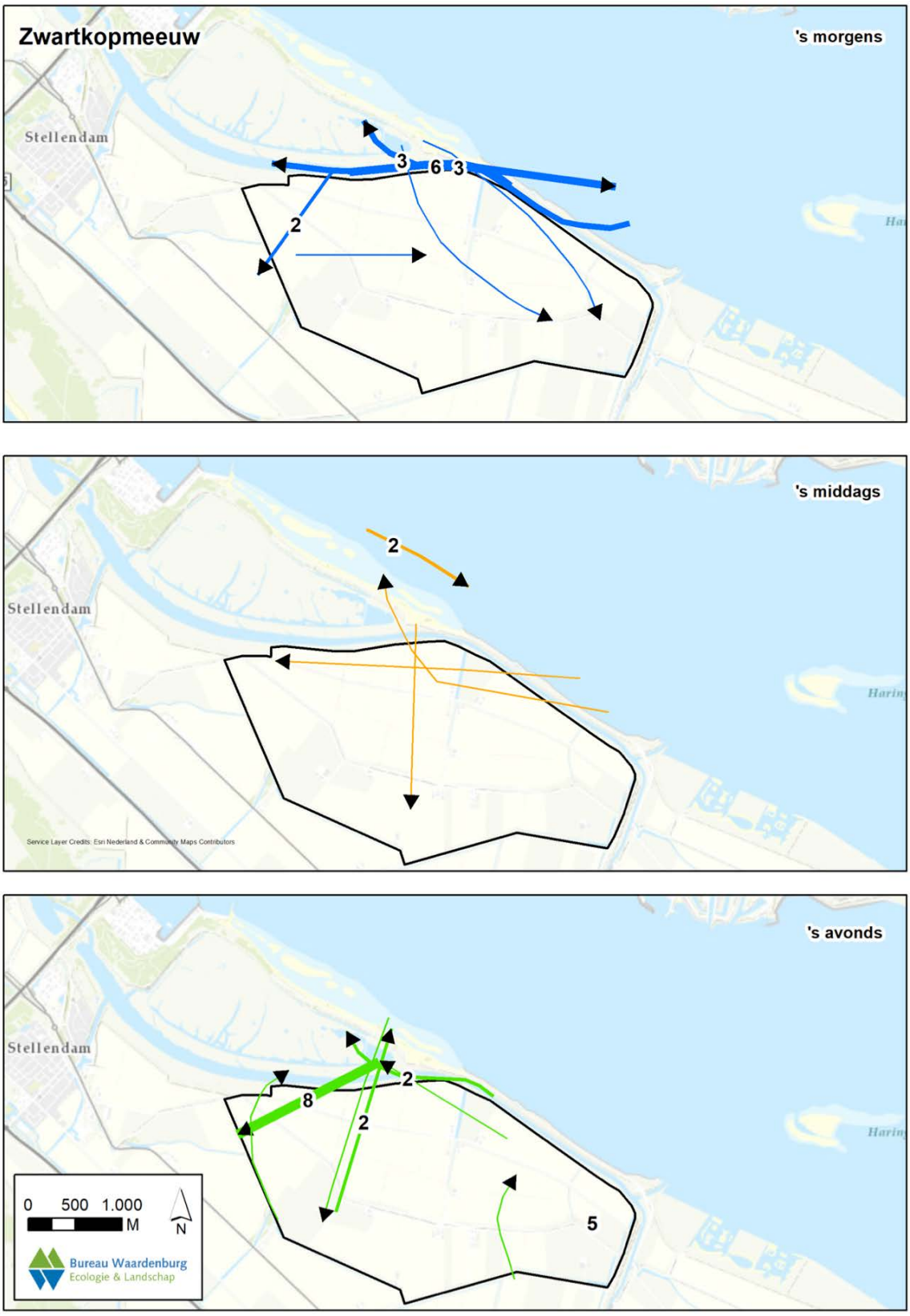
Gezien de ordegrootte en vliegrichtingen is een groot deel van de overvliegende broedende meeuwen afkomstig van de broedkolonies op de vooroever van de Plaat van Scheelhoek (figuur 6.1: kolonie 2). Een deel van de passerende en foeragerende kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen is waarschijnlijk afkomstig van de Maasvlakte. Meer dan 90% van de kok- en zwartkopmeeuwen passeert het plangebied beneden de 20 m hoogte en meer dan 90% van de kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen beneden de 40 m hoogte (tabel 6.3). Passage van meeuwen vindt plaats over het gehele plangebied, maar met de nadruk op de westzijde (figuren 6.5 t/m 6.8).

Sterns

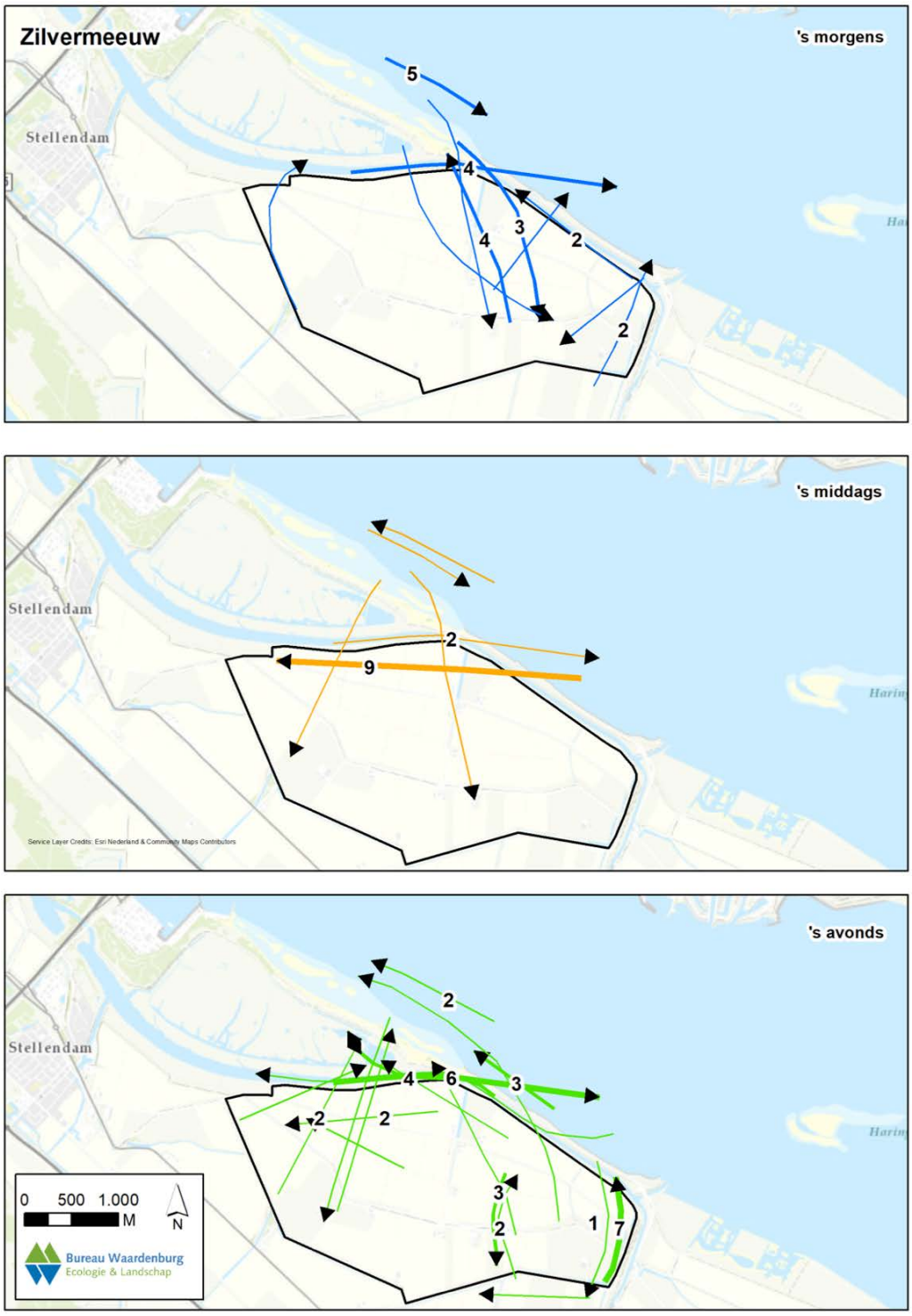
Naast meeuwen broeden op de Slijkplaat ook grote aantallen grote sterns en relatief grote aantallen visdieven op de vooroever van de Plaat van Scheelhoek (tabel 6.1 en figuur 6.1). Op de vooroever broeden ook kleine aantallen dwergsterns. Grote aantallen visdieven en grote sterns foerageren nabij de spuisluizen van de Haringvlietdam, net als de meeuwen. Daarnaast foerageren veel sterns op zee in de Voordelta. Van de sternensoorten zijn in 2015 relatief weinig vliegbewegingen over het plangebied vastgesteld. Het merendeel van de grote sterns volgde tijdens hun foerageervluchten de kustlijn of het Zuiderdiep (figuur 6.9). Voor grote stern is vastgesteld dat dagelijks enkele tientallen exemplaren over het plangebied van en naar de Grevelingen vlogen. Slechts zes procent van deze vliegbewegingen vond plaats boven 40 m hoogte (tabel 6.4). Het merendeel van deze vliegbewegingen vond plaats aan het begin van de avond (figuur 6.3).



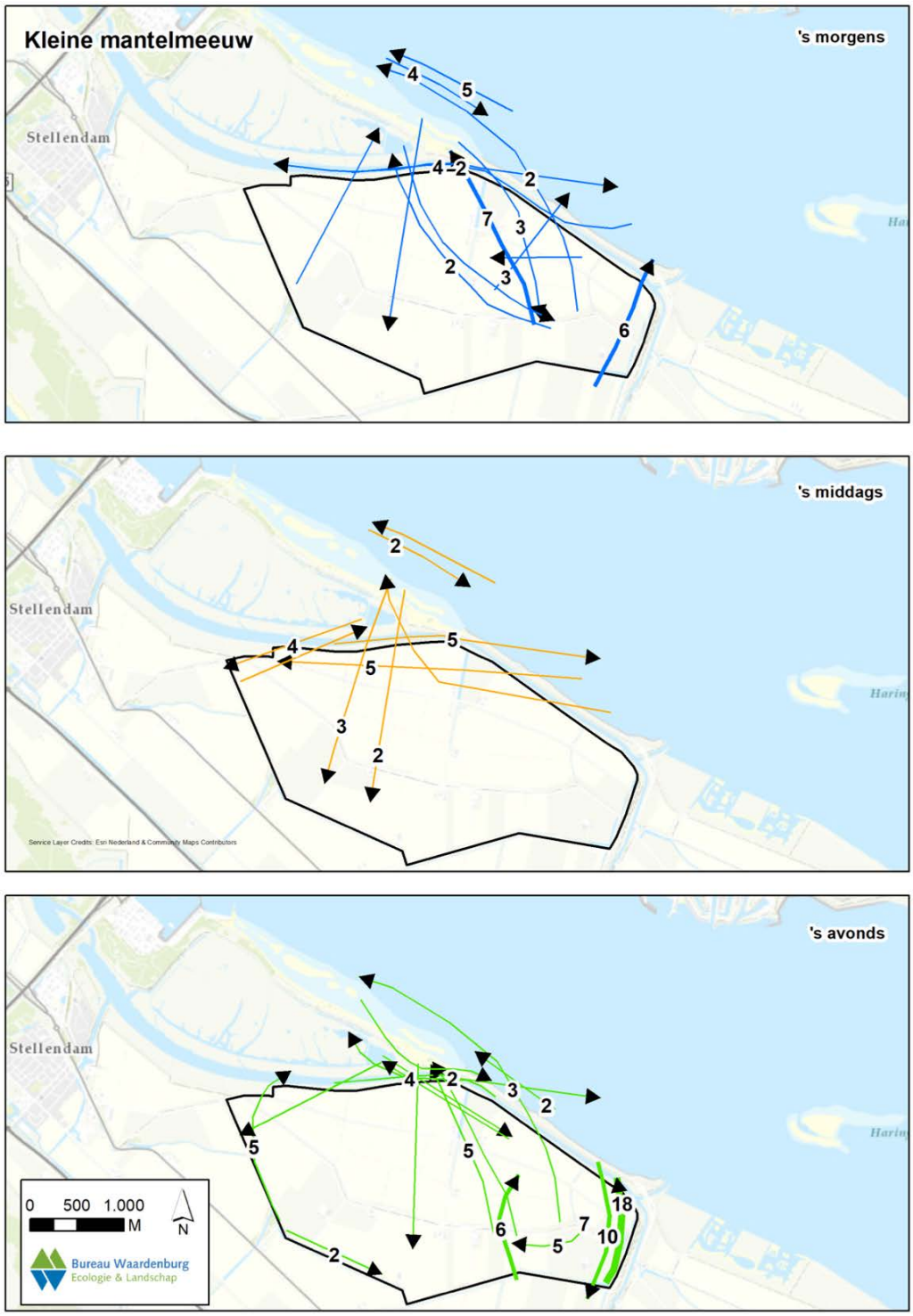
Figuur 6.5 Vliegbewegingen van kokmeeuwen over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).



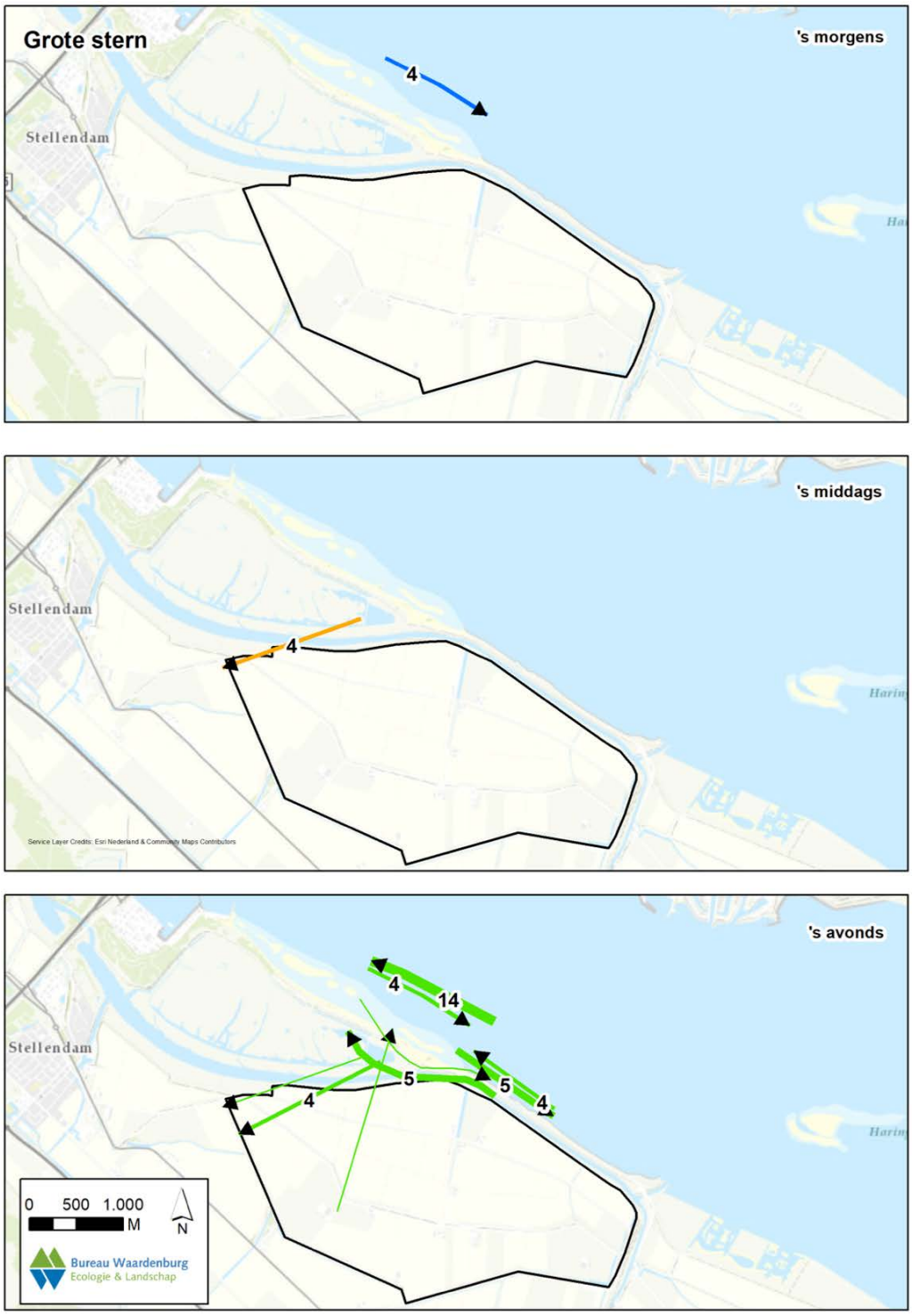
Figuur 6.6 Vliegbewegingen van zwartkopmeeuwen over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 6.7 Vliegbewegingen van zilvermeeuwen over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 6.8 Vliegbewegingen van kleine mantelmeeuwen over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 6.9 Vliegbewegingen van grote sterns over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).

Overige broedvogels

Bruine kiekendief

In de omgeving van het plangebied broedde in 2015 de bruine kiekendief (eigen waarneming Bureau Waardenburg) en er zijn waarnemingen uit het Grevelingen van enkele broedgevallen in de afgelopen vijf jaar (data NDFF). Daarnaast broeden bruine kiekendieven in de nabijgelegen ruigtes op de Plaat van Scheelhoek. Op basis van de waarnemingen is geschat dat dagelijks meer dan 30 vliegbewegingen van bruine kiekendieven over het plangebied en omgeving plaatsvinden. Tijdens het veldonderzoek van 2015 waren altijd wel 1-5 bruine kiekendieven in de omgeving van het plangebied aanwezig. Geen enkele verplaatsing vond boven de 40 m hoogte plaats.

Steltlopers

Het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen voor de bontbekplevier en strandplevier. Beide soorten broeden vooral in open kustgebieden, zoals primaire duinen en strandvlaktes. Daarnaast foerageren ze nabij de broedplaats en op slikken en zandplaten (Strucker *et al*. in serie). Al deze habitattypen zijn niet aanwezig in het plangebied, waardoor het broedvoorkomen van de strand- en bontbekplevier kan worden uitgesloten. Meer dan incidentele vliegbewegingen van deze broedvogels over het plangebied vinden niet plaats omdat de polders binnendijks niet voorzien in foerageergebied.

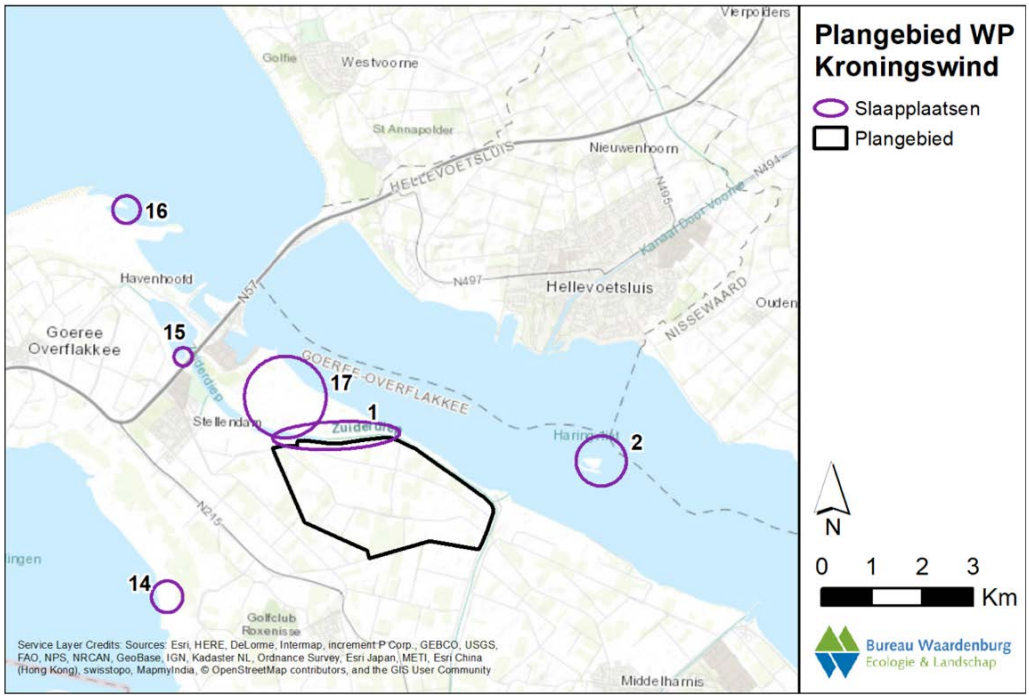
Het Natura 2000-gebied Haringvliet is tevens aangewezen voor de kluut. Deze soort broedt ten oosten van het plangebied. Meer dan incidentele vliegbewegingen van deze broedvogels over het plangebied vinden niet plaats omdat de polders binnendijks niet voorzien in foerageergebied.

6.2 Niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in relatie tot het plangebied

6.2.1 Slaapplaatsen

Het Zuiderdiep fungeert als slaapplaats voor zwanen en ganzen. Daarnaast slapen zwanen en ganzen op de Slijkplaat, Kwade Hoek, Slikken van Flakkee en mogelijk in ‘t Kiekgat (figuur 6.10). Op het Zuiderdiep slapen vooral grauwe ganzen en brandganzen. Kleine zwanen, kolganzen en toendrarietganzen slapen vooral op de Slikken van Flakkee. Op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek slapen o.a. kleine zwanen en brandganzen.

Uitwisseling tussen slaapplaatsen vindt plaats en hangt onder andere af van de gebruikte foerageergebieden. In het verleden werd bijvoorbeeld vastgesteld dat de brandganzen die overdag foerageren langs het Zuiderdiep op de Slijkplaat slapen (zie Poot *et al.* 1998).



Figuur 6.10 Slaapplaatsen van zwanen en ganzen in de ruime omgeving van het plangebied. 1. Zuiderdiep, 2. Slijkplaat, 14. Slikken van Flakkee, 15. Kiekgat Stellendam, 16. Kwade Hoek, 17. Scheelhoek (uitsnede van kaart in Smits et al. 2016).

6.2.2 Zwanen en ganzen

In het plangebied en de omgeving daarvan verblijven voor Goeree-Overflakkee relatief grote aantallen grauwe ganzen en brandganzen (tabellen 6.5 en 6.6). Daarnaast verblijven kleine aantallen kolganzen in de omgeving van het plangebied. Onregelmatig komen hier ook andere soorten voor, zoals toendrarietgans en kleine zwanen. De ganzen foerageren zowel op oogstresten als gras. Daarnaast foerageren veel brandganzen op de grasgorzen langs het Haringvliet en het Zuiderdiep.

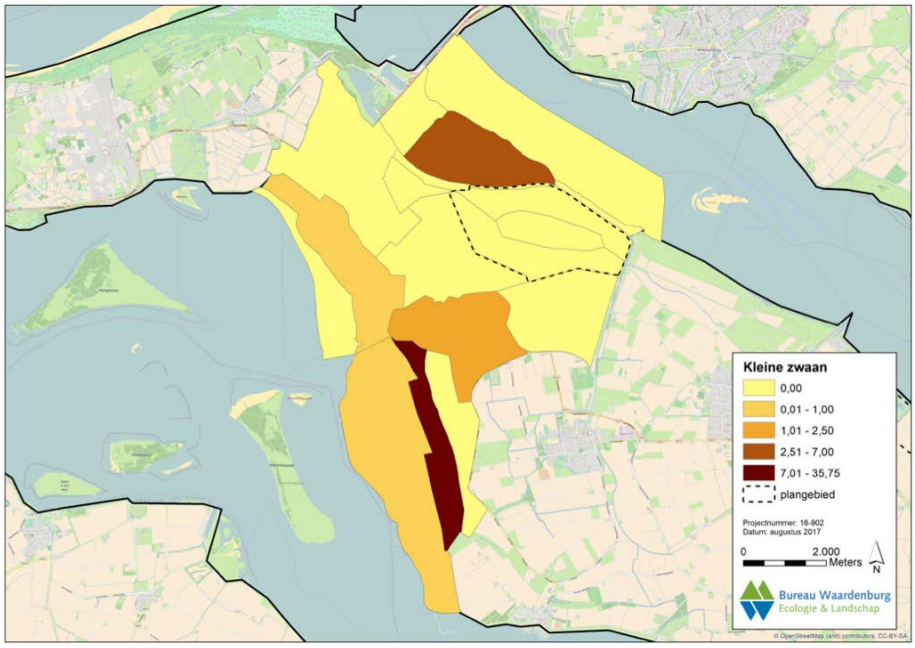
Tabel 6.5 Het gemiddeld seizoensmaximum seizoenen 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014) van een selectie van watervogels in en nabij het plangebied (gegevens Provincie Zuid-Holland), inclusief een schatting van de ordegrootte van de dagelijkse vliegbewegingen richting het plangebied ('enkele' reis; in berekeningen is hiervan het dubbele genomen) (update van Smits et al. 2016).

	omgeving van plangebied 2010-2016	**schatting ordegrootte vliegbewegingen**
kleine zwaan	1-10	3
kolgans	500-1.000	300
grauwe gans	1.000-2.000	750
brandgans	2.000-3.000	2.000
smient	300-500	50
wilde eend	300-500	150
goudplevier	300-500	150
kievit	1.000-2.000	500
wulp	10-50	10

Tabel 6.6 *Resultaten veld- en radaronderzoek in winter 2014/15. Weergegeven zijn de aantallen vogels die van en naar slaapplaatsen vlogen en het aantal vogels dat eerder die dag ter plaatse was in en nabij Zuiderdieppolder. TP = ter plaatse, Vl = vliegend (Smits et al. 2016).*

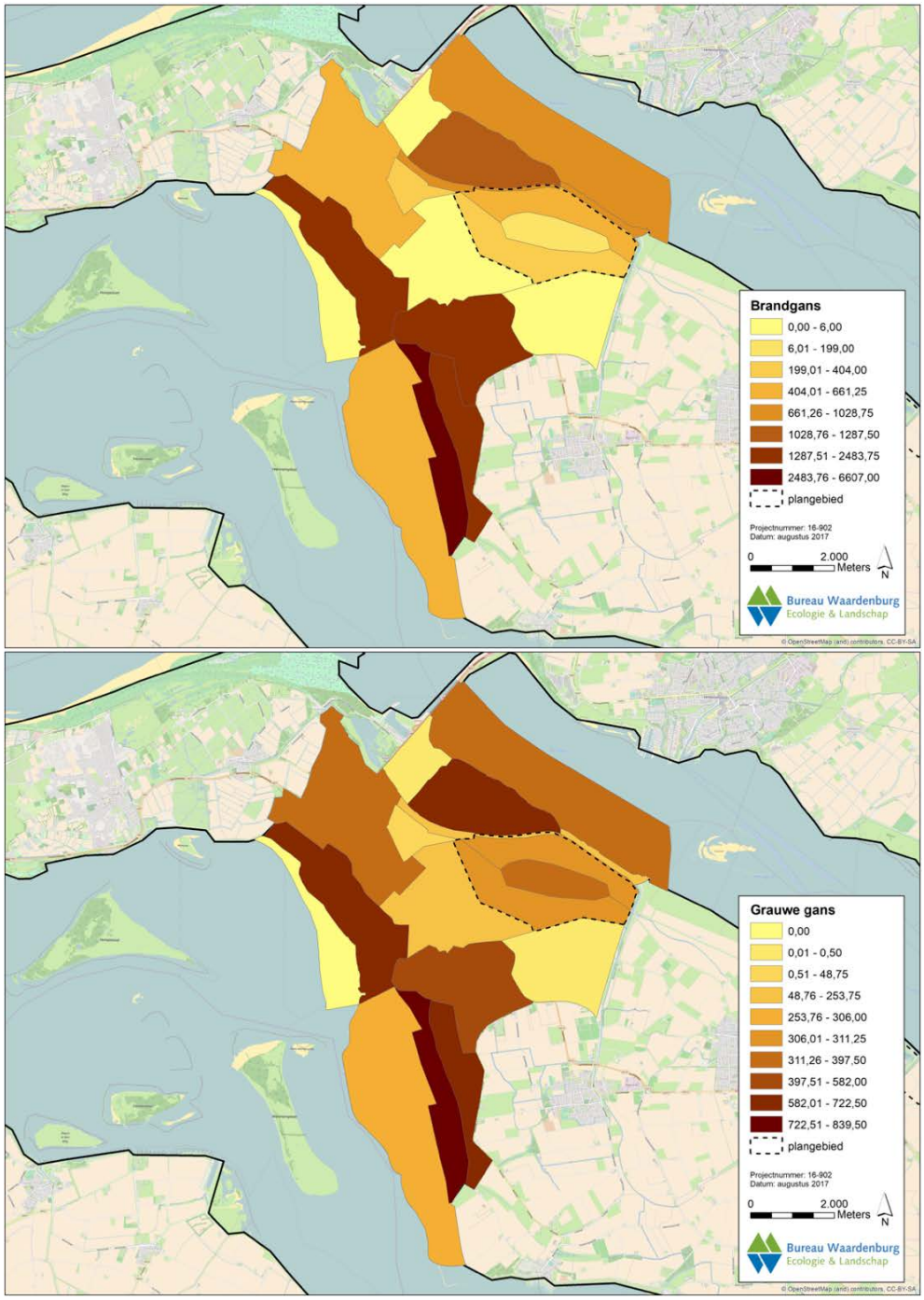
	avond 6 jan		avond 20 jan		ochtend 21 jan	avond 17 feb		ochtend 18 feb
	TP	Vl	TP	Vl	Vl	TP	Vl	Vl
kolgans	30	0	60	35	0	-	300	189
grauwe gans	865	650	240	8	0	90	310	53
toendrarietgans	-	-	72	-	-	-	-	80
brandgans	5.140	970	4.330	1.300	3.000	1.040	3.186	2.849
brand/grauwe gans	-	200	-	-	-	-	-	-
gans onbekend	-	1.100	-	5.150	-	-	240	53
kievit	-	-	-	400	-	-	-	-
smient	-	-	200	-	-	-	-	-

Kleine zwanen zijn tijdens het veldonderzoek in winter 2014/2015 niet vastgesteld, maar de omliggende gebieden en de buitendijkse eilanden voor de Plaat van Scheelhoek worden door kleine aantallen (ordegrootte tiental) gebruikt als slaapplaats (mond. med. dhr. G. Tanis, lokale vogelteller). In figuur 6.11 is de aanwezigheid van de kleine zwaan in en nabij het plangebied weergegeven. Hieruit is op te maken dat het aantal kleine zwanen in de omgeving laag is, met overdag gemiddeld slechts maximaal 7 kleine zwanen op de Scheelhoek en maximaal 3 kleine zwanen in een telvak net ten zuiden van het plangebied, terwijl in de andere telvakken in en nabij het plangebied in de afgelopen jaren geen kleine zwanen tijdens de maandelijkse tellingen zijn vastgesteld.



Figuur 6.11 Aanwezigheid van de kleine zwaan nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).

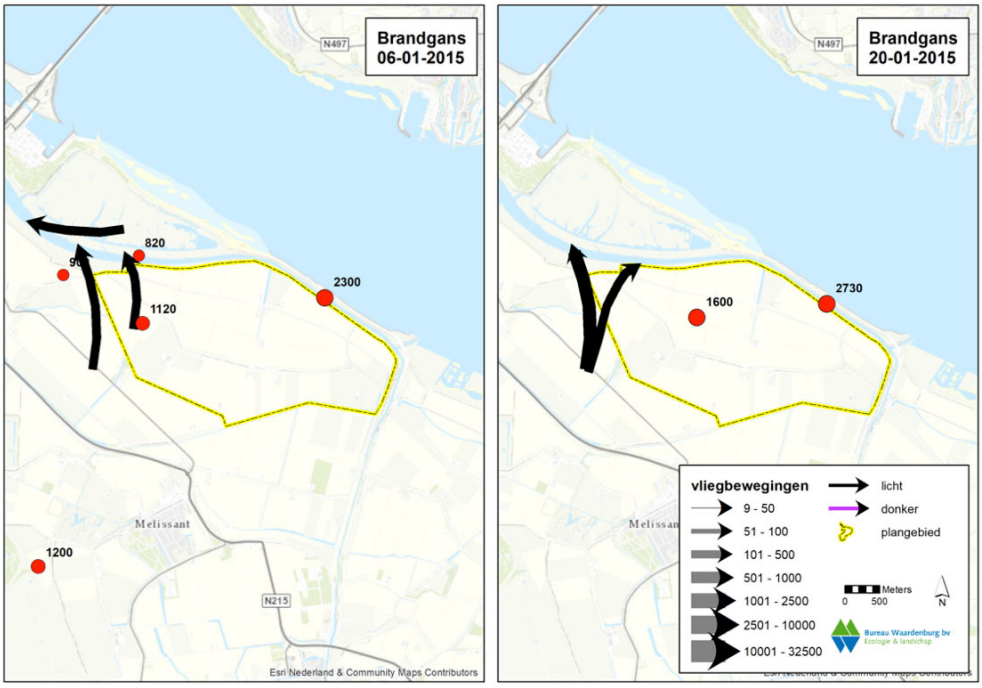
Brandganzen en **grauwe ganzen** verblijven met gemiddeld vele honderden tot enkele duizenden exemplaren in en rond het plangebied (figuur 6.12).



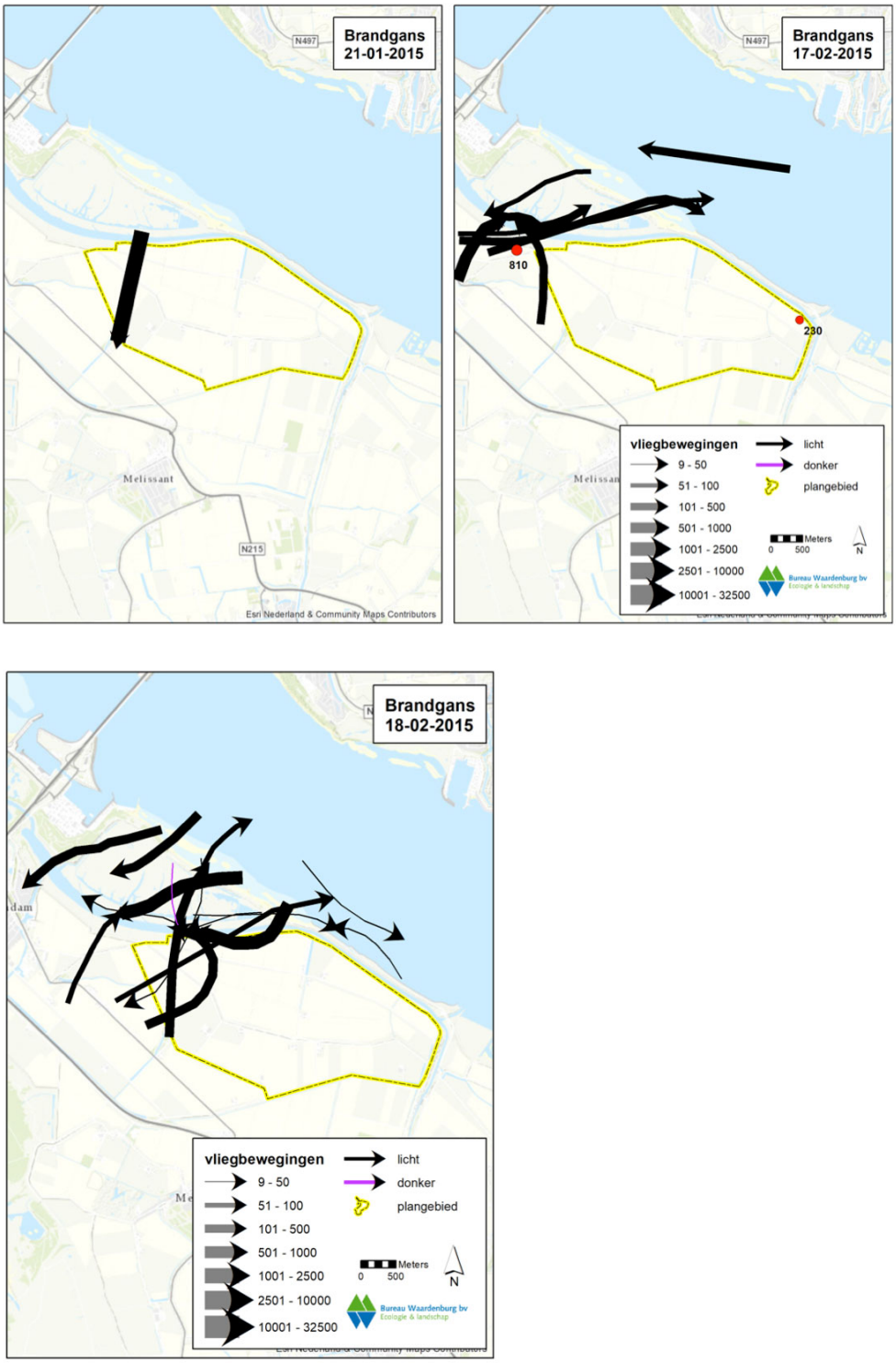
Figuur 6.12 Aanwezigheid van de brandgans en grauwe gans nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).

Radaronderzoek in januari-februari 2015 laat zien dat **brandganzen** en **grauwe ganzen** die in en nabij het plangebied foerageren, vooral op het Zuiderdiep slapen. In totaal vlogen toen over het plangebied dagelijks circa 1.500-3.000 brandganzen (figuren 6.13 en 6.14) en circa 600 grauwe ganzen (figuur 6.15). Een groot deel van deze vogels sliep op het Zuiderdiep. Brandganzen en grauwe ganzen komen in de avond voornamelijk uit zuidelijke en zuidoostelijke richting gevlogen om te gaan slapen in het Zuiderdiep. De exacte richting hangt samen met het foerageergebied van die dag. Veel ganzen die slapen op het Zuiderdiep, komen uit het Zuiderdieppolder zelf. Daarnaast komen vogels uit oostelijke en noordelijke richting op het Zuiderdiep slapen. Ook werd vastgesteld dat ganzen aan de noordzijde van de Plaat van Scheelhoek sliepen en voor de kust van de monding van het Zuiderdiep op het Haringvliet. In beide gevallen ging het vooral om brandganzen, waarbij waarschijnlijk circa 4.000 vogels bij de monding van het Zuiderdiep sliepen (figuur 6.13 en 6.14). In de ochtend vlogen de ganzen in breed front uit in zuidelijke richting.

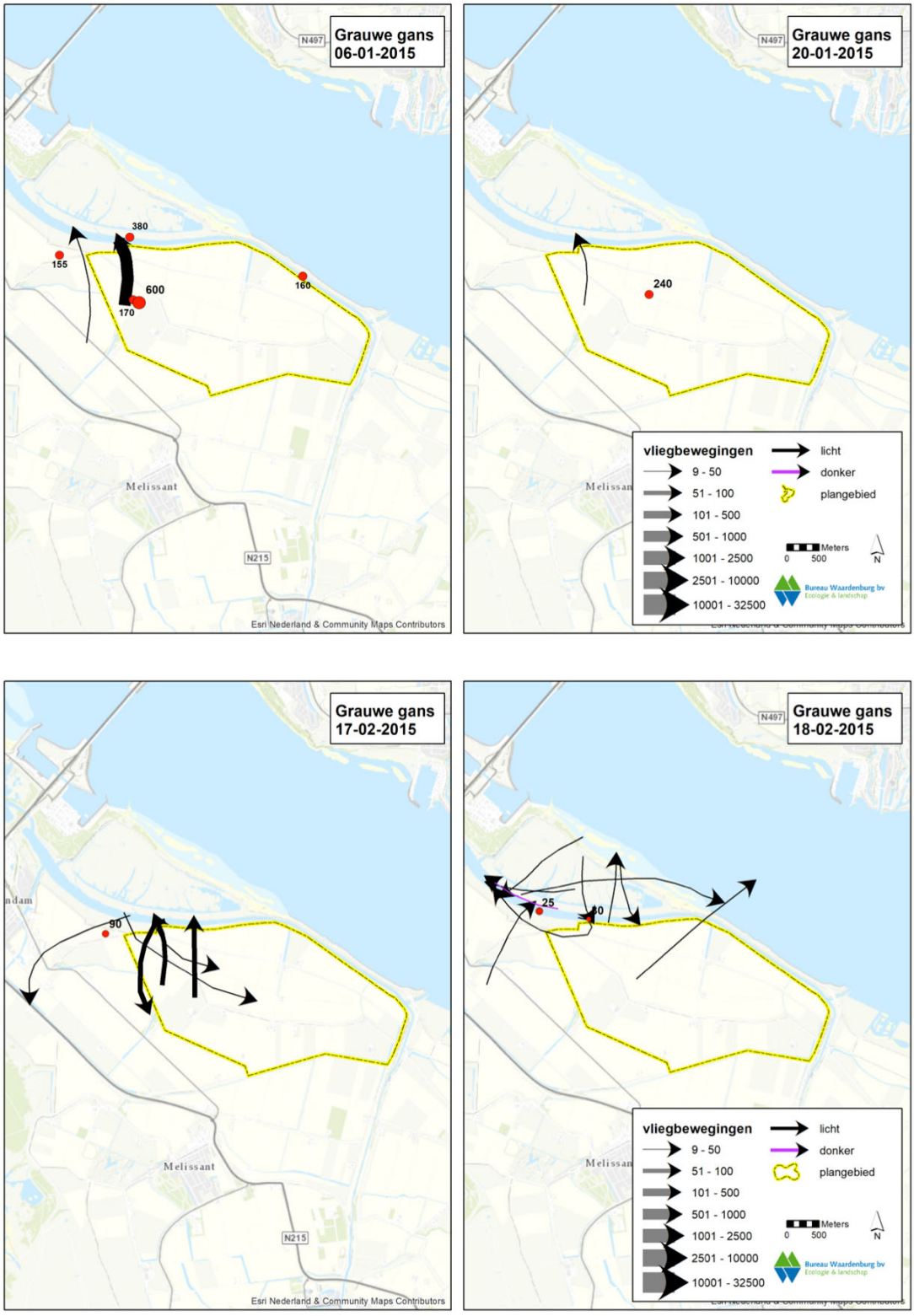
Vliegbewegingen van **toendrarietganzen** en **kolganzen** (figuur 6.16) komen met enige regelmaat binnen het plangebied voor, maar het gaat om relatief kleine aantallen. Beide soorten overnachten niet of nauwelijks op het Zuiderdiep of op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek. Ze overnachten elders op o.a. de Kwade Hoek en de Slikken van Flakkee of mogelijk aan de noordzijde van het Haringvliet. Het aantal dagelijkse vliegbewegingen voor toendrarietgans is verwaarloosbaar klein, voor kolgans gaat het om enkele honderden exemplaren (tabel 6.5).



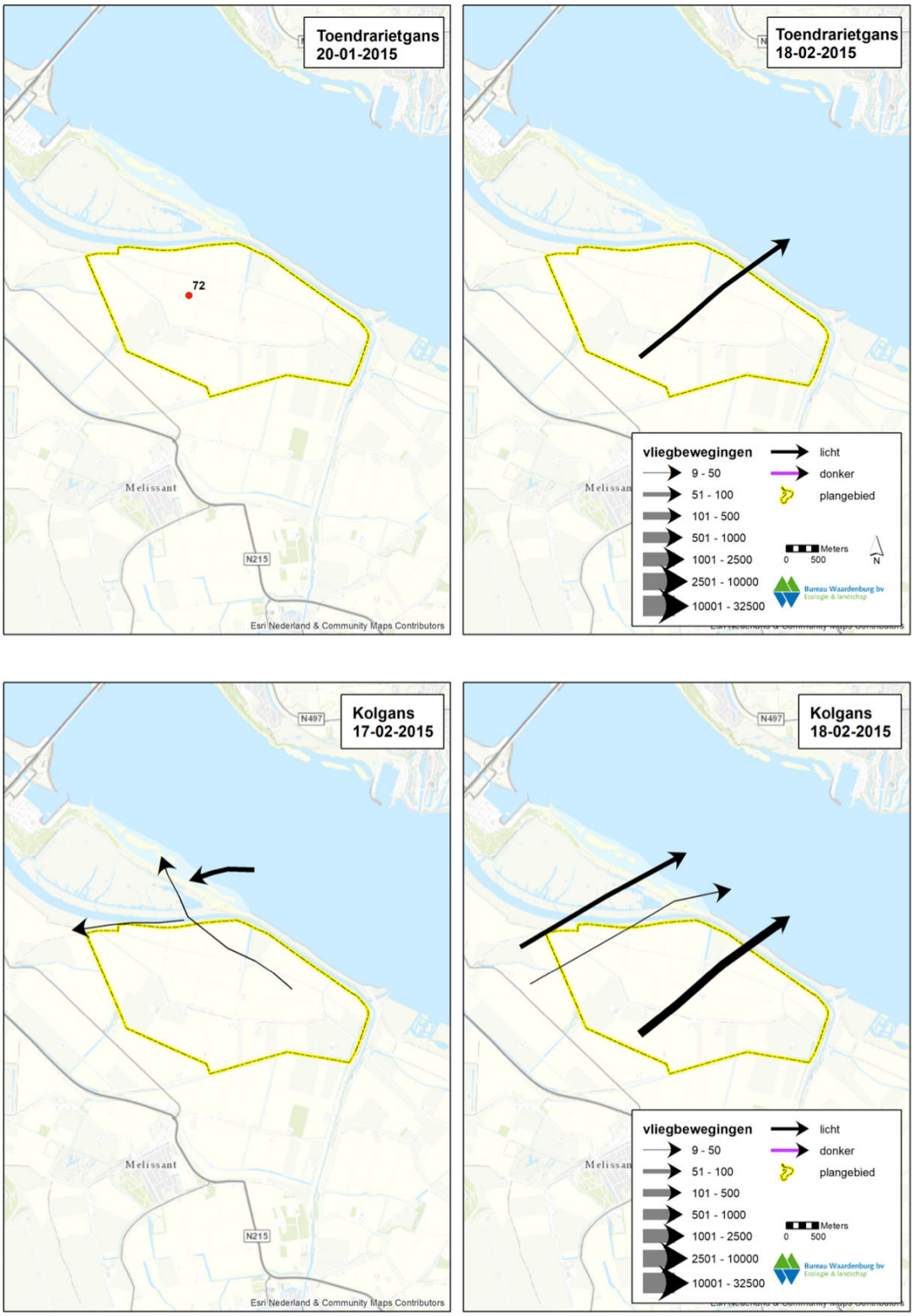
Figuur 6.13 Vliegbewegingen van brandganzen over en nabij het plangebied op 6 en 20 januari 2015 (beide avond) (Smits et al. 2016).



Figuur 6.14 Vliegbewegingen van brandganzen over en nabij het plangebied in de ochtend van 21 januari 2015 en avond van 17 en 18 februari 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 6.15 Vliegbewegingen van grauwe ganzen over en nabij het plangebied op 6 en 20 januari 2015 (beiden avond) en op 17 (avond) en 18 (ochtend) februari 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 6.16 Vliegbewegingen van toendrarietganzen over en nabij het plangebied op 20 januari 2015 (avond, geen vliegbewegingen waargenomen) en 18 februari 2015 (ochtend)

en kolganzen in de avond van 17 februari 2015 en ochtend van 18 februari 2015 (Smits et al. 2016).

6.2.3 Eenden en steltlopers

Smient en wilde eend

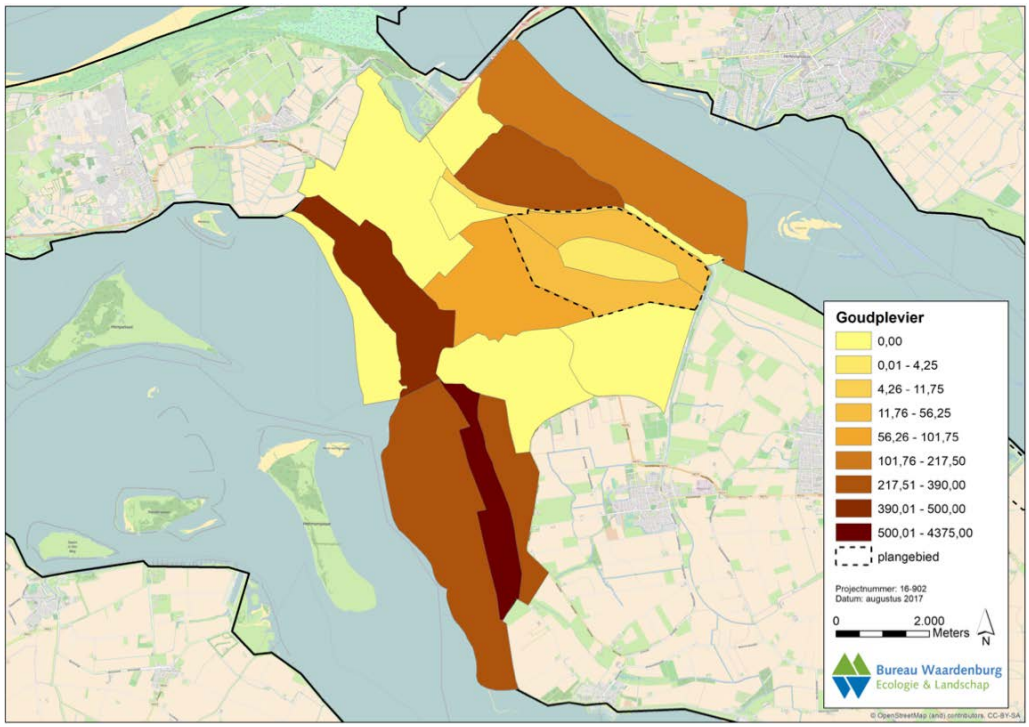
In het plangebied zelf en in de omliggende polders verblijven gemiddeld enkele tientallen wilde eenden en nauwelijks smienten. Grotere aantallen (enkele honderden exemplaren van beide soorten) verblijven overdag op het aangrenzende Zuiderdiep en op het Haringvliet (tabel 6.5). In de avond trekt een deel van deze eenden het binnendijkse agrarische gebied in om te gaan foerageren. Het veldonderzoek in januari-februari 2015 stelde vast dat het hier per avond gemiddeld om meer dan honderd wilde eenden en tientallen smienten gaat. Het merendeel van deze vogels passeerde hierbij het plangebied.

Goudplevier en kievit

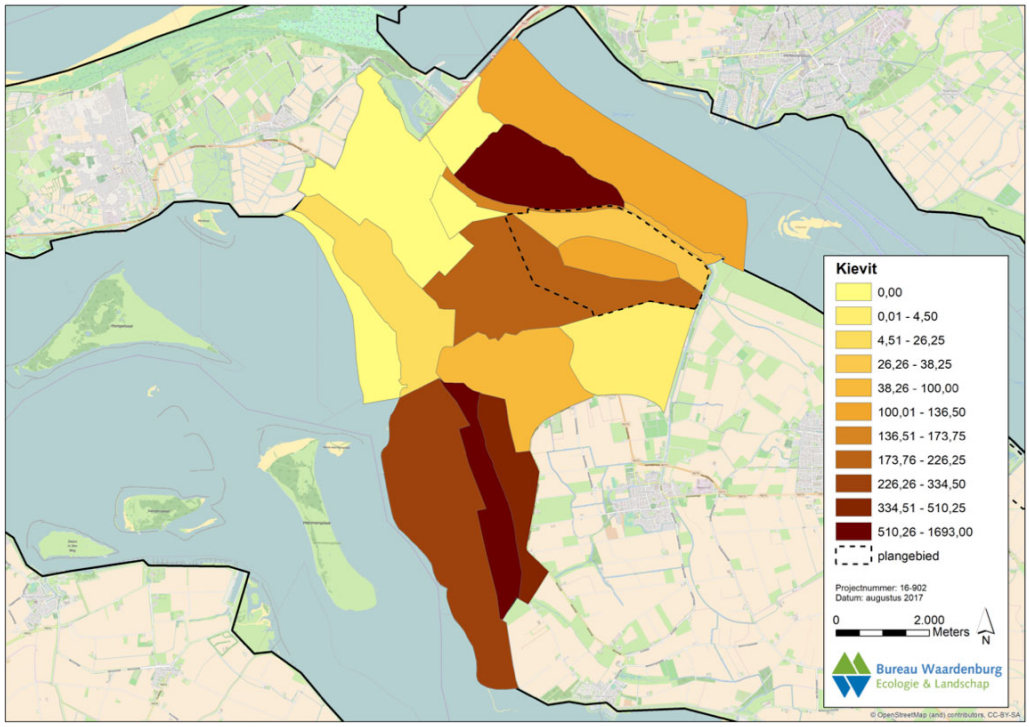
In en nabij het plangebied pleisteren en foerageren binnendijks regelmatig groepen van vele tientallen goudplevieren en enkele honderden kieviten (tabel 6.5, figuur 6.17 en 6.18). In het plangebied waren in januari-februari 2015 in totaal 400 kieviten aanwezig. Goudplevieren zijn toen niet vastgesteld. Buitendijks verblijven overdag regelmatig wat grotere aantallen van beide soorten op de Plaat van Scheelhoek en de vooroever. Beide soorten foerageren zowel overdag als ‘s nachts. en verspreiden zich vooral ’s nachts over een ruimer gebied dan waar ze overdag verblijven. Vooral graslandpolders vormen favoriet foerageergebied. Er vanuit gaande dat dan ook uitwisseling plaatsvindt tussen binnendijkse en buitendijkse gebieden, zijn in het relevante seizoen over het plangebied dagelijks enkele honderden vliegbewegingen van beide soorten te verwachten (tabel 6.5).

Wulp

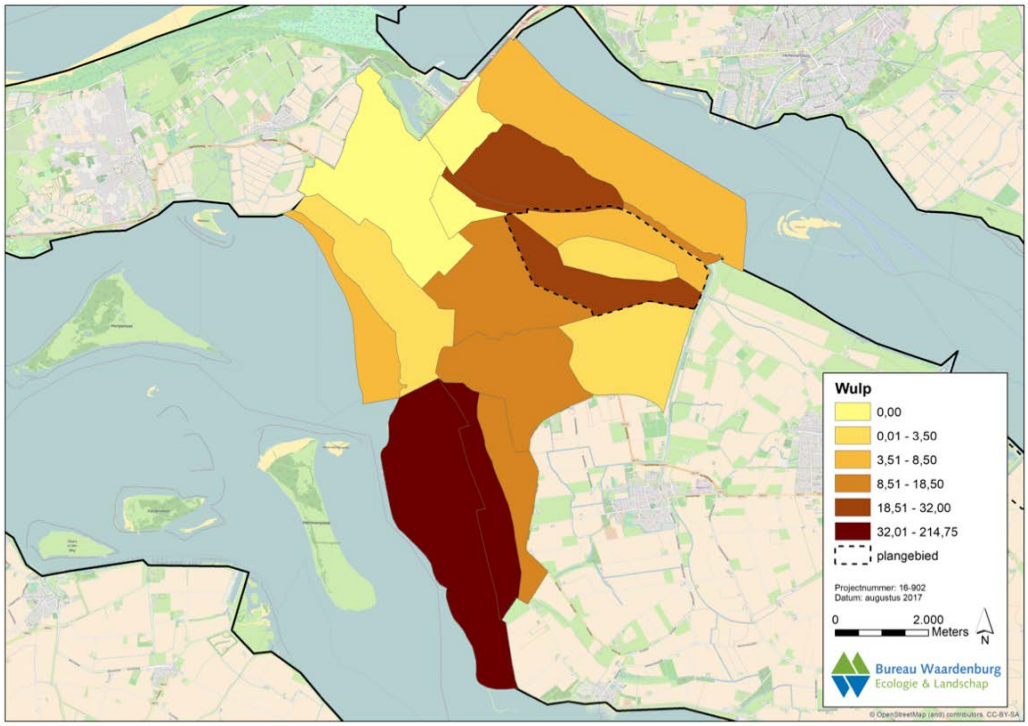
Tijdens voorjaarsveldwerk naar vliegbewegingen van kolonievogels is ook slaaptrek van wulpen vastgesteld. Het gaat om vogels die slapen op de vooroever van de Plaat van Scheelhoek. Vliegbewegingen van ruim 30 vogels zijn waargenomen waarvan het merendeel de dijk en het Zuiderdiep volgden. Enkele vogels vlogen over de westzijde van het plangebied. Figuur 6.19 geeft aan dat de telvakken aan de westkant van het plangebied meer bezocht worden dan de oostkant, wat wordt weerspiegeld in de waargenomen vliegroute naar de Plaat van Scheelhoek. Het dagelijks aantal vliegbewegingen van wulp over het plangebied bedraagt gemiddeld hooguit een tiental vogels per dag.



Figuur 6.17 Aanwezigheid van de goudplevier nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).



Figuur 6.18 Aanwezigheid van de kievit nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).



Figuur 6.19 Voorkomen van de wulp nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).

6.3 Seizoenstrek

Veel vogelsoorten trekken jaarlijks van broed- naar overwinteringsgebied en *vice versa.* Deze trek vindt vooral plaats in het voor- en najaar en wordt daarom geclassificeerd als seizoenstrek (Lensink *et al.* 2002). In het algemeen vindt seizoenstrek plaats op hoogten boven de 150 m, maar bij tegenwind kan de vlieghoogte van vogels op trek afnemen tot beneden de 100 m (Buurma *et al*. 1986). Het is aannemelijk dat boven het plangebied de seizoenstrek in het voor- en najaar voornamelijk in een breed front plaatsvindt.

7 Vleermuizen in en nabij het plangebied

Nederpel *et al.* (2015) doen verslag van een studie naar het voorkomen van vleermuizen in het najaar van 2014 en voorjaar-zomer van 2015 in het plangebied. Deze studie had als doel om verblijfplaatsen en gebiedsfuncties in kaart te brengen. Ook is door Nederpel *et al.* (2015) een punt-transect-telling uitgevoerd om zodoende de mate van vleermuisactiviteit in kaart te brengen. Met behulp van twee vaste recorders op een mast in de noordoosthoek van het plangebied langs de Zuiderdiepweg is met twee microfoons op 4 en 40 m hoogte de vleermuisactiviteit in kaart gebracht.

7.1 Vleermuissoorten in het plangebied

Waarnemingen vanuit een meetmast

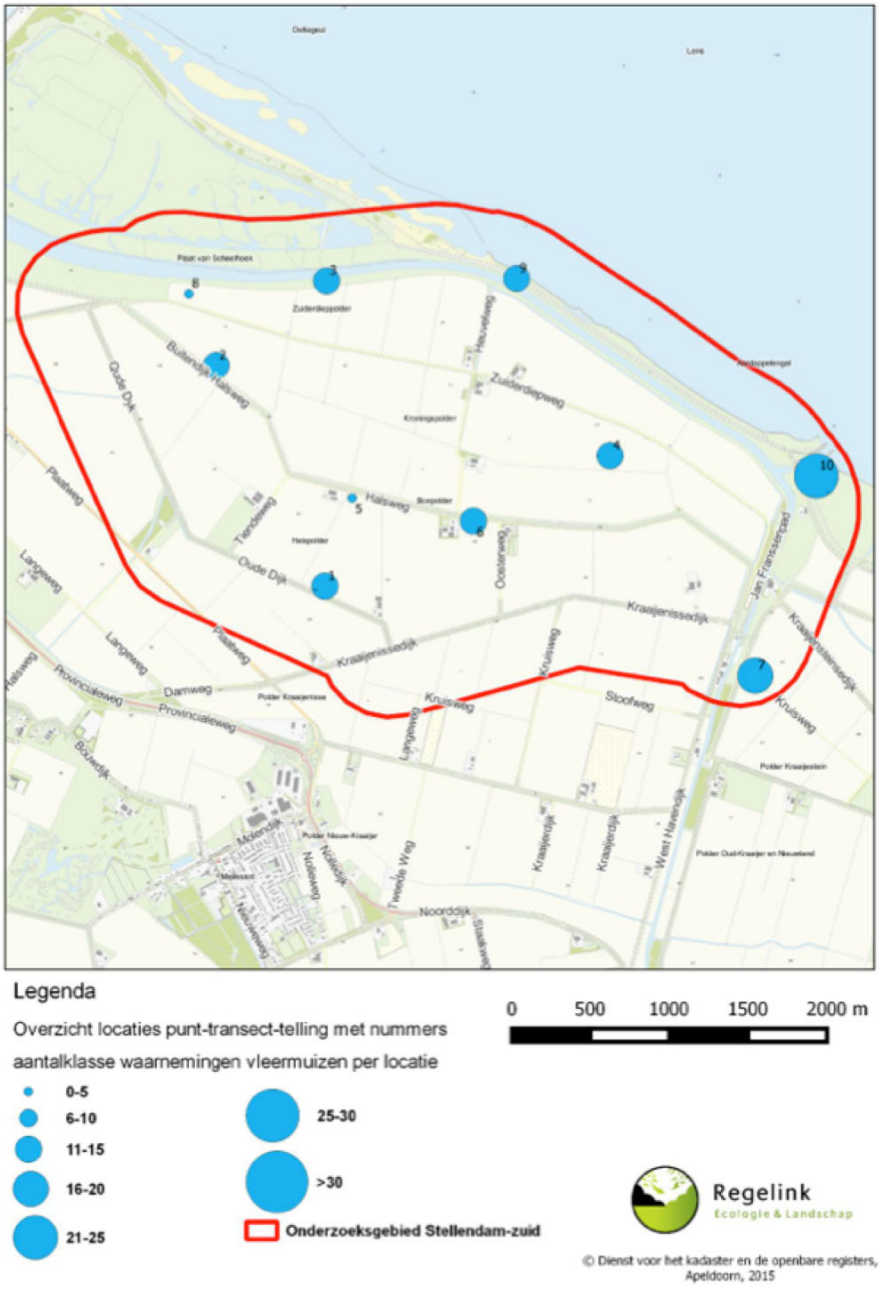
Er zijn in het plangebied zeven soorten vleermuizen vastgesteld, waarvan meervleermuis, tweekleurige vleermuis en gewone grootoorvleermuis alleen incidenteel (tabel 7.1). Zowel de gewone grootoorvleermuis als de tweekleurige vleermuis zijn alleen met de hoge microfoon vastgesteld. De rosse vleermuis is vaker waargenomen door de hoge microfoon dan met de lage microfoon. De gewone dwergvleermuis is vooral door de lage microfoon waargenomen. De laatvlieger en ruige dwergvleermuis zijn beide ongeveer evenveel door de hoge als de lage microfoon waargenomen. Het merendeel van de opgenomen vleermuisactiviteit betroffen gewone dwergvleermuizen (45%), ruige dwergvleermuizen (32%) en niet gedetermineerde soorten (22%) (tabel 7.1). Iedere overige soort betreft minder dan 1% van de vastgelegde activiteit. Op 40 m hoogte was de vleermuisactiviteit vrijwel gelijk verdeeld over ruige dwergvleermuis (41%) en de gewone dwergvleermuis (43%).

Tabel 7.1 Overzicht onderzoek vleermuisactiviteit op hoogte in een meetmast op c. 2 km ten oosten van het plangebied (Nederpel et al. 2015).

	Lage microfoon (4 m)	Hoge microfoon (40 m)	Totalen	%
laatvlieger	23	26	49	<1
meervleermuis	1	0	1	<1
rosse vleermuis	8	19	27	<1
ruige dwergvleermuis	994	804	1.798	32
gewone dwergvleermuis	1.669	839	2.508	45
gewone grootoorvleermuis	0	1	1	<1
tweekleurige vleermuis	0	18	18	<1
vleermuis spec.	961	248	1.209	22
totaal	3.656	1.955	5.611	100
procent van totaal	65	35	100	

Transectenonderzoek

In en nabij het plangebied zijn op veel locaties van de punt-transect-telling relatief hoge aantallen vleermuizen aangetroffen (figuur 7.1). Vleermuizen komen verspreid voor in de omgeving van het plangebied. In totaal zijn 127 waarnemingen van vleermuizen gedaan. De hoofdmoot van de waarnemingen betrof gewone dwergvleermuizen (94x, 74%), gevolgd door ruige dwergvleermuis (18x, 14%).



Figuur 7.1 Uitkomst punt-transect-tellingen van vleermuizen in en direct rond het plangebied. De aantallen zijn uitgedrukt in een aantalsklasse (Nederpel et al. 2015).

7.2 Gebruik van het plangebied door vleermuizen

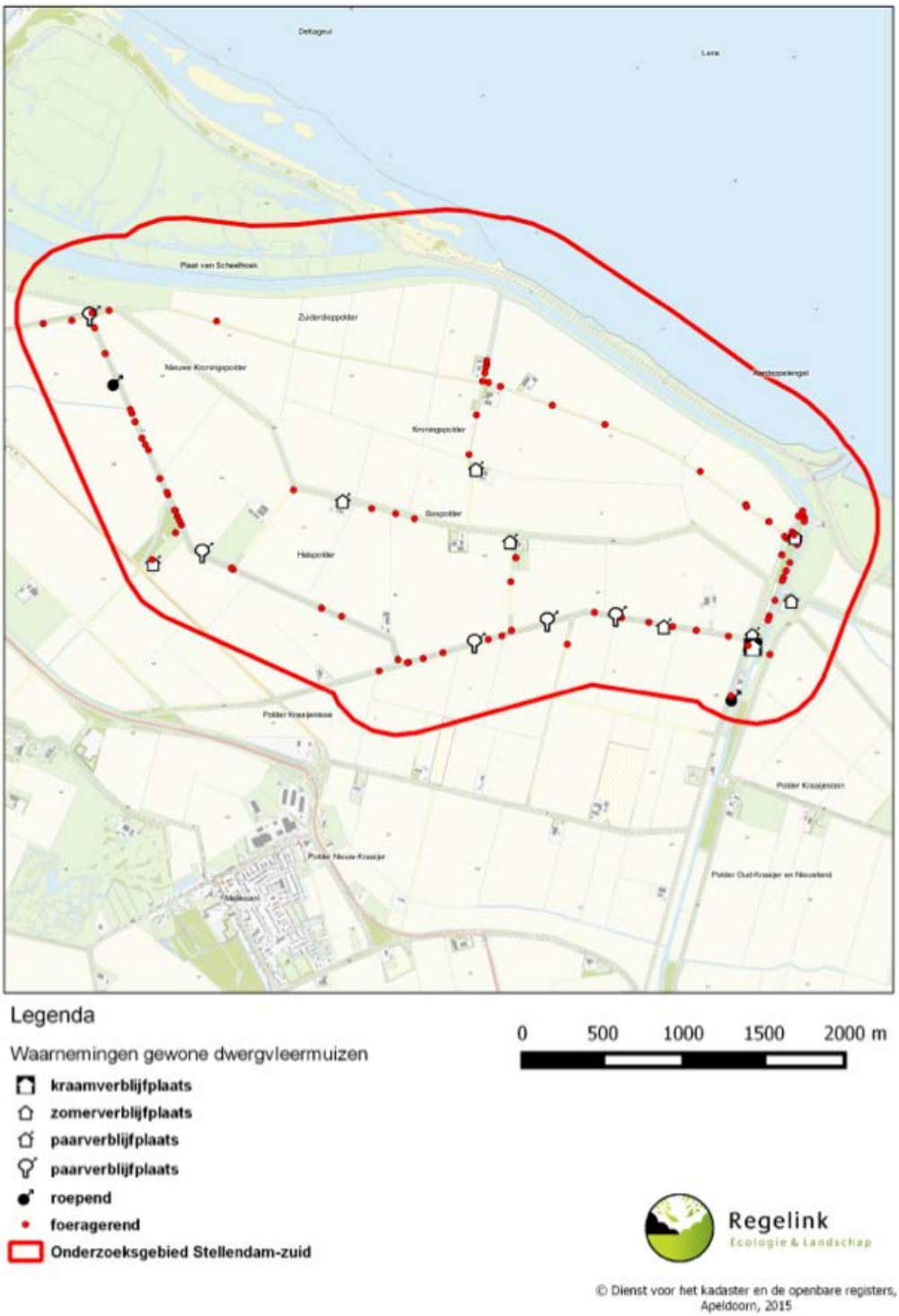
Foerageergebieden, verblijfplaatsen en dagelijkse vliegroutes
Uit het veldonderzoek komt naar voren dat het plangebied en omgeving voor twee soorten een (beperkte) foerageerfunctie heeft: gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis (figuren 7.2 en 7.3).

De beplanting langs de Oude Dijk, de Kraaijenissedijk en langs de Zuiderdiepweg maken onderdeel uit van essentiële vliegroutes voor de lokale populatie gewone dwergvleermuizen en ruige dwergvleermuizen. In het plangebied waren in 2014-2015 twee zomerverblijven (in de oostrand van het plangebied, beide enkele dieren), één kraamverblijf (nabij haven van Dirksland, tientallen dieren) en elf paarverblijven van gewone dwergvleermuizen aanwezig (zie figuur 7.2). Aanwijzingen ontbreken voor paarverblijven voor ruige dwergvleermuizen en winterverblijfplaatsen voor vleermuizen.

Migratiegebied
De exacte ligging van migratiegebieden en -routes van door Nederland trekkende vleermuizen is niet goed bekend. De meest talrijke trekkende soort, de ruige dwergvleermuis, vertoont in het najaar in Europa een noord-zuid en noordoost-zuidwest migratie. Ze lijkt daarbij kuststreken en rivierdalen te volgen, waarbij in natte, voedselrijke gebieden wordt gefoerageerd (Dietz *et al*. 2011, Bach *et al*. 2005). Geconstateerde verschillen in vliegrichtingen (Furmankiewicz *et al*. 2009) en de concentraties van paarplaatsen op verschillende afstanden van rivieren (Meschede *et al.* 2002), alsmede de voorkeur voor natte gebieden als foerageergebied wijzen in die richting. Ruige dwergvleermuizen kunnen daarbij grote open gebieden oversteken, maar volgen waar mogelijk wel lijnvormige elementen (Bach *et al*. 2005, Dietz *et al*. 2011). In West-Nederland, langs de kuststrook en langs de oevers in het IJsselmeergebied, zijn dichtheden van ruige dwergvleermuizen in het algemeen hoger dan in het oosten van het land.

Ruim 25% van de activiteit gemeten op grondhoogte en ruim 40% op 40 m hoogte betrof ruige dwergvleermuizen. Op plaatsen waar veel doortrek plaatsvindt zoals de IJsselmeerdijken, ligt het aandeel op grondhoogte veel hoger (meer dan 50%; Boonman *et al.* 2013).

Op basis van het aantal registraties van de ruige dwergvleermuis is het onwaarschijnlijk dat het plangebied en omgeving deel uitmaakt van een belangrijke migratieroute van de ruige dwergvleermuis maar lijkt er eerder sprake van ongestuwde (breedfront) trek door het plangebied.



Figuur 7.2 Gebiedsgebruik gewone dwergvleermuizen in het plangebied in 2014 en 2015 (Nederpel et al. 2015).



Figuur 7.3 Gebiedsgebruik van laatvliegers, ruige dwergvleermuizen, rosse vleermuizen en een Myotis spec. in het plangebied in 2014 en 2015 (Nederpel et al. 2015).

8 Overige beschermde soorten in en nabij het plangebied

8.1 Grondgebonden zoogdieren

Tijdens de veldonderzoeken zijn geen grondgebonden zoogdieren vastgesteld. In de ruime omgeving van het plangebied komen van de strikt beschermde soorten grondgebonden zoogdieren alleen de waterspitsmuis en noordse woelmuis voor (data NDFF). Beide soorten zijn waargenomen net buitendijks aan de noordkant van het plangebied.

De waterspitsmuis (§3.3 Wnb Beschermingsregime andere soorten, provincie Zuid-Holland) leeft langs heldere wateren (sloten, beken, rivieren, plassen) met een goed ontwikkelde en gevarieerde watervegetatie en ruig begroeide oevers. In het plangebied en de directe omgeving zijn sloten niet geschikt als leefhabitat voor waterspitsmuis, omdat de sloten in intensief agrarisch landschap liggen en ook jaarlijks worden geschoond.

De noordse woelmuis (§3.2 Wnb Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn) komt in verschillende biotopen voor, maar is gebonden aan natte gebieden met dynamiek in de waterstand. Hij leeft in allerlei vegetatietypes met vooral grasachtige planten en wordt in voorkomen ook sterk beïnvloedt door concurrentie met andere woelmuis-soorten. In het plangebied en de directe omgeving zijn er alleen buitendijks bij de Scheelhoek geschikte biotopen aanwezig.

8.2 Flora, ongewervelden, vissen, amfibieën en reptielen

Tijdens de veldbezoeken zijn geen beschermde flora, ongewervelden, vissen, amfibieën en reptielen aangetroffen. In de ruime omgeving van het plangebied zijn ook geen observaties van beschermde soorten uit deze soortgroepen bekend (data NDFF). De agrarische stukken land waarop en de sloten waarlangs de windturbines gepland zijn, bieden geen geschikt habitat voor beschermde soorten uit deze soortgroepen. Het voorkomen van beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën en reptielen in het plangebied kan daarom met zekerheid uitgesloten worden.

9 Effecten op vogels

In dit hoofdstuk wordt op basis van beschikbare kennis over voorkomen en gedrag een overzicht gegeven van de effecten op vogels als gevolg van de bouw en het gebruik van het Windpark Kroningswind (6 alternatieven). De volgende effecten op vogels kunnen in theorie optreden (zie bijlage 3):

- Aantasting van nesten in de aanlegfase;
- Verstoring in de aanlegfase;
- Verstoring in de gebruiksfase;
- Sterfte in de gebruiksfase;
- Barrièrewerking in de gebruiksfase.

De aannames in de berekeningen zijn op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst (hoofdstuk 5). De effecten zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd. Bij deze kwantificering moet echter in acht worden genomen dat, hoewel ze gebaseerd zijn op het meest recente onderzoek, de nodige aannames gedaan zijn en dat ruime marges realistisch zijn rondom de gepresenteerde aantallen. Dat betekent dat de aantallen in absolute zin niet 100% nauwkeurig zijn, maar wel zeer goed bruikbaar om een ordegrootte van effecten te geven.

9.1 Effecten in de aanlegfase

Tijdens de aanleg van het windpark zijn verschillende effecten op vogels mogelijk. Vogelaanvaringen zijn dan nog niet mogelijk, maar verstoring (als gevolg van geluid, beweging, slagschaduw, trillingen) kan wel optreden. Er moeten ontsluitingswegen worden aangelegd of verbreed, er wordt geregeld heen en weer gereden met vrachtwagens en personenauto's, gewerkt met draglines en grote kranen, mogelijk worden funderingen voor de windturbines geheid, en in het veld wordt heen en weer gelopen door landmeters en bouwers. Zo kunnen bouwwerkzaamheden leiden tot de verstoring van vogels. Op beperkte schaal kunnen deze werkzaamheden ook (tijdelijk) habitatverlies opleveren voor vogels.

De verstorende invloed op rustende en foeragerende vogels die uitgaat van de hiervoor genoemde activiteiten moet minstens zo groot worden ingeschat als die van de aanwezigheid van de windturbines, maar bestrijkt een groter gebied. Daar staat tegenover dat het een tijdelijke verstoring betreft, die alleen optreedt in de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd.

9.1.1 Effecten op broedvogels

De geplande ingreep vindt plaats buiten de begrenzing van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Het plangebied (en directe omgeving) vormt geen of nauwelijks geschikt broed- of foerageerhabitat voor broedvogelsoorten waarvoor de in de ruime omgeving van het plangebied gelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Bovendien zijn effecten in de aanlegfase, als deze al optreden, tijdelijk van aard. In de omgeving van het plangebied is voldoende alternatief leefgebied beschikbaar. Er is geen sprake van maatgevende verstoring: vogels zullen (de directe omgeving van) het plangebied niet verlaten zodat in dit geval ook geen verslechtering van de kwaliteit van het leefgebied optreedt. Negatieve effecten van de aanleg van het geplande windpark op broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn met zekerheid uit te sluiten.

In het plangebied zijn jaarrond beschermde nesten van de buizerd, ransuil, kerkuil en huismus aanwezig. Nesten van deze soorten komen in de omgeving van het plangebied uitsluitend in bomen en gebouwen voor. Ten behoeve van de realisatie van de windturbines worden geen gebouwen gesloopt. Voor de bouw van de turbines en de aanleg van de toegangswegen zullen mogelijk wel bomen gekapt moeten worden. Voor aanvang van de kapwerkzaamheden zullen de bomen (nogmaals) gecontroleerd worden op de aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten. Wanneer een jaarrond beschermde nest wordt aangetroffen in (of nabij) een te kappen boom is ontheffing van verbodsbepalingen zoals genoemd in artikel 3.1 van de Wnb nodig.

Voor overige vogels die in het plangebied en omgeving broeden zijn effecten in de aanlegfase met gepaste preventieve maatregelen (bijvoorbeeld niet bouwen in het broedseizoen, zie hoofdstuk 14) goed te voorkomen.

9.1.2 Effecten op niet-broedvogels

In het plangebied zijn in de verschillende alternatieven 13-26 windturbines gepland. Ten opzichte van het beschikbare areaal agrarisch gebied in de ruime omgeving van het plangebied gaat het hier om een beperkte en tijdelijke verstoring van het totale areaal aan beschikbaar potentieel foerageergebied in de ruime omgeving. Ganzen en andere watervogels kunnen bij verstoring uitwijken naar andere delen nabij het plangebied (binnendijkse polders en buitendijkse luwe gebieden) en zodoende alternatieve foerageer- en rustgebieden benutten. Vogels zullen het plangebied en de directe omgeving hooguit tijdelijk verlaten, zodat er geen sprake is van maatgevende verstoring. Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat negatieve effecten op rustende of foeragerende niet-broedvogels als gevolg van de tijdelijke verstoring tijdens de aanlegfase zijn uitgesloten.

9.2 Aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase

9.2.1 Globaal overzicht van het aantal aanvaringsslachtoffers

Op basis van resultaten van slachtofferonderzoeken in bestaande windparken is voor Windpark Kroningswind een inschatting te maken van de totale jaarlijkse vogelsterfte als gevolg van aanvaringen met de windturbines. Gemiddeld vallen in Nederland en België in een windpark ongeveer 20 vogelslachtoffers per turbine per jaar (Winkelman 1989, 1992, Musters *et al.* 1996, Baptist 2005, Schaut *et al.* 2008, Everaert 2008,

Krijgsveld *et al.* 2009, Krijgsveld & Beuker 2009, Beuker & Lensink 2010, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011, Verbeek *et al.* 2012, Klop & Brenninkmeijer 2014). Afhankelijk van onder andere het aanbod aan vogels en de intensiteit van vliegbewegingen in de omgeving van het windpark, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines, varieert dit aantal van minimaal een enkel tot maximaal enkele tientallen slachtoffers per turbine per jaar.

Rekening houdend met voornoemde factoren bedraagt het totale aantal slachtoffers voor Windpark Kroningswind, afhankelijk van het aantal windturbines, naar schatting tussen de 200 en de 400 slachtoffers per jaar (circa 15 slachtoffers per turbine per jaar, deskundigenoordeel). Dit is inclusief seizoenstrekkers en lokaal talrijke soorten, zoals meeuwen. Het hoogste aantal slachtoffers (circa 390 exemplaren) valt in alternatief C2 (26 turbines), het laagste aantal (circa 200 exemplaren) in alternatief B1 (13 turbines). In alle alternatieven gaat het grofweg om enkele honderden aanvarings-slachtoffers op jaarbasis. Gezien de onzekerheden in de modelberekeningen en aannames is het niet verantwoord tussen de alternatieven op dit aspect (totaal aantal aanvaringsslachtoffers vogels, alle soorten tezamen) een onderscheid aan te brengen.

Bovenstaande schatting van ordegrootte aantal aanvaringsslachtoffers (vele tientallen exemplaren) voorziet niet in een verdeling van het aantal slachtoffers over verschillende soortgroepen. Wel kan op basis van het voorkomen van soorten in het plangebied, het gebiedsgebruik door deze soorten en beschikbare kennis over aanvaringskansen van verschillende soortgroepen, een inschatting gemaakt worden van de soorten die naar verwachting relatief vaak of juist minder vaak slachtoffer zullen worden van een grootschalig windpark in het plangebied.

Tijdens eerder slachtofferonderzoek in vergelijkbare habitats in Nederland zijn vooral eenden, meeuwen en zangvogels als aanvaringsslachtoffer gevonden (Krijgsveld & Beuker 2009, Krijgsveld *et al*. 2009, Beuker & Lensink 2010, Verbeek *et al*. 2012). Op basis van deze onderzoeken en de kennis over de vogelsoorten in en nabij het plangebied (zie hoofdstuk 6), is het te verwachten dat ook bij de geplande windturbines in het plangebied deze soortgroepen en, vanwege hun talrijke voorkomen, mogelijk ook ganzen slachtoffer zullen worden van een aanvaring met de geplande windturbine. Ganzen en eenden vooral in het winterhalfjaar, meeuwen vooral in het broedseizoen en zangvogels tijdens seizoenstrek in voor- en najaar. Hieronder worden per soortgroep de risico's beschreven.

9.2.2 Aanvaringsslachtoffers onder broedvogels

Van het totale aantal aanvaringslachtoffers (200-400 exemplaren) die voor het windpark (alle alternatieven) op jaarbasis wordt geschat, zal een zeer beperkt aandeel lokale broedvogels betreffen. Voor het merendeel van de broedvogelsoorten in en nabij het plangebied gaat het op jaarbasis om incidentele slachtoffers, oftewel minder dan één slachtoffer op jaarbasis in het gehele windpark (o.a. blauwe reiger, roofvogels, zwarte kraai, weidevogels). Broedvogelsoorten waarvoor op jaarbasis één

of meer slachtoffers vallen, zijn soorten die geregeld in de hogere luchtlagen verkeren, zoals meeuwen, spreeuw en zwaluwen, en soorten die in het donker foerageer- en of baltsvluchten maken, zoals wilde eend en kievit. Het gaat hierbij per soort om hooguit enkele aanvaringsslachtoffers op jaarbasis.

Koloniebroeders

Het plangebied wordt niet of nauwelijks gebruikt door broedvogelsoorten waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen en die ook uit die gebieden afkomstig zijn, met uitzondering van aalscholver, lepelaar, meeuwen en sterns (zie hoofdstuk 4, 5 en 6). Op basis hiervan is uitgesloten dat het plangebied door meer dan een klein (meeuwen) tot verwaarloosbaar (aalscholver, lepelaar, bruine kiekendief, grote stern, visdief, dwergstern) deel van de betrokken populaties dagelijks gebruikt zal worden als vliegroute. Voor aalscholver, lepelaar, bruine kiekendief, zwartkopmeeuw, visdief, grote stern en dwergstern is met zekerheid geen sprake van meer dan incidentele sterfte (< 1 exemplaar per soort per jaar in het gehele windpark, alternatieven niet onderscheidend). Dit vanwege de relatief lage fluxen van deze broedvogelsoorten, de sowieso zeer geringe aanvaringskans voor een individuele vogel (zie hoofdstuk 5 en bijlage 3) en de vliegbewegingen die van deze soorten merendeels bij daglicht plaatsvinden (wanneer de windturbines goed zichtbaar zijn) en beneden rotorhoogte (zie hoofdstuk 6). Een berekening van het aantal slachtoffers onder de overige drie broedende meeuwensoorten op basis van het Flux-Collision-Model (versie maart 2016, bijlage 6) komt voor alle alternatieven uit op één tot enkele slachtoffers op jaarbasis in het gehele windpark (tabel 9.1). Gezien de onzekerheden in de modelberekeningen en aannames is het niet verantwoord tussen de alternatieven op dit aspect (aantal aanvaringsslachtoffers vogels, per soort) een onderscheid aan te brengen.

Tabel 9.1 Het jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers van een selectie van koloniebroedvogels in de gebruiksfase van Windpark Kroningswind (zes alternatieven, incl verschillende turbinetypen: < betekent 100m as en 100m rotor, > betekent 90m as en 120m rotor).

soort	**aantal aanvaringsslachtoffers**								
	A1	**A2<**	**A2>**	**B1**	**B2<**	**B2>**	**C1**	**C2<**	**C2>**
aalscholver	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
lepelaar	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
zwartkopmeeuw	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
kokmeeuw	2	3	3	2	3	3	3	4	4
kleine mantelmeeuw	1	2	2	1	2	2	2	3	3
zilvermeeuw	1	1	1	1	1	1	1	2	2
visdief	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
grote stern	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
dwergstern	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Broedende roofvogels

De verschillende soorten roofvogels (bruine kiekendief, buizerd, sperwer, valken) die in het plangebied of in de omgeving daarvan broeden, hebben een relatief grote

actieradius, maar zijn met name overdag actief en worden in Noordwest-Europa relatief weinig gevonden als aanvaringsslachtoffer (Langgemach & Dürr 2015, Hötker *et al*. 2013). Kiekendieven, waaronder de bruine kiekendief, vliegen relatief weinig op risicohoogte (Hötker *et al*. 2006, 2013; Oliver 2013, Whitfield & Madders 2006b) en vertonen sterk uitwijkingsgedrag in de nabijheid van windturbines (Whitfield & Madders 2006a). Er is wel sprake van een verhoogd aanvaringsrisico in de nabijheid (tot circa 300 m) van de nestlocatie als gevolg van vliegbewegingen op grotere hoogte, o.a. tijdens baltsvluchten, prooiovergave, territoriale conflicten en verjagen van predatoren (Langgemach & Dürr 2015). Gezien de afwezigheid van broedgevallen dichtbij de geplande windturbines, zullen aanvaringen van bruine kiekendief (of een van de andere voornoemde soorten roofvogels) met een van de geplande windturbines van Windpark Kroningswind hooguit incidenteel plaatsvinden (minder dan 1 exemplaar per soort op jaarbasis in het gehele windpark). Regelmatige vliegbewegingen van andere soorten roofvogels dan voornoemde soorten, zoals zeearend, komen in de huidige situatie niet voor. Op basis van het bovenstaande worden roofvogels die broeden in de omgeving van het plangebied hoogstens incidenteel slachtoffer van een aanvaring met een windturbine in het plangebied. Gezien de aannames is het niet verantwoord tussen de alternatieven op dit aspect (aantal aanvaringsslachtoffers roofvogels, per soort) een onderscheid aan te brengen.

Akkerbroedvogels

Voedselvluchten van akkervogels (steltlopers) vinden in het broedseizoen voornamelijk overdag plaats. Veel van deze soorten (hier vooral kievit en scholekster) vertonen echter ook ’s nachts baltsvluchten en deze soorten hebben dan een verhoogd risico op een aanvaring met een windturbine. Kievit en scholekster komen in relatief lage dichtheden voor in het plangebied (zie hoofdstuk 6). Op jaarbasis gaat het daarom om een enkele scholekster en kievit die in het broedseizoen aanvarings-slachtoffer zal worden (deskundigenoordeel). Gezien de aannames is het niet verantwoord tussen de alternatieven op dit aspect (aantal aanvaringsslachtoffers, per soort) een onderscheid aan te brengen.

Andere broedende soorten akkervogels (o.a. grutto, veldleeuwerik, gele kwikstaart, graspieper) worden hooguit incidenteel slachtoffer van een windturbine in Windpark Kroningswind. Dit vanwege hun schaarse voorkomen (o.a. grutto en veldleeuwerik) of omdat ze weinig risicovolle vliegbewegingen maken (o.a. gele kwikstaart en graspieper). Dit geldt voor alle alternatieven.

Overige broedvogels

In en nabij het plangebied komen vooral algemene soorten van het open agrarische landschap voor. Voor veel van deze soorten is het aanvaringsrisico verwaarloosbaar klein, omdat hun actieradius beperkt is en ze geen dagelijkse vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied in de donkerperiode maken en dus weinig risicovolle vliegbewegingen door het geplande windpark maken (o.a. duiven). Plaatselijke broed-vogels zijn meestal ook goed bekend met de omgeving en de risico’s ter plaatse. Dergelijke soorten zullen hooguit incidenteel slachtoffer worden van een aanvaring met een windturbine in het plangebied. Dit geldt voor alle alternatieven.

9.2.3 Aanvaringsslachtoffers onder niet-broedvogels

Van het totale aantal aanvaringslachtoffers die voor het windpark op jaarbasis wordt geschat, zal een beperkt aandeel lokaal verblijvende niet-broedvogels betreffen. De bulk van de slachtoffers betreft vogels op seizoenstrek die geen binding met het plangebied hebben (zie volgende paragraaf). Voor het merendeel van de niet-broedvogelsoorten in en nabij het plangebied gaat het op jaarbasis om incidentele slachtoffers (o.a. kleine zwaan). Niet-broedvogelsoorten waarvoor op jaarbasis één of meerdere slachtoffers vallen, zijn soorten die overdag geregeld in hogere luchtlagen verkeren, zoals meeuwen, en soorten die in het donker foerageer- en slaaptrek-vluchten maken, zoals ganzen en wilde eend. Van een selectie van soorten, waarvan bekend is dat ze het plangebied tijdens dagelijkse slaaptrekvluchten passeren en een binding hebben met nabijgelegen Natura 2000-gebieden is een ordegrootte van het jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers berekend. Het gaat hierbij per soort om hooguit enkele aanvaringsslachtoffers per jaar (tabel 9.2), met uitzondering van wilde eend en kievit waarbij tot een tiental slachtoffers op jaarbasis kunnen vallen. Gezien de grote hoeveelheid aannames in de berekeningen is het niet verantwoord om op basis van de geringe verschillen in de voorspelde aantallen slachtoffers onderscheid te maken tussen de alternatieven. Alternatief C2 (beide turbinetypes) resulteert wel in het dubbele aantal slachtoffers onder wilde eend en kievit ten opzichte van alternatief A1 en B1. In hoofdstuk 11 wordt beoordeeld of dit in het kader van de Wnb gebieden-bescherming gevolgen heeft voor de uiteindelijke effectbeoordeling van de verschillende alternatieven.

Tabel 9.2 Het jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers van een selectie van niet-broedvogels in de gebruiksfase van Windpark Kroningswind (zes alternatieven, incl verschillende turbinetypen: < betekent 100m as en 100m rotor, > betekent 90m as en 120m rotor).

soort	aantal aanvaringsslachtoffers								
	A1	A2<	A2>	B1	B2<	B2>	C1	C2<	C2>
kleine zwaan	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
kolgans	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
grauwe gans	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	1	1
brandgans	2	3	3	1	2	2	2	3	3
smient	2	2	3	2	2	3	2	3	3
wilde eend	6	8	9	6	8	9	9	11	12
goudplevier	1	1	2	1	1	2	1	2	2
kievit	4	6	6	4	6	6	6	8	9
wulp	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

9.2.4 Aanvaringsslachtoffers onder seizoenstrekkers

Seizoenstrek vindt over het algemeen op grote hoogte plaats waardoor het aanvaringsrisico voor vogels op seizoenstrek met de windturbine dan relatief laag is. Bepaalde weersomstandigheden, zoals sterke tegenwind of mist, kunnen er wel voor zorgen dat de vlieghoogte van deze vogels afneemt, waardoor het risico op een aanvaring toeneemt. Vanwege het relatief grote aantal vogels dat tijdens seizoenstrek

het plangebied passeert, zullen tijdens dergelijke risicovolle omstandigheden meerdere vogels met de windturbine kunnen botsen, vooral in het donker wanneer de windturbine minder goed zichtbaar is.

Op jaarbasis vallen naar schatting 200-400 aanvaringsslachtoffers onder vogels. Het overgrote deel van deze slachtoffers zal vallen onder vogels tijdens hun seizoenstrek. Het gaat hierbij om tientallen soorten, op basis van deskundigenoordeel (zie bijvoorbeeld ook trektelpost Springertduin bij Ouddorp op trektellen.nl) trekken jaarlijks minimaal vele tientallen soorten over het plangebied. Voor algemene soorten, die in zeer grote aantallen het plangebied passeren, zoals lijsters, roodborst en spreeuw, kunnen op jaarbasis per soort enkele tientallen individuen slachtoffer worden van een aanvaring met de geplande windturbine. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend. Voor schaarse soorten, die in kleine aantallen het plangebied passeren, zoals roerdomp, kwartel en ransuil, zal jaarlijks <1 individu slachtoffer worden van een aanvaring met de windturbine.

9.3 Verstoring in de gebruiksfase

Ten gevolge van het geluid, de beweging en/of de fysieke aanwezigheid van (draaiende) windturbines kunnen vogels verstoord worden. Door de verstorende werking is het leefgebied in de directe omgeving van windturbines minder geschikt. Hierdoor kunnen vogels een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark verlaten. De verstoringsafstand verschilt per soort, ook de mate waarin vogels verstoord worden verschilt tussen soorten. Dergelijke effecten zijn met name aangetoond voor rustende vogels, maar ook voor foeragerende watervogels (zie bijlage 3 en ook hoofdstuk 5 voor uitgangspunten).

9.3.1 Verstoring van broedvogels

Uit onderzoek is gebleken dat windturbines in het algemeen slechts in beperkte mate een verstorende invloed hebben op vogels die broeden (bijlage 3). Bij veel soorten zijn in het geheel geen verstorende effecten in de broedperiode aangetoond, en waar dat wel het geval is zijn de effectafstanden geringer dan die buiten de broedperiode. Doordat vogels doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner. Verstoring van kwalificerende broedvogelsoorten is, vanwege de geringe verstoringsafstanden van windturbines (veelal 50 m of minder, maximaal 200 m, zie bijlage 3), in geen van de onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind aan de orde. De (zeer) beperkte verstoringseffecten in de gebruiksfase van het windpark zullen de gunstige staat van instandhouding van landelijk algemene(re) broedvogelsoorten niet beïnvloeden.

In en nabij het plangebied foerageren bruine kiekendieven die gebonden zijn aan Natura 2000-gebied Haringvliet. Daarnaast broedt minimaal één paar bruine kiekendieven nabij het plangebied. Kiekendieven zijn weinig verstoringsgevoelig voor windturbines. In verschillende studies waarin de effecten van windturbines op

broedende kiekendieven zijn onderzocht, zijn geen statistisch aantoonbare effecten gevonden van windturbines op het aantal nesten, nestplaatskeuze en/of foerageeractiviteit en -areaal (Whitfield & Madders 2006, Grajetzky *et al*. 2008, Joest *et al*. 2008, Hernandez-Pliego *et al*. 2013, Robinson *et al*. 2013). Ook in de Wieringermeer, een bolwerk van de bruine kiekendief in Nederland, broedt de soort regelmatig vlakbij windturbines (Hartman *et al*. 2013). Gezien de eerder aangehaalde onderzoeken en de afstand van enkele honderden meters tussen de windturbines is verstoring voor de onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind uitgesloten.

9.3.2 Verstoring niet-broedvogels

In hoofdstuk 4 is reeds bepaald dat een beperkt aantal niet-broedvogelsoorten een effect van verstoring kan ondervinden, namelijk soorten met een binding met plangebied vanwege de foerageerfunctie (ganzen, wilde eend, smient en steltlopers) en soorten waarvoor het buitendijkse gebied een rust- of slaapplaatsfunctie heeft (o.a. lepelaar, kleine zwaan, ganzen en eenden).

Futen
Als gevolg van windturbines kunnen verstorende effecten op de fuut optreden binnen een afstand van 150 m. Voor alle geplande windturbines (alle alternatieven) geldt dat binnen deze verstoringscontour geen open water van het Haringvliet aanwezig is (figuur 5.1), zodat met zekerheid in alle alternatieven geen sprake is van verstoringseffecten op de fuut.

Aalscholver en lepelaar
Als gevolg van windturbines kunnen verstorende effecten op aalscholvers optreden binnen een afstand van 50 m. Binnen deze verstoringscontour van de geplande turbines (alle alternatieven) valt geen open water, zodat met zekerheid in alle alternatieven geen sprake is van verstoringseffecten op de aalscholver.

Voor lepelaar, zie paragraaf 6.4.3 voor beschrijving. Hoewel de lepelaar voorkomt op de Plaat van Scheelhoek, staat het niet bekend als een bekende rust- en/of slaapplaats voor de lepelaar. Deze soort bevindt zich meer verspreid over het Natura 2000-gebied zodat deze soort voldoende alternatieve locaties heeft om te rusten of slapen binnen het Natura 2000-gebied Haringvliet. Bovendien reikt de verstoringscontour van 250 m niet of nauwelijks tot op de Plaat van Scheelhoek, zodat met zekerheid in alle alternatieven geen sprake is van verstoringseffecten op de lepelaar.

Kleine zwaan en ganzen
De kleine zwaan komt overdag zeer weinig voor in de binnendijkse en buitendijkse gebieden in en nabij het plangebied, zodat in alle alternatieven verstoring van foerageergebied te verwaarlozen is.

De grauwe gans en brandgans en (veel mindere mate) kolgans zijn regelmatig in grotere aantallen aanwezig in zowel de binnendijkse als buitendijkse gebieden in en

nabij het plangebied, zodat verstoring van binnendijks foerageergebied of buitendijkse slaapplaatsen niet op voorhand kan worden uitgesloten. In het verstoorde gebied kan 80% van de ganzen verstoord worden bij aanwezigheid van de geplande windturbines. De ganzen waarvoor het leefgebied nabij de geplande windturbines minder geschikt wordt kunnen echter elders buiten het plangebied en in de directe omgeving voldoende geschikt foerageerhabitat vinden omdat alternatieve foerageergebieden binnen een actieradius van 30 kilometer in de nabije omgeving van het plangebied ruim voorhanden zijn. Op basis van de veldonderzoeken en gegevens van de provincie blijkt dat genoemde ganzensoorten op het westelijk deel van Goeree-Overflakkee een groot gebied gebruiken als foerageergebied (zie hoofdstuk 6). De ganzen waarvoor het leefgebied nabij de geplande windturbines minder geschikt wordt kunnen elders buiten het plangebied en in de directe omgeving voldoende geschikt foerageerhabitat vinden. Op grond van deze bevindingen wordt uitgesloten dat de geplande turbines een blijvend verstorend effect zullen hebben op de populaties van genoemde ganzensoorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. De maatgevende verstoring is nul. Dit geldt voor alle alternatieven, deze zijn niet onderscheidend voor dit aspect.

Specifiek voor de ganzenslaapplaats van het Zuiderdiep geldt dat deze benut wordt door de grauwe gans en brandgans. Onder meer kleine zwanen en kolganzen slapen vooral op de Slikken van Flakkee. De kleine zwaan (met ook veel brandganzen) slaapt daarnaast in kleinere aantallen ook op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek. Voor zowel kolgans als kleine zwaan geldt dus dat deze slapen buiten de verstorende invloedsfeer van windturbines (die immers 400 meter bedraagt). Voor zowel kolgans als kleine zwaan is in alle alternatieven een effect van verstoring van slaapplaatsen uitgesloten.

Op het Zuiderdiep slapen in de winter regelmatig meer dan duizend grauwe ganzen en brandganzen. Afhankelijk van de alternatief kunnen de windturbines aan de westkant een relatief groot deel van de slaapplaats op het Zuiderdiep verstoren. Een deel van de ganzen zal na realisatie van de windturbines elders in het Natura 2000-gebied gaan slapen. Dat kan binnen de Plaat van Scheelhoek, maar ook elders binnen het Natura 2000-gebied. Het is echter niet uit te sluiten dat een (onbekend) deel van de ganzen het Natura 2000-gebied definitief verlaat. Verstoring van deze slaapplaats is, in het kader van de Wnb gebiedenbescherming, als een belangrijk negatief effect gescoord. Alternatieven A1, A2 en C1 scoren hiervoor het meest negatief (meeste overlap verstoringscontour met Zuiderdiep, belangrijk negatieve effecten), andere alternatieven scoren licht negatief omdat de invloedssfeer van de geplande windturbines veel minder ver over het Zuiderdiep reikt (tabel 9.3).

Tabel 9.3 Scores van de zes onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind voor het aspect verstoring van de ganzenslaapplaats op het Zuiderdiep. Aangenomen is dat binnen een alternatief verschillende typen windturbines (bijvoorbeeld binnen alternatief A2) niet leiden tot andere verstoringseffecten (zie toelichting in hoofdstuk 5).

alternatief	aantal turbines met verstoring in Zuiderdiep (en nummer van turbines)	score
A1	4 (1 t/m 4)	- -
A2	5 (1 t/m 5)	- -
B1	1 (1)	-
B2	2 (1 en 2)	-
C1	4 (1 t/m 4)	- -
C2	2 (17 en 18)	-

Wilde eend en smient

Als gevolg van windturbines kunnen verstorende effecten op wilde eend en smient optreden binnen een afstand van 150 m. Binnen deze verstoringscontour van de geplande turbines valt in geen van de onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind open water van het Haringvliet, zodat geen van de alternatieven verstoringseffecten voor rustende eenden optreden. Wilde eenden en smienten foerageren met name 's nachts op oogstresten op akkers en/of op gras. Door de plaatsing van de turbines wordt een deel van de binnen- en buitendijkse foerageergebieden minder aantrekkelijk voor wilde eenden en smienten. Aangezien beide eendensoorten een actieradius (afstand tussen rust- en foerageergebied) tot ca. 10 kilometer hebben (van der Vliet *et al*. 2011) betreft het verstoorde gebied slechts een fractie (<1%) van het totaal beschikbare areaal foerageergebied in het plangebied en de omgeving. Voor wilde eenden en smienten die verstoord worden, is in de directe omgeving voldoende alternatief foerageergebied aanwezig in de vorm van agrarisch gebied. De maatgevende verstoring is nul. Dit geldt voor alle alternatieven, deze zijn niet onderscheidend voor dit aspect.

Overige eenden en meerkoet

Voor bergeend, krakeend, wintertaling, pijlstaart, slobeend, kuifeend en topper wordt een verstoringsafstand van 150 m aangehouden, voor meerkoet 50 m. Binnen deze verstoringscontour van de geplande turbines valt in geen van de zes alternatieven van het windpark open water van het Haringvliet, zodat geen verstoringseffecten op deze soorten optreden.

Steltlopers

Het plangebied wordt vooral benut door goudplevier, kievit en wulp als foerageergebied en/of dagrustplaats. Buitendijks verblijven ook grotere aantallen steltlopers (voornoemde soorten, maar ook grutto en kluut) op de Plaat van Scheelhoek. Voor de steltlopersoorten geldt dat windturbines tot op ruim 150 m afstand een verstorende werking kunnen hebben op niet-broedende exemplaren (tabel 5.2). In theorie betekent dit dat delen van het binnendijkse foerageer- en

rustgebied nabij de windturbines door steltlopers kan worden gemeden, de buitendijkse gebieden liggen ruim buiten de verstoringscontour.

Goudplevier en kievit foerageren met name 's nachts op akkers en/of gras, terwijl wulpen dit vooral overdag doen. Aangezien de genoemde steltlopersoorten een maximale actieradius van tussen ca. 10 en 15 kilometer hebben (van der Vliet *et al*. 2011) kunnen zij in de nabijheid van het plangebied ook andere geschikte foerageer- en rustgebieden bereiken en is dit ook voorhanden. De maatgevende verstoring is nul. Dit geldt voor alle alternatieven, deze zijn niet onderscheidend voor dit aspect.

9.4 Barrièrewerking in de gebruiksfase

In algemene zin is er sprake van een effectieve barrière als vogels door een windpark hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken of dergelijke gebieden in belangrijke mate minder functioneel worden. Voor Windpark Kroningswind geldt in alle alternatieven dat noord-zuid verplaatsingen en west-oost verplaatsingen van watervogels zowel om het windpark als tussen de windturbines door kunnen plaatsvinden. Bij dergelijke relatief korte lijnopstellingen (maximaal 4 km lengte) bestaan voldoende mogelijkheden voor vogels om voor het windpark uit te wijken of tussen de turbines door te vliegen (tussenruimte 400 m of veelal meer). Dit laatste is regelmatig waargenomen in windparken met kleinere tussenruimtes tussen de windturbines dan in Windpark Kroningswind (o.a. Fijn *et al*. 2007 en Verbeek *et al*. 2012 ten aanzien van ganzen en kleine zwaan en Prinsen *et al*. 2013 ten aanzien van lepelaar en meeuwen). De foerageervluchten van lepelaar, ganzen, eenden en meeuwen zijn bovendien vele kilometers lang en de extra inspanning voor het eventuele omvliegen vallen in het niet bij de energetische kosten van de normale dagelijkse foerageer- en slaapvluchten. Er is in geen van de alternatieven sprake van barrièrewerking waarin foerageergebieden of slaapplaatsen onbereikbaar worden. Hooguit is sprake van enige hinder (vogels die omvliegen), dit is afhankelijk van het aantal windturbines en lijnopstellingen en de ruimte hiertussen en is voor de onderzochte alternatieven gescoord in tabel 9.4. De alternatieven zijn niet onderscheidend voor dit aspect.

Tabel 9.4 Scores van de zes onderzochte alternatieven van Windpark Kroningswind voor het aspect barrièrewerking (hinder). Aangenomen is dat binnen een alternatief verschillende typen windturbines (bijvoorbeeld binnen alternatief A2) niet leiden tot andere barrièrewerking.

alternatief	score	toelichting
A1	0/-	tussenruimte > 500m, veel ruimte tussen 2 lijnopstellingen
A2	0/-	tussenruimte 400-450 m, veel ruimte tussen 2 lijnopstellingen
B1	0/-	tussenruimte > 500m, veel ruimte tussen 2 lijnopstellingen
B2	0/-	tussenruimte 400-450 m, veel ruimte tussen 2 lijnopstellingen
C1	0/-	tussenruimte > 500m, veel ruimte tussen 3 lijnopstellingen
C2	0/-	tussenruimte 400-450 m, veel ruimte tussen 3 lijnopstellingen

10 Effecten op vleermuizen

10.1 Bepaling van effecten

De volgende effecten op vleermuizen kunnen in theorie optreden:

- Aantasting van verblijfplaatsen in gebouwen of bomen in de aanlegfase (inclusief doorsnijding van vliegroutes en vernietiging essentieel foerageergebied);
- Verstoring van verblijfplaatsen in de aanlegfase;
- Verstoring van verblijfplaatsen in de gebruiksfase;
- Sterfte in de gebruiksfase.[7]

Deze effecten worden achtereenvolgens besproken in de volgende paragrafen.

10.2 Aantasting of verstoring van verblijfplaatsen

Voor de bouw van de toekomstige turbines worden geen gebouwen gesloopt. Voor de bouw van de turbines en de aanleg van de toegangswegen zullen mogelijk bomen gekapt moeten worden. Voor aanvang van de kapwerkzaamheden zullen de bomen (nogmaals) gecontroleerd worden op de aanwezigheid van vaste rust- en verblijfplaatsen van vleermuizen. Wanneer een verblijfplaats wordt aangetroffen in (of nabij) een te kappen boom is ontheffing van verbodsbepalingen zoals genoemd in artikel 3.5 van de Wnb nodig. Zodra bekend is om welke bomen het precies gaat, zal ook nader onderzocht worden in hoeverre sprake is van aantasting of vernietiging van een foerageergebied of vliegroute.

De toekomstige turbines zijn gepland op plaatsen die momenteel een intensief agrarisch gebruik hebben. Deze plaatsen hebben voor vleermuizen geen bijzondere betekenis. Het ruimtebeslag van de turbines is bovendien zeer beperkt.

Alle bekende kraam- en zomerverblijfplaatsen van gewone dwergvleermuizen bevinden zich in het oosten van het plangebied (zie hoofdstuk 7) en bevinden zich in alle alternatieven op meer dan 400 m van de geplande windturbines. Enkele van de vastgestelde paarplaatsen van gewone dwergvleermuizen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk bevinden zich op minder dan 100 meter afstand van de geplande windturbines. In alternatief A2 gaat het om één paarverblijf, in alle andere alternatieven betreft het 3-4 paarverblijven. Alleen in alternatief A1 liggen alle bekende paarverblijven met zekerheid buiten de invloedssfeer van de geplande windturbines. Verstoring zal niet optreden wanneer uitsluitend overdag gewerkt wordt. Verstoring kan daarnaast worden voorkomen door buiten de paartijd (augustus – begin oktober) te werken of door passende maatregelen te treffen (zie hoofdstuk 14).

[7] In de gebruiksfase van het windpark kan sterfte optreden van vleermuizen als gevolg van aanvaringen met de draaiende rotorbladen èn als gevolg van een barotrauma bij bijna-aanvaringen. Barotrauma zijn meestal interne verwondingen als gevolg van grote drukveranderingen in de wervelingen rond het rotorblad. In de tekst wordt bij aanvaringen beide doodsoorzaken bedoeld.

De bomenrijen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk vormen een belangrijke vlieg- en foerageerroute van de gewone en de ruige dwergvleermuis. Plaatsing van turbines op minder dan 50 m van deze dijken in alternatief B1, B2, C1 en C2 kan leiden tot aantasting van deze vlieg- en foerageerroutes. Indien de bouw van windturbines langs deze dijken wordt uitgevoerd in de tijd van het jaar waarin vleermuizen actief zijn (van 1 maart tot 15 oktober) dan kan eventuele verstoring van de aanwezige vliegroute van dwergvleermuizen langs de bomenrijen langs de dijk optreden. Door het nemen van passende maatregelen kan dit voorkomen worden (zie hoofdstuk 14).

10.3 Verstoring van verblijfplaatsen in de gebruiksfase

Verstoring van verblijfplaatsen door in gebruik zijnde windturbines is in directe zin niet aan de orde. Vleermuizen worden zelfs aangetrokken door windturbines en volgens sommigen wordt dit (deels) veroorzaakt doordat vleermuizen de windturbines aanzien voor een potentiële verblijfplaats (Cryan & Barclay 2009). Windturbines op zee worden incidenteel door ruige dwergvleermuizen gebruikt als tijdelijke verblijfplaats. Het functioneren van verblijfplaatsen kan wellicht worden aangetast wanneer de windturbines zodanig worden geplaatst dat de afstand tussen de verblijfplaatsen en de tip van de rotor minder dan 50 meter bedraagt. In dat geval zou het gebruikelijke zwermgedrag rond een verblijfplaats bemoeilijkt kunnen worden. Alle verblijfplaatsen bevinden zich op meer dan 100 meter afstand van de geplande turbinelocaties. Enkele paarplaatsen van gewone dwergvleermuis bevinden zich op minder dan 100 meter afstand van de dichtstbijzijnde geplande windturbine (zie paragraaf 10.2). Om de volgende redenen wordt verwacht dat de toekomstige windturbines in de gebruiksfase geen belemmering vormen voor het functioneren van deze paarplaatsen. Van Straalen & van der Valk (2014) vonden langs het Haringvliet geen verschil in het aantal paarplaatsen in de delen van de bomenrij op korte afstand van windturbines en de delen die daar verder vanaf stonden.

Het zwermgedrag vindt plaats nabij de invliegopening van de verblijfplaats. Dit zijn scheuren van grote takken en ruimte onder schors van de hoofdstam die zich onder de boomkronen bevindt. De ruimte waar de vleermuizen zwermen wordt hierdoor fysiek gescheiden van de windturbines door het bladerdek van de boomkronen.

Om dezelfde redenen is er geen reden om aan te nemen dat het functioneren van vliegroutes negatief kan worden beïnvloed in de gebruiksfase van de windturbines. In de huidige situatie bevindt zich bij Battenoord (Overflakkee) een windturbine op ongeveer 15 m afstand van een vliegroute van gewone en ruige dwergvleermuizen. Ondanks de operationele windturbine functioneert deze vliegroute (waarnemingen Bureau Waardenburg). De geplande windturbines (in alternatief B1, B2, C1 en C2) zijn op grotere afstand (ongeveer 50 m) van bestaande vliegroutes langs bomenrijen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk gepland (in alternatief A1 en A2 staan de turbines > 400 m afstand). Effecten van de exploitatie van de toekomstige windturbines op deze vliegroutes zijn daarom niet te verwachten. Dit geldt voor alle alternatieven.

10.4 Sterfte in de gebruiksfase

10.4.1 Achtergrond

In zijn algemeenheid geldt voor het optreden van vleermuisslachtoffers in windparken het volgende. Vleermuissoorten die zijn aangepast aan het vliegen en het foerageren in een open omgeving lopen het grootste risico om slachtoffer te worden. In Nederland lijkt de kans het grootst dat de ruige dwergvleermuis, de gewone dwergvleermuis en de rosse vleermuis als slachtoffer van een aanvaring met een windturbine zullen worden gevonden. Dit zijn de zogenaamde risicosoorten als het gaat om aanvaringen met windturbines. De kans op slachtoffers is het grootst op locaties in bos en op locaties waar gestuwde trek plaatsvindt (kustzone, oevers grote meren). Ook op korte afstand van bos en bomenrijen is sprake van een verhoogd risico op slachtoffers.

Er is geen eenduidig effect van het opschalen van windturbines in relatie tot risico's op aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen. De technische aspecten (ashoogte, rotordiameter) van de geplande windturbines worden in onderhavige beoordeling dan ook niet als onderscheidend criterium meegenomen (zie ook kader hieronder).

Meer achtergrondinformatie over het optreden van vleermuisslachtoffers in windparken is beschikbaar in bijlage 4.

10.4.2 Aanwezigheid risicosoorten in plangebied

Twee risicosoorten komen veel voor in het plangebied: gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis. In de tijd van het jaar waarin slachtoffers het meest optreden zijn beide soorten ongeveer even talrijk in het plangebied (zie ook de waarnemingen op hoogte in hoofdstuk 7). De rosse vleermuis, laatvlieger en tweekleurige vleermuis zijn beduidend minder talrijk (zie ook hoofdstuk 7). Omdat deze soorten minder dan één procent van het totaal aantal vleermuis-waarnemingen op hoogte uitmaakt (tabel 7.1), is additionele sterfte als gevolg van het windpark bij deze soorten uit te sluiten, incidenten daargelaten.

Andere vleermuissoorten die in het plangebied voorkomen, worden hier buiten beschouwing gelaten, omdat ze niet als risicosoorten worden beschouwd (zie voor achtergrondinformatie bijlage 4).

10.4.3 Risicolocaties en aantal slachtoffers

Op grond van literatuurgegevens, kennis over het landschapsgebruik van vleermuizen in het algemeen en de door Bureau Waardenburg vastgestelde verspreidingspatronen in het plangebied, zijn de turbinelocaties in twee verschillende categorieën ingedeeld, op basis van het **verwachte** aantal aanvaringsslachtoffers:

1 Locaties met een verhoogd risico op aantal slachtoffers;
2 Locaties met een laag risico op aantal slachtoffers.

Windturbines met verhoogd risico op slachtoffers

Windturbines nabij de Oude Dijk, Kraaijenissedijk, Zuiderdiepweg of haven van Dirksland hebben een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers; dit zijn dijken/wegen met beplanting die essentiële vliegroutes voor vleermuizen vormen (zie hoofdstuk 7). De nabijheid van bosjes en bomenlanen heeft een positief effect op de vleermuisactiviteit op gondelhoogte en daarmee het aantal slachtoffers (Brinkmann *et al.* 2011). Voorzichtigheidshalve is in deze rapportage gerekend met een invloedssfeer van 200 m. In tabel 10.1 is weergegeven hoeveel turbines in elke alternatief binnen 200 m van voornoemde dijken/wegen staan. Deze turbines hebben een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen.

Tabel 10.1 Aantal windturbines per alternatief dat binnen 200 m van opgaande begroeiing gepland is met veel vleermuisactiviteit (zie figuur 7.2 en 7.3). Er is geen onderscheid gemaakt tussen turbinetypes in de alternatieven.

Alternatief	Aantal windturbines binnen 200 meter van hoge begroeiing	Aantal windturbines in open gebied (lage risicolocaties)
A1	2	12
A2	3	15
B1	13	0
B2	18	0
C1	8	12
C2	14	12

Het aantal aanvaringsslachtoffers per windturbine bedraagt in half open agrarisch gebied doorgaans 2-5 exemplaren per jaar (Rydell *et al.* 2010). Op plaatsen waar veel migratie plaatsvindt, zoals langs de kust of oevers van grote meren, kan het aantal slachtoffers oplopen tot 10-15 per turbine per jaar (Rydell *et al.* 2010), hiervan is in het plangebied van Windpark Kroningswind geen of nauwelijks sprake (zie hoofdstuk 7). Voor turbines met een verhoogd risico op slachtoffers is hier aangenomen dat er 5 vleermuisslachtoffers per jaar vallen.

Windturbines met laag risico op slachtoffers

De overige windturbines liggen in intensief gebruikt grasland of akkers (tabel 10.1). Hier zijn relatief weinig vleermuizen waargenomen. Het aantal slachtoffers per turbine per jaar is voor windturbines in soortgelijke gebieden ongeveer 1 (Rydell *et al*. 2010, Limpens *et al.* 2013). In Windpark Herkingen op Goeree-Overflakkee zijn tijdens het slachtofferonderzoek geen vleermuisslachtoffers gevonden (Limpens *et al.* 2013). Voor windturbines met een laag risico op slachtoffers is hier voorzichtigheidshalve , gerekend met 2 slachtoffers per jaar omdat de turbines in de kustzone staan.

Ashoogte, rotordiameter en vleermuisslachtoffers

Het effect van het opschalen van turbines op het aantal vleermuisslachtoffers is niet eenduidig. Gemeten op dezelfde locatie is de activiteit van vleermuizen op grondhoogte vele malen hoger dan op gondelhoogte (Brinkmann *et al.* 2011, Limpens *et al.* 2013). Ook wanneer uitsluitend de gegevens van activiteitsmetingen vanaf gondelhoogte gebruikt worden dan neemt de activiteit significant af met toenemende hoogte (Brinkmann *et al*. 2011). De activiteit op gondelhoogte hangt samen met het aantal slachtoffers (Brinkmann *et al*. 2011). Wanneer de rotordiameter constant is, kan daarom aangenomen worden dat ook het aantal slachtoffers afneemt met toenemende ashoogte. De risicosoorten komen echter nog altijd (in geringe mate) voor op grotere hoogte (>100 m). Hier staat tegenover dat grotere turbines een groter oppervlak hebben dat door de rotorbladen wordt bestreken. Dit oppervlak neemt bij opschaling niet recht evenredig toe met de ashoogte maar zelfs tot de tweede macht. Met toenemende rotordiameter is dus een toename van het aantal slachtoffers te verwachten. In de regel neemt de rotordiameter altijd toe met toenemende ashoogte waardoor de twee parameters niet onafhankelijk van elkaar beoordeeld kunnen worden.

Deze twee genoemde effecten werken in tegengestelde richting waardoor het effect van opschaling niet eenduidig is. Precies om deze reden wordt een verband tussen vleermuisslachtoffers aan de ene kant en rotordiameter, minimale tiphoogte en ashoogte aan de andere kant door sommigen wel en door anderen niet gevonden (Barclay *et al.* 2007, Rydell *et al.* 2010, Seiche *et al*. 2008).

10.4.4 Schatting van het aantal slachtoffers per opstelling

Het aantal vleermuisslachtoffers dat naar schatting per alternatief van het Windpark Kroningswind per jaar zal vallen, is weergeven in tabel 10.2. Het gaat bij de zes alternatieven om maximaal 34-94 slachtoffers per jaar (alle soorten samen).

Tabel 10.2 Schatting van het aantal vleermuisslachtoffers op jaarbasis van het Windpark Kroningswind voor de zes alternatieven. Onderbouwing van de aantallen is beschreven in paragraaf 10.4.3.

alternatief	aantal windturbines	totaal aantal slachtoffers per jaar
A1	14	34
A2	18	45
B1	13	65
B2	18	90
C1	20	64
C2	26	94

De getallen in tabel 10.2 moet gelezen worden als een raming op basis van gegevens die een onzekerheidsmarge hebben. Het geeft een orde van grootte aan, die gebruikt kan worden om effecten te duiden; door de aanpak zijn het worst case situaties; erger dan vermeld zal het niet zijn. Alternatieven A hebben duidelijk minder slachtoffers dan

de alternatieven B en C. Hiervan resulteren alternatieven B2 en C2 in het grootste aantal slachtoffers onder vleermuizen.

In het plangebied komen twee soorten vleermuizen voor met een (relatief) grote kans om slachtoffer te worden van windturbines, namelijk gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis (zie §10.4.2). Op basis van hun voorkomen in het plangebied wordt aangenomen dat van de slachtoffers 50% ruige dwergvleermuizen zijn en 50% gewone dwergvleermuizen. Voor andere soorten is jaarlijkse sterfte uitgesloten.

11 Effectbeoordeling Natura 2000-gebieden

In dit hoofdstuk wordt besproken of, in het kader van de Wnb (onderdeel gebiedenbescherming), door Windpark Kroningswind significant negatieve effecten kunnen optreden op Natura 2000-gebieden. In §5.3 is het begrip significantie al nader toegelicht.

In hoofdstuk 4 is beargumenteerd welke broed- en niet-broedvogelsoorten uit de nabijgelegen Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen, Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek een binding hebben met het plangebied of het plangebied regelmatig passeren. De effecten (verstoring en/of verslechtering) op deze vogelsoorten zijn beschreven in hoofdstuk 9 en worden hieronder in het kader van de Wnb beoordeeld. De overige soorten of habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden in de ruime omgeving van het plangebied zijn opgesteld hebben geen relatie met het plangebied en ondervinden in geen geval effecten (verstoring en/of verslechtering) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind (zie hoofdstuk 4).

In §11.1 t/m §11.6 worden de effecten van Windpark Kroningswind in eerste instantie op zichzelf beoordeeld en vervolgens ook in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten beoordeeld.

11.1 Beoordeling van effecten op habitattypen

Er vinden geen werkzaamheden plaats binnen de grenzen van een Natura 2000-gebied en er is geen sprake van relevante emissie van schadelijke stoffen naar lucht, water en/of bodem of van verandering in grond- en oppervlaktewateren. Verslechtering van de kwaliteit van natuurlijke habitats in nabijgelegen Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind is met zekerheid uitgesloten.

11.2 Beoordeling van effecten op soorten van Habitatrichtlijn

De nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn. Geen van deze soorten heeft binding met het plangebied (zie hoofdstuk 4). Er bestaat voor deze soorten geen relatie met het plangebied en verslechtering van de kwaliteit van het natuurlijke habitat van deze soorten in deze Natura 2000-gebieden als gevolg van de bouw en het gebruik van het windpark zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

11.3 Beoordeling van effecten op broedvogels

Van de broedvogelsoorten waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, hebben alleen de lepelaar, bruine kiekendief, zwartkopmeeuw, grote stern en visdief (mogelijk) een binding met het plangebied (hoofdstuk 6). Een relatief kleine fractie van de populaties van deze soorten in Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen en of Voornes Duin foerageert in het plangebied en omgeving of passeert dit tijdens dagelijkse foerageervluchten vanuit de kolonies (hoofdstuk 6). In hoofdstuk 9 is onderbouwd dat additionele sterfte onder voornoemde soorten incidenten betreft. Significante effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor broedvogelsoorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Verstoringseffecten zijn voor geen van voornoemde broedvogelsoorten aan de orde vanwege de grote afstand tussen broedkolonies en het windpark. Er is geen sprake van maatgevende verstoring: vogels zullen (de directe omgeving van) het plangebied niet verlaten zodat in dit geval ook geen verslechtering van de kwaliteit van het leefgebied optreedt. Significant verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op de broedpopulaties van aanwijssoorten in nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

11.4 Beoordeling van effecten op niet-broedvogels

Van de niet-broedvogelsoorten waarvoor de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen, hebben alleen kleine zwaan, kolgans, grauwe gans, brandgans, smient, wilde eend, goudplevier, kievit en wulp mogelijk een binding met het plangebied of passeren het plangebied met enige regelmaat (hoofdstuk 4 en 6). Significant verstorende effecten (inclusief sterfte) van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van niet-broedvogels van de overige Natura 2000-gebieden in de omgeving en van de overige soorten niet-broedvogels van Natura 2000-gebied Haringvliet en Grevelingen zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft in het kader van de Wnb in theorie mogelijk een effect op de populaties van de voornoemde 9 soorten. Voor het Haringvliet en de Grevelingen geldt voor deze soorten een behoudsdoelstelling (behoud van omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor in het aanwijzingsbesluit genoemde populaties).

Aanlegfase
In de aanlegfase is maatgevende verstoring (effect op draagkracht van het gebied) uitgesloten. In de aanlegfase zullen de verstorende effecten voor deze soorten slechts tijdelijk van aard en beperkt van omvang zijn en is er in de (ruime) omgeving van plangebied voldoende alternatief foerageergebied beschikbaar waar de tijdelijk verstoorde vogels gebruik van kunnen maken. Significant verstorende effecten van de

aanleg van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van genoemde soorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Gebruiksfase
In §9.2.3 is voor de gebruiksfase een overzicht gepresenteerd van de berekende aantallen **aanvaringsslachtoffers** van de Natura 2000-soorten die een binding hebben met het plangebied van Windpark Kroningswind of het plangebied regelmatig passeren.

Voor kleine zwaan, kolgans en wulp geldt voor alle alternatieven dat het berekende aantal aanvaringsslachtoffers met zekerheid (ruim) minder dan één slachtoffer per jaar in het gehele windpark betreft. Dit is te beschouwen als incidentele sterfte.

Voor grauwe gans, brandgans, smient, wilde eend, goudplevier en kievit worden, afhankelijk van de soort en alternatief, op jaarbasis één, enkele, meerdere of circa een tiental slachtoffers op jaarbasis berekend (tabel 9.2). Dit aantal aanvaringsslachtoffers ligt voor elke soort en elk alternatief onder de 1%-mortaliteitsnorm van de betrokken populaties in de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen (tabel 11.1). De additionele sterfte is derhalve te beschouwen als 'een verwaarloosbaar kleine kans op sterfte als gevolg van het project'[8]. Hierbij is nadrukkelijk meegenomen dat in onderhavige situatie het aantal slachtoffers per soort niet in zijn geheel aan een enkel Natura 2000-gebied is toe schrijven (uitzondering kievit waarvoor alleen het Haringvliet is aangewezen). Voor goudplevier zal bijvoorbeeld een (onbekend) deel van de vogels in het plangebied binding vertonen met het Haringvliet en het andere deel met de Grevelingen. Het totale aantal slachtoffers dient derhalve over beide Natura 2000-gebieden te worden verdeeld[9]. Voor zowel goudplevier als kievit geldt tenslotte dat de vogels, die overdag buiten deze Natura 2000-gebieden in binnendijkse agrarische gebieden verblijven, voor een onbekend deel geen binding heeft met deze Natura 2000-gebieden. Ook dit leidt voor beide soorten tot een geringere in het kader van de Wnb-gebiedenbescherming te toetsen additionele sterfte.
Significant verstorende effecten (inclusief sterfte) van het gebruik van Windpark Kroningswind op de populaties niet-broedvogels waarvoor doelen zijn opgesteld voor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

[8] Zie uitspraak van ABRS van 8 februari 2012 in zaaknr. 201100875/1/R2.
[9] Omdat niet bekend is hoe deze verdeling het beste kan plaatsvinden, kan als oplossing worden getoetst aan de gecombineerde populaties in beide Natura 2000-gebieden waarbij onderkend wordt dat gedurende het seizoen uitwisseling tussen beide populaties plaats kan vinden.

Tabel 11.1 Berekend aantal aanvaringsslachtoffers bij de geplande windturbines in Windpark Kroningswind (range voor de alternatieven, zie tabel 9.2 voor details) voor een aantal niet-broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen (zie hoofdstuk 4 voor selectie). Berekeningen zijn uitgevoerd met het Flux-Collision model (zie bijlage 6 en hoofdstuk 5 voor toelichting). Voor iedere soort is de 1%-mortaliteitsnorm gegeven van de huidige populatie (als gemiddeld seizoensmaximum afgeleid van gegevens uit periode 10/11 - 14/15 op Sovon.nl) in beide Natura 2000-gebieden.

soort	ordegrootte	Haringvliet		Grevelingen	
	slachtoffers	1%-norm	populatie	1%-norm	populatie
grauwe gans	<1 - 1	20	12.000	7	4.100
brandgans	1 - 3	25	28.000	16	18.204
smient	2 - 3	89	19.000	52	11.000
wilde eend	6 - 12	33	9.000	24	6.500
goudplevier	1 - 2	2	790	11	4.000
kievit	4 - 9	18	6.200	nvt	nvt

Door **verstoring** in de gebruiksfase van het windpark kan een afname plaatsvinden van de **foerageermogelijkheden** voor ganzen, zwanen, enkele eenden- en steltlopersoorten (zie hoofdstuk 9). Windturbines kunnen tot op ruim 400 m afstand een verstorende werking hebben op niet-broedvogels (zie hoofdstuk 5 voor de gehanteerde soortspecifieke verstoringsafstanden). In theorie betekent dit dat delen van in potentie geschikt foerageergebied nabij de windturbines door vogels minder worden gebruikt of deels zal worden gemeden. In de praktijk zal een deel van het plangebied minder worden gebruikt. Daarnaast zijn in de ruime omgeving alternatieve binnendijkse foerageergebieden op grote schaal voorhanden (bijvoorbeeld agrarische gebieden op Goeree-Oostflakkee die nu ook al door de voornoemde soortgroepen worden benut, maar ook andere binnendijkse gebieden binnen de actieradius van bijvoorbeeld 30 km voor ganzen en minimaal 10 km voor zwanen, smient, wilde eend, goudplevier en kievit op Voorne-Putten en in de Hoekse Waard aan de noordkant van het Haringvliet). De maatgevende verstoring is nul. Dit geldt voor alle alternatieven, deze zijn niet onderscheidend voor dit aspect. Significant verstorende effecten van het gebruik van Windpark Kroningswind op de populaties niet-broedvogels waarvoor doelen zijn opgesteld voor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn ten aanzien van de foerageerfunctie en binnendijkse rustgebieden met zekerheid uit te sluiten.

Specifiek voor de ganzenslaapplaats van het Zuiderdiep geldt dat deze benut wordt door de grauwe gans en brandgans (zie hoofdstuk 6 en 9). Voor andere soorten niet-broedvogels waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen (bijvoorbeeld kolgans en kleine zwaan), zijn effecten van **verstoring van slaapplaatsen** uitgesloten (hoofdstuk 9). In hoofdstuk 9 is voor de verschillende alternatieven de potentiele verstoring van de ganzenslaapplaats op het Zuiderdiep kwalitatief bepaald. Met name voor alternatieven A1, A2 en C1 geldt dat de verstoringscontour van 400 m in belangrijke mate overlap vertoont met het Zuiderdiep en de slaapplaatsfunctie hiervan voor ganzen kan aantasten. Het is op basis van de huidige kennis niet goed in te schatten of en welk deel van de ganzenpopulaties het Natura 2000-gebied Haringvliet als gevolg van de verstoring definitief verlaat. Het gebruik van

slaapplaatsen kan van jaar tot jaar sterk variëren, o.a. als gevolg van afstand tussen de slaapplaats en op dat moment geschikte foerageergebieden, (andere) verstoringsbronnen (bijvoorbeeld recreatie, jacht, predatiedruk door bijvoorbeeld zeearend) en beschikbaarheid van alternatieven. Specifiek voor grauwe gans geldt dat de huidige aantallen in het Haringvliet ruim boven de aantallen genoemd in de instandhoudingsdoelstelling liggen (zie Sovon.nl) en enig verlies als gevolg van verstoring geen effect heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling. Significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor grauwe gans in Natura 2000-gebied Haringvliet zijn uitgesloten. Voor brandgans geldt dat de huidige aantallen in het Haringvliet net onder de aantallen genoemd in de instandhoudingsdoelstelling liggen (zie Sovon.nl). Het is daarom niet uit te sluiten dat verstoring van de slaapplaats resulteert in een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling. Dit geldt voor alternatieven A1, A2 en C1, waarin meer dan 1,5 km lengte van het Zuiderdiep geheel binnen de verstoringscontouren valt. Voor de andere alternatieven betreft dit hooguit enkele honderden meters en is de verstoring van de slaapplaatsfunctie van het Zuiderdiep voor brandganzen beperkt. Dit zal niet resulteren in een afname van het totaal aantal brandganzen in het Haringvliet.

In het geplande windpark bestaan voldoende mogelijkheden voor vogels om uit te wijken (bijvoorbeeld grote ruimte tussen de windturbines of vanwege de relatief korte lijnopstelling ook makkelijk omvliegen) zonder dat dit tot grote energetische verliezen leidt (hoofdstuk 9). Negatieve effecten op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van **barrièrewerking** zijn daarom uitgesloten, foerageer- of rustgebieden blijven goed bereikbaar.

11.5 Samenvatting beoordeling van effecten

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen (zie hoofdstuk 4). Voor de resterende soorten (9 broedvogelsoorten en 9 niet-broedvogelsoorten, zie hoofdstuk 4) is in hoofdstuk 9 onderzocht of deze soorten effecten (verstoring of additionele sterfte) van het windpark ondervinden. In voorliggend hoofdstuk is geconcludeerd dat, met uitzondering van brandgans, het totaaleffect van Windpark Kroningswind verwaarloosbaar klein is. Voor brandgans kan voor alternatieven A1, A2 en C1 niet worden uitgesloten dat verstoring van de slaapplaats op het Zuiderdiep resulteert in een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor deze soort in Natura 2000-gebied Haringvliet. Voor alle overige soorten broedvogels en niet-broedvogels zijn significant verstorende effecten (inclusief sterfte), zonder inbegrip van cumulatieve effecten, met zekerheid uit te sluiten (zie tabel 11.2). Dit geldt voor alle alternatieven.

Tabel 11.2 Samenvatting van de effectbeoordeling in het kader van de Wnb (onderdeel gebiedenbescherming) van de realisatie van Windpark Kroningswind. Het betreft een selectie van vogelsoorten waarvoor op voorhand effecten niet waren uitgesloten (zie hoofdstuk 4 voor afbakening). De beoordelingen representeren het totaaleffect op de populaties van soorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Instandhoudingsdoelstelling		Komt de soort in het plangebied geregeld mogelijk pleisterend of overvliegend voor en zo ja, dan mogelijk afkomstig uit N2000-gebied?	Zo ja, mogelijk effect op instand-houdingsdoel?	Zo ja, mogelijk significant effect?
Broedvogels Natura 2000-gebied Haringvliet				
A081	Bruine Kiekendief	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A132	Kluut	Nee, geen vliegroutes, maar foerageert wel dicht bij plangebied	Nvt	Nvt
A137	Bontbekplevier	Nee, geen vliegroutes, maar foerageert wel dicht bij plangebied	Nvt	Nvt
A138	Strandplevier	Nee, geen vliegroutes, maar foerageert wel dicht bij plangebied	Nvt	Nvt
A176	Zwartkopmeeuw	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A191	Grote stern	Ja, vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A193	Visdief	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A195	Dwergstern	Nee, vliegt niet door plangebied	Nvt	Nvt
Broedvogels Natura 2000-gebied Grevelingen				
A081	Bruine Kiekendief	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A193	Visdief	Nee, vliegt niet door plangebied	Nvt	Nvt
Broedvogels Natura 2000-gebied Voornes Duin				
A034	Lepelaar	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
Niet-broedvogels Natura 2000-gebied Haringvliet				
A037	Kleine Zwaan	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A041	Kolgans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A043	Grauwe Gans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A045	Brandgans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Niet uit te sluiten voor variant A1, A2 en C1 (verstoring slaapplaats)
A050	Smient	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A053	Wilde eend	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A140	Goudplevier	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A142	Kievit	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A160	Wulp	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
Niet-broedvogels Natura 2000-gebied Grevelingen				
A037	Kleine Zwaan	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A043	Grauwe Gans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A045	Brandgans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A050	Smient	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A053	Wilde eend	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A140	Goudplevier	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A160	Wulp	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee

11.6 Cumulatie van effecten

Uit voorgaande blijkt dat als gevolg van het geplande Windpark Kroningswind, met uitzondering van brandgans (zie hiervoor), hooguit verwaarloosbare effecten (in de vorm van verstoring, inclusief additionele sterfte, verslechtering is uitgesloten) zullen optreden op enkele soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Het is op voorhand niet uitgesloten dat de hiervoor genoemde hooguit geringe effecten van Windpark Kroningswind in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten in de omgeving alsnog kunnen leiden tot het optreden van significant verstorende effecten. In de omgeving van het Windpark Kroningswind bestaan enkele andere projecten, waarvoor recent toestemming in het kader van de Wnb (gebieden-bescherming) of toenmalige Natuurbeschermingswet 1998 is aangevraagd, maar die nog niet tot uitvoering zijn gebracht en die tot dezelfde effecten (vogelsterfte of wezenlijke verstoring) kunnen leiden als Windpark Kroningswind. Dit betreft voor het Natura 2000-gebied Haringvliet het nabijgelegen Windpark Haringvliet GO en Windpark Oostflakkee. Voor Natura 2000-gebied Grevelingen is in het cumulatie-onderzoek rekening gehouden met de effecten van Windpark Krammer, Windpark Suyderlandt en Windpark Blaakweg. Hierna wordt onderzocht of het effect van Windpark Kroningswind in cumulatie met de effecten van voornoemde windparken tot significant verstorende effecten (inclusief sterfte) kan leiden op de populaties van de in tabel 11.2 oranje gearceerde 14 vogelsoorten, die gebruik maken van broed-, slaapplaatsen en/of foerageergebieden in de Natura 2000-gebieden Haringvliet en/of Grevelingen.

Ten aanzien van verstoring van slaapplaatsen van brandgans in Natura 2000-gebied Haringvliet hebben voornoemde andere windparken geen effect; deze windparken liggen allen op >400 m afstand van het Haringvliet.

Jonkvorst & Kleyheeg-Hartman (2016) hebben voor Windpark Haringvliet GO berekend dat, met uitzondering van kievit, voor alle andere vogelsoorten waarvoor het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen, de additionele sterfte in het geplande windpark incidentele sterfte betreft (< 1 exemplaar op jaarbasis in het gehele windpark). Voor kievit wordt op jaarbasis één slachtoffer in het geplande windpark berekend (zie tabel 11.3). In Prinsen *et al*. (2017) is beargumenteerd dat voor de zwartkopmeeuwen afkomstig uit kolonies in het Haringvliet bij Windpark Oostflakkee sprake is van hooguit incidentele sterfte (< 1 exemplaar op jaarbasis in het gehele windpark) (tabel 11.3). Dit geplande windpark heeft geen effecten op andere soorten broed- of niet-broedvogels waarvoor Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen.

In Baptist (2014) is beargumenteerd dat voor de soorten die relevant zijn voor voorliggende cumulatiestudie bij Windpark Krammer sprake is van hooguit incidentele sterfte (< 1 exemplaar op jaarbasis in het gehele windpark)(tabel 11.3). Voor Windpark Blaakweg en Windpark Suyderlandt worden alleen voor wilde eend jaarlijks

aanvaringsslachtoffers verwacht (Prinsen & Smits 2017a, b). In tabel 11.3 zijn de berekende slachtoffers voor wilde eend in Windpark Suyderlandt en Windpark Blaakweg 50:50 verdeeld over de nabijgelegen Natura 2000-gebieden Grevelingen en Krammer-Volkerak, omdat op voorhand niet duidelijk is welke slachtoffers uit welk Natura 2000-gebied afkomstig zullen zijn.

Voor de meeste soorten is voor de voornoemde vijf windparken, waarmee dient te worden gecumuleerd, geen sprake van additionele sterfte of betreft het hooguit incidentele sterfte (<1 slachtoffer per jaar in het desbetreffende windpark). Cumulatie draagt voor deze soorten dus niets bij aan de additionele sterfte in Windpark Kroningswind. In paragraaf 11.5 is uitgesloten dat dit kan leiden tot effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van betrokken Natura 2000-gebieden. Als de effecten van voornoemde vijf windparken bij elkaar worden opgeteld, is niet uit te sluiten dat jaarlijks één slachtoffer valt onder **grauwe gans** (tabel 11.3). Dit is echter met zekerheid niet van invloed op het behoud van de omvang van de betrokken populaties omdat deze gecumuleerde additionele sterfte ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm ligt. In tabel 11.3 is ook de sterfte van de vogelsoorten **wilde eend** en **kievit** in Windpark Kroningswind in cumulatie met de sterfte van deze soorten in de andere windparken vergeleken met de 1%-mortaliteitsnormen voor de Grevelingen respectievelijk het Haringvliet. Voor beide soorten ligt de gecumuleerde additionele sterfte ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm en is ook in cumulatie een effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van beide Natura 2000-gebieden met zekerheid uitgesloten.

Tabel 11.3 Berekend aantal aanvaringsslachtoffers voor veertien vogelsoorten in Windpark Kroningswind (zie §6.4.2) en vijf andere windparken in oprichting/planning op/nabij Goeree-Overflakkee en 1%-mortaliteitsnorm van de betrokken populaties in de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen (zie toelichting in tekst). "-" = niet van toepassing voor betreffende cel in de tabel.

Tabel zie volgende pagina

Instandhoudingsdoelstelling		Aanvaringsslachtoffers										
		windpark Haringvliet GO	windpark Oostflakkee	windpark Suyderlandt	windpark Blaakweg	windpark Krammer	windpark Kroningswind	cumulatief Haringvliet	1% norm Haringvliet	cumulatief Grevelingen	1% norm Grevelingen	cumulatief effect?
Broedvogels Haringvliet		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**A, B + F**		**C, D, E + F**		
A081	Bruine Kiekendief	0	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A176	Zwartkopmeeuw	inc	inc	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A191	Grote stern	0	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A193	Visdief	inc	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
Broedvogels Grevelingen												
A081	Bruine Kiekendief	0	0	0	0	0	inc	-	-	inc	<1	nee
Broedvogels Voornes Duin												
A034	Lepelaar	0	0	0	0	0	inc	-	-	-	-	nee
Niet-broedvogels Haringvliet												
A037	Kleine Zwaan	0	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A041	Kolgans	inc	0	0	0	0	inc	inc	6	-	-	nee
A043	Grauwe Gans	inc	0	0	0	0	inc	1 (max)	10	-	-	nee
A045	Brandgans	inc	0	0	0	0	2-3	2-3	25	-	-	nee
A050	Smient	inc	0	0	0	0	4-5	4-5	78	-	-	nee
A053	Wilde eend	inc	0	0	0	0	7-9	7-9	33	-	-	nee
A140	Goudplevier	0	0	0	0	0	2-3	2-3	3	-	-	nee
A142	Kievit	1	0	0	0	0	8-10	9-11	17	-	-	nee
A160	Wulp	0	0	0	0	0	inc	inc	1	-	-	nee
Niet-broedvogels Grevelingen												
A037	Kleine Zwaan	0	0	inc	inc	0	inc	-	-	inc	<1	nee
A043	Grauwe Gans	0	0	inc	inc	inc	inc - 1	-	-	1 (max)	7	nee
A045	Brandgans	0	0	inc	inc	0	2-3	-	-	2-3	16	nee
A050	Smient	0	0	inc	inc	inc	4-5	-	-	4-6	52	nee
A053	Wilde eend	0	0	1	1	inc	7-9	-	-	9-11	24	nee
A140	Goudplevier	0	0	inc	inc	0	2-3	-	-	2-3	11	nee
A160	Wulp	0	0	0	0	inc	inc	-	-	inc	3	nee

12 Effectbeoordeling beschermde soorten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beoordeling van de effecten van de alternatieven op soorten die beschermd zijn in het kader van de Wnb. Het voorkomen van beschermde soorten is beschreven in hoofdstuk 6, 7 en 8. De effecten op vogels en vleermuizen zijn beschreven in hoofdstuk 9 en 10.

De werkzaamheden kunnen omschreven worden als een ingreep in het kader van ruimtelijke ontwikkeling. Er bestaat geen door de minister goedgekeurde gedragscode voor deze werkzaamheden. Voor het uitvoeren van de werkzaamheden geldt voor het overtreden van verbodsbepalingen in het kader van de Wnb een vrijstelling van in artikel 3.10 genoemde ‘overige’ soorten (zie bijlage 1).

12.1 Vogels

12.1.1 Aanlegfase

In het plangebied van Windpark Kroningswind broeden verschillende soorten vogels (zie hoofdstuk 6). Bouwwerkzaamheden in het kader van de aanleg van het windpark kunnen leiden tot verstoring van in gebruik zijnde nesten van vogels en de vernietiging van hun jongen en/of eieren. Hiermee kunnen verbodsbepalingen genoemd in Art. 3.1 lid 2, 4 en 5 Wnb overtreden worden. Tijdens de werkzaamheden en de voorbereiding daarvan dient vernietiging / verstoring van nesten die in gebruik zijn door vogels voorkomen te worden. Dit kan bijvoorbeeld preventief door bomen en struiken buiten het broedseizoen te verwijderen en/of ruigten voortijdig te maaien. Het rooien van beplanting, maaien van ruigte of uitvoeren van bouwwerkzaamheden binnen het broedseizoen is mogelijk indien is vastgesteld dat met deze werkzaamheden geen nesten van vogels worden vernietigd / verstoord. Bij aanwezigheid van nesten dient te worden bepaald of de werkzaamheden van dien aard zijn dat ze tijdelijk moeten worden uitgesteld. Voor het broedseizoen kan geen standaardperiode worden aangegeven. Het broedseizoen verschilt namelijk per soort. Globaal moet rekening gehouden worden met de periode maart tot half augustus.

In het plangebied zijn (mogelijk) jaarrond beschermde nesten van de buizerd, boomvalk, ransuil, kerkuil en huismus aanwezig (hoofdstuk 6). Nesten van deze soorten komen in de omgeving van het plangebied uitsluitend in bomen en gebouwen voor. Ten behoeve van de realisatie van de windturbines worden geen gebouwen gesloopt. Voor de bouw van de turbines en de aanleg van de toegangswegen zullen mogelijk wel bomen gekapt moeten worden. Voor aanvang van de kapwerk-zaamheden zullen de bomen (nogmaals) gecontroleerd worden op de aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten. Wanneer een jaarrond beschermd nest wordt aangetroffen in (of nabij) een te kappen boom is ontheffing van verbodsbepalingen zoals genoemd in artikel 3.1 van de Wnb nodig. Dit geldt voor alle alternatieven.

Het plangebied maakt deel uit van het functionele leefgebied van voornoemde soorten. Huismussen zijn sterk gebonden aan de bebouwde omgeving van de nestplaats en ondervinden met zekerheid geen effect van windturbines die op enkele honderden meters van bebouwing staan. Het oppervlaktebeslag van de windturbines ten opzichte van de (grote) actieradius van de buizerd, boomvalk, ransuil en kerkuil is dusdanig klein dat van aantasting van het functionele leefgebied van deze soorten geen sprake is. De verstoringsafstand van broedende roofvogels bedraagt tenminste 75 meter bij de meeste activiteiten die onder ruimtelijke inrichting of ontwikkeling vallen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland 2014). Het is daarom niet uitgesloten dat broedende buizerds of boomvalken (indien aanwezig in het jaar waarin de windturbines gebouwd worden), verstoord worden door de aanleg van werkwegen, opstelplaatsen en bouw van de windturbines indien deze werkzaamheden binnen een afstand van 75 m van bomenlanen met bewoonde nesten van buizerd en/of boomvalk plaatsvinden. In het plangebied kan dit aan de orde zijn langs de zuidrand van het plangebied in de laanbeplanting langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk of indien windturbines op minder dan 75 meter afstand van hoog opgaande erfbeplanting worden opgericht. Bij alternatief B1, B2, C1 en C2 is hiervan mogelijk sprake bij 6-8 windturbines langs voornoemde dijken. Bij alternatief A1 en A2 staan geen windturbines op dergelijke korte afstand van laan- of erfbeplanting en is een verstoring van jaarrond beschermde nesten in de aanlegfase uitgesloten. In de vervolgfase (aanvraag ontheffing Wnb voor het Voorkeursalternatief) dient nader te worden onderzocht of en waar buizerd en boomvalk precies in het plangebied broeden, of sprake kan zijn van wezenlijke verstoring in de aanlegfase en of alternatieve broedlocaties in de aanlegfase voorhanden zijn.

12.1.2 Gebruiksfase

Op jaarbasis vallen naar schatting 200-400 aanvaringsslachtoffers onder vogels (alle soorten tezamen). In alle alternatieven gaat het grofweg om enkele honderden aanvaringsslachtoffers op jaarbasis. Gezien de onzekerheden in de modelberekeningen en aannames is het niet verantwoord een onderscheid te maken tussen de alternatieven op dit aspect (totaal aantal aanvaringsslachtoffers vogels, alle soorten tezamen).

Voor *lokaal verblijvende* soorten worden jaarlijks maximaal enkele aanvaringsslachtoffers per soort verwacht. Het gaat hierbij om soorten die in grote aantallen in het plangebied aanwezig zijn, die geregeld in de hogere luchtlagen verkeren en/of die in het donker foerageer- en of baltsvluchten maken. In het broedseizoen betreft dit bijvoorbeeld wilde eend, kokmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, boerenzwaluw, huiszwaluw, gierzwaluw, scholekster en kievit. In het winterhalfjaar betreft dit bijvoorbeeld grauwe gans, brandgans, wilde eend, smient, kokmeeuw, stormmeeuw, goudplevier en kievit (hoofdstuk 9). Het gaat hierbij per soort om hooguit enkele aanvaringsslachtoffers per jaar (tabellen 9.1 en 9.2), met uitzondering van wilde eend en kievit waarbij tot een tiental slachtoffers op jaarbasis kunnen vallen. Gezien de grote hoeveelheid aannames in de berekeningen is het niet verantwoord om op basis van de geringe verschillen in de voorspelde aantallen slachtoffers onderscheid te

maken tussen de alternatieven. Alternatief C2 (beide turbinetypes) resulteert wel in het dubbele aantal slachtoffers onder wilde eend en kievit ten opzichte van alternatief A1 en B1.

Tenslotte worden onder vogelsoorten die in zeer grote aantallen passeren tijdens de *seizoenstrek* (o.a. merel, zanglijster, koperwiek, kramsvogel en spreeuw, maar daarnaast nog vele tientallen andere soorten) per soort maximaal enkele tientallen slachtoffers verwacht. Voor schaarse soorten, die in kleine aantallen het plangebied passeren, zoals roerdomp, kwartel en ransuil, zal jaarlijks <1 individu slachtoffer worden van een aanvaring met de windturbine. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

De landelijke populaties van alle voornoemde soorten broedvogels, niet-broedvogels of seizoenstrekkers bestaan uit vele tienduizenden tot honderdduizenden individuen of meer, waardoor de gunstige staat van instandhouding niet in het geding zal zijn. Voor alle betrokken soorten gaat het om minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de relevante populatie. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

De aantallen aanvaringsslachtoffers onder lokaal, regionaal of landelijk schaarse of zeldzame vogelsoorten (inclusief Rode Lijstsoorten) zijn verwaarloosbaar klein. Voor dergelijke soorten (o.a. lepelaar, kleine zwaan en dwergstern, zie § 9.2.2 en § 9.2.3) is sprake van hooguit incidentele sterfte. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

12.2 Vleermuizen

12.2.1 Aanlegfase

De werkzaamheden die gemoeid zijn met de aanleg van het windpark hebben geen negatief effect op vleermuizen. Aanname hierbij is dat ten behoeve van de realisatie van het windpark geen bomen worden gekapt waarin verblijfplaatsen zijn aangetroffen of gebouwen worden gesloopt (zie hoofdstuk 10). Verstoring of aantasting van paarverblijven en vliegroutes van gewone dwergvleermuizen en/of ruige dwergvleermuizen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk (hoofdstuk 10) kan worden voorkomen door passende maatregelen te nemen (zie hoofdstuk 14). De alternatieven zijn na het nemen van maatregelen hierin niet onderscheidend.

12.2.2 Gebruiksfase

Effecten van de exploitatie van het windpark op het functioneren van een nabijgelegen vliegroutes en verblijfplaatsen zijn niet aan de orde. Voor nadere toelichting zie paragraaf 10.3.

In de gebruiksfase van het windpark kan jaarlijks sterfte optreden van vleermuizen als gevolg van (bijna)aanvaringen. Het aantal slachtoffers ligt, zonder mitigerende

maatregelen, voor alle alternatieven in de ordegrootte van 35 - 95 vleermuizen per jaar. Alternatieven A hebben duidelijk minder slachtoffers dan alternatieven B en C. Hiervan resulteren alternatieven B2 en C2 in het grootste aantal slachtoffers onder vleermuizen (zie paragraaf 10.4).

De gewone dwergvleermuis en de ruige dwergvleermuis lopen een reëel risico om jaarlijks slachtoffer te worden, het gaat per soort om enkele tientallen exemplaren op jaarbasis. Precieze aantallen verschillen per alternatief (zie hieronder). Voor overige soorten vleermuizen in het plangebied is dit risico verwaarloosbaar en is in alle alternatieven sprake van hooguit incidentele sterfte (<1 slachtoffer per soort op jaarbasis in het gehele windpark.

Hieronder wordt in paragraaf 12.2.3 in het kader van de Wnb beoordeeld of de hiervoor genoemde additionele sterfte onder vleermuizen een effect kan hebben op de gunstige staat van instandhouding van de relevante populaties. Een samenvatting hiervan is te lezen in paragraaf 12.2.4.

12.2.3 Effecten op de gunstige staat van instandhouding van populaties

Staat van instandhouding
Het risico op aantallen slachtoffers in de gebruiksfase wordt getoetst aan de staat van instandhouding van de relevante vleermuissoorten. Ter beoordeling van het effect van het aantal aanvaringsslachtoffers op de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de populatie van iedere soort, is 1% van de gemiddelde jaarlijkse sterfte van de populatie (1%-mortaliteitsnorm) toegepast als een eerste ‘grove zeef’ (Steunpunt Natura 2000, 2010). Wanneer de voorspelde sterfte onder deze 1%-mortaliteitsnorm blijft, kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde sterfte de 1%-mortaliteitsnorm overschrijdt dient nader beoordeeld te worden of er sprake kan zijn van een effect op de GSI van de populatie. Bij de beoordeling is tevens rekening gehouden met de huidige staat van instandhouding van deze populaties.

Populaties
Het gaat in de Habitatrichtlijn en de Wnb om de bescherming van de soort. De vraag is op welk niveau de staat van instandhouding bepaald of beoordeeld moet en kan worden, m.a.w. wat is de relevante populatie?
Het EU Gidsdocument over de toepassing van de Habitatrichtlijn (Europese Commissie 2007) stelt over de relevante populatie (voetnoot 17, p. 10):
““Population” is defined here as a group of individuals of the same species living in a geographic area at the same time that are (potentially) interbreeding (i.e. sharing a common gene pool).”
In voetnoot 34, p. 18 wordt dit nader gepreciseerd:
“*Regarding the definition of ‘population’, a group of spatially separated populations of the same species which interact at some level (meta-populations) might be used as a biologically meaningful reference unit. This approach needs to be adapted to the species in question, taking account of its biology/ecology.”*

De vleermuizen die in het plangebied voorkomen, met uitzondering van de ruige dwergvleermuis, kennen in Nederland een populatiestructuur als volgt. Vrouwtjes vormen in de zomer kraamgroepen, variërend in grootte van enkele exemplaren tot vele honderden. In die groepen worden de jongen groot gebracht tot ze vliegvlug zijn. Kraamgroepen maken gedurende een jaar gebruik van verschillende verblijven, die kilometers uiteen kunnen liggen. In de nazomer vallen de kraamgroepen uiteen, waarna het paringsseizoen begint. De vrouwtjes blijven vaak in dezelfde kraamgroep, bij sommige soorten is dat het sterk het geval, bij andere veel minder (Dietz *et al.* 2011). De jonge mannetjes zwermen meer uit. De mannetjes zitten soms in hetzelfde leefgebied of op kleine afstand van de kraamgroepen. In het najaar bezetten de mannetjes van dwergvleermuizen de territoria, waarin ze een paarverblijf hebben. Deze paarverblijven liggen soms in concentraties. Bij andere soorten wordt er vermoedelijk vooral gepaard in of bij zwermlocaties, die niet zelden ook dienst doen als winterverblijf.

Zoals hierboven beschreven zijn vleermuispopulaties aldus netwerkpopulaties, waarbij lokale kraamgroepen meer of minder sterk verbonden zijn met andere kraamgroepen in het netwerk. Het is vaak niet goed mogelijk om daarin duidelijk grenzen te trekken. Binnen een netwerkpopulatie zijn er doorgaans delen waar meer (vliegvlugge) jongen geproduceerd worden dan nodig is voor de instandhouding (sources) en plekken waar er minder jongen groot komen dan nodig om de groep in stand te houden (sinks). Dit wordt gecompenseerd door uitwisseling (emigratie/immigratie).
Voor de genetische uitwisseling zijn vooral de concentraties van paarverblijven c.q. de zwermlocaties van belang. Dieren die dezelfde paargebieden delen, hebben een gemeenschappelijke genenpool. Het gebied van waaruit vleermuizen naar zo'n paargebied trekken (de "catchment area") is de kleinste geografische eenheid waarop een populatie zinvol gedefinieerd kan worden. Dit gebied kan aanzienlijk groter zijn dan dat van de lokale kraamgroep.

De soortenstandaarden voor verschillende soorten vleermuizen geven aan dat voor het beoordelen van het effect op de gunstige staat van instandhouding uitgegaan moet worden van de lokale populatie. Zij geven tevens aan dat het zeer moeilijk te bepalen is in hoeverre de gunstige staat van instandhouding wordt aangetast (Ministerie van EZ 2014a, b, c). Populaties van vleermuizen zijn moeilijk te begrenzen. Soorten als gewone dwergvleermuis en rosse vleermuis leven in netwerkpopulaties. De soortenstandaard van beide soorten gaat met name in op het beoordelen van effecten op de functionaliteit van voortplantingsplaatsen of vaste rust- of verblijfplaatsen. De populatie van ruige dwergvleermuis in Nederland bestaat uit permanent in ons land verblijvende mannetjes, terwijl vrouwtjes elke zomer tijdelijk ons land binnen trekken. De soortenstandaard vermeldt dat het in veel gevallen effectiever is uit te gaan van een minimaal aantal dieren waaruit de lokale populatie kan bestaan en daar vanuit te redeneren wat het effect is op de lokale populatie (Ministerie van EZ 2014b). Deze laatste benadering lijkt ook geschikt om het effect van sterfte in het algemeen te beoordelen. Deze aanpak wordt daarom in dit rapport voor beide te beoordelen soorten toegepast.

De soortenstandaarden geven geen eenduidige indicatieve aantallen voor een populatie. Hieronder is daarom op basis van beschikbare literatuur voor relevante soorten beargumenteerd wat de omvang van de lokale populatie is voor het beoordelen van effecten op de gunstige staat van instandhouding.

Gewone dwergvleermuis

De gewone dwergvleermuis is in Nederland veruit de meest algemene vleermuissoort. De landelijke staat van instandhouding (SvI) wordt als gunstige beschouwd. De omvang van de populatie wordt geschat op minimaal 300.000 dieren, maar is waarschijnlijk aanzienlijk groter (bron: European Topic Centre on Biological Diversity, report on Article 17 of the Habitats Directive http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/ - online geraadpleegd april 2016).

Om inzicht te krijgen in het effect op de gunstige staat van instandhouding van de lokale populatie van de gewone dwergvleermuis, moet er in beeld gebracht worden hoe groot de populatie van de gewone dwergvleermuis ter plekke is (Ministerie van EZ 2014a). Hieronder wordt de populatie op basis van literatuur (zie kader) ruimtelijk afgebakend op basis van een cirkelvormige catchment area.

Hoe groot het gebied is waaruit de dieren samenkomen (oftewel de lokale populatie volgens een netwerkstructuur, zie kader) is niet met zekerheid bekend, op basis van de huidige kennis betreft de bovengrens hiervan een cirkelvormig gebied met een straal van circa 50 km (zie kader). Afhankelijk van bijvoorbeeld de 'connectiviteit' van landschapselementen, waarlangs vleermuizen zich verplaatsen, zal dit echter in de ene richting vanuit een verblijfplaats groter of kleiner kunnen zijn dan in een andere richting, zodat gemiddeld sprake zal kunnen zijn van een kleinere afstand waarbinnen uitwisseling tussen verschillende verblijfplaatsen plaatsvindt. In open landschappen in Nederland, waar de connectiviteit tussen verschillende verblijfplaatsen mogelijk lager is dan in hiervoor genoemde voorbeelden uit Duitsland, zal het totale gebied kleiner kunnen zijn. Voorzichtigheidshalve is hier daarom als ondergrens gehanteerd een cirkelvormig gebied met een straal van 30 km waarbij alleen het landoppervlak in beschouwing is genomen (tabel 12.1).

Bij de berekening wordt verder uitgegaan van de eerder genoemde schatting van de Nederlandse populatiegrootte van minimaal 300.000 exemplaren. Dat komt overeen met een gemiddelde dichtheid van ca. 9 vleermuizen per vierkante kilometer (landoppervlak). Dit komt aardig overeen met andere waarden uit de literatuur. De dichtheid is in Marburg, Duitsland (landschappelijk gezien vergelijkbaar met Zuid-Limburg) door middel van uitgebreid ringonderzoek bepaald op 24 adulten / km^2 (Simon *et al.* 2004). De dichtheid van gewone dwergvleermuis is 8 adulten / km^2 in overwegend open terrein in het noorden van Engeland en Schotland (Speakman *et al.* 1991, Jones *et al.* 1991). Er is uitgegaan van een jaarlijkse natuurlijke sterfte van ca. 20% (Sendor & Simon 2003) ofwel ongeveer een vijfde. Om te bepalen of een effect op de populatie mogelijk zou kunnen zijn is tenslotte gebruik gemaakt van de 1%-mortaliteitsnorm.

Populatiestructuur

Zoals ook bij andere Europese vleermuizen het geval is, krijgen gewone dwergvleermuizen hun jongen in kraamgroepen van vrouwtjes. De kraamgroepen bestaan uit 50 tot meer dan 100, soms zelfs oplopend tot 250 vrouwtjes (Dietz *et al.* 2011). Simon *et al.* (2004) vonden gemiddeld 88 vrouwtjes per kraamgroep. Deze zijn in een netwerkstructuur met elkaar verbonden.

In voorliggende studie wordt de lokale populatie op het niveau van massa-overwinteringsverblijven annex zwerm- en voortplantingsplaatsen beschouwd. Dit wordt als volgt onderbouwd. De lokale kraamgroepen zijn (genetisch) met elkaar verbonden door uitwisseling van vrouwtjes (Simon *et al.* 2004), dispersie van jonge dieren en door genetische uitwisseling in de overwinterings / paarverblijven. Volgens ringonderzoek zijn de populaties in Midden-Europa gestructureerd rond grote overwinteringsverblijven. De dieren zijn afkomstig uit een gebied (de catchment area) tot circa 50 kilometer van deze verblijven (Dietz *et al.* 2011, Simon *et al.* 2004). Simon *et al.* (2004) vonden geen toename in de genetische verschillen tussen groepen gewone dwergvleermuizen tot op een afstand van ca. 40 kilometer (grotere afstanden werden niet onderzocht). Dat wijst er op dat tenminste op deze schaal er regelmatige genetische uitwisseling plaatsvindt, dus dat deze vleermuizen tot één lokale deelpopulatie moeten worden gerekend. Aangenomen wordt dat deze populatiestructuur ook in Nederland bestaat. Ook in Nederland zijn massa-overwinteringsverblijven bekend, o.a. in Utrecht, Fort Honswijk en Tilburg. Deze liggen hemelsbreed ca. 13 km en ca. 44 km uiteen.

Tabel 12.1 laat het effect van de additionele sterfte zien voor verschillende groottes van de catchment area en voor de verschillende alternatieven. De additionele sterfte door de windturbines bedraagt alleen in alternatief A1 en A2 voor alle catchment areas ruimschoots minder dan de 1%-mortaliteitsnorm. Een effect van het windpark op de gunstige staat van instandhouding van de lokale populatie van de gewone dwerg-vleermuis is volgens deze alternatieven dan ook uitgesloten. Effecten op regionale en landelijke populatie zijn daarmee ook uitgesloten. Voor de overige alternatieven (B1, B2, C1 en C2) ligt de additionele sterfte bij een catchment area van 30 km boven de 1%-mortaliteitsnorm en zijn effecten op de gunstige staat van instandhouding van de lokale populatie van de gewone dwergvleermuis niet op voorhand uitgesloten. Effecten op regionale en landelijke populatie zijn wel uitgesloten. Zie verder aanbevelingen bij de effectbeoordeling van ruige dwergvleermuis hoe effecten voor alle alternatieven kunnen worden teruggebracht tot beneden de 1%-mortaliteitsnorm.

Tabel 12.1 Inschatting van de bijdrage van extra sterfte van het Windpark Kroningswind (zes alternatieven) aan de totale sterfte van de gewone dwergvleermuis, voor verschillende stralen r van de catchment area (in km) en een gemiddelde dichtheid van 9 vleermuizen / km^2. Het oppervlak betreft telkens alleen landoppervlak binnen de straal en is een gemiddelde van alternatief A1 (minimum) en alternatief C2 (maximum). Oranje cellen: overschrijding van de 1%-mortaliteitsnorm (zie tekst).

	r = 30 km	**r = 40 km**	**r = 50 km**
Oppervlak (km^2)	1.658	2.770	4.227
Aantal gewone dwergvleermuizen[10]	14.922	24.930	38.043
Jaarlijkse sterfte (20%)	2.984	4.986	7.609
1%-criterium	30	50	76
Sterfte in WP Kroningswind alternatief A1	17	17	17
idem, alternatief A2	23	23	23
idem, alternatief B1	33	33	33
idem, alternatief B2	45	45	45
idem, alternatief C1	32	32	32
idem, alternatief C2	47	47	47

Ruige dwergvleermuis

In Nederland is de ruige dwergvleermuis de op één na talrijkste soort. De landelijke staat van instandhouding (SvI) wordt als gunstig beschouwd. Ruige dwergvleermuizen staan niet op de Nederlandse rode lijst. Er zijn in Nederland geen aanwijzingen voor een negatieve trend. In Duitsland is sprake van een stabiele trend, in Zweden en twee Baltische staten is sprake van een positieve trend (European Topic Centre on Biological Diversity). Het verspreidingsgebied van de soort in Europa breidt zich uit (Dietz *et al.* 2011). Het aantal ruige dwergvleermuizen dat zich jaarlijks in de nazomer in Nederland bevindt werd in 1997 geschat op 50.000 – 100.000 dieren (Limpens *et al.* 1997; bron: European Topic Centre on Biological Diversity, report on Article 17 of the Habitats Directive http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/ - online geraadpleegd april 2017). Meer recente schattingen voor (delen van) Nederland ontbreken.

Het aantal aanwezige dieren varieert sterk in de loop van het jaar. In de eerste helft van de zomer is het aantal relatief laag. Er worden in Nederland (vrijwel) geen ruige dwergvleermuizen geboren. Er is de afgelopen 25 jaar slechts één kraamverblijfplaats van de soort in Nederland gevonden (Jisp, NH; Kapteyn 1995). De meeste kraamverblijven van de ruige dwergvleermuis zijn bekend van de Baltische staten, alsmede het voormalige Oost-Duitsland, Polen en Wit-Rusland (Dietz *et al.* 2011). Aan het eind van de zomer en begin van de herfst trekken de dieren in zuidwestelijke richting. De ruige dwergvleermuizen die als slachtoffer zijn gevonden in Duitse windparken waren allen afkomstig uit Estland of Rusland (Voigt *et al.* 2012). Het is waarschijnlijk dat dit ook voor de Nederlandse slachtoffers zal gelden. Over Nederland vindt (massaal) trek plaats. Daarnaast overwinteren ook ruige dwergvleermuizen in Nederland.

[10] Ter vergelijking: Simon *et al*. (2004) noemen een aantal van ca. 60.000 vrouwtjes in een straal van 40 km rond het kasteel van Marburg, dus 120.000 dieren met mannetjes en zelfs 180.000 inclusief jongen. Jansen *et al*. (2011) noemen 10.000 – 65.000 dieren per massazwermverblijf.

Slachtoffers in windparken zijn met name gevonden in het najaar, tijdens de balts- en trekperiode (Brinkmann *et al.* 2011). Dan passeren grote aantallen ruige dwergvleermuizen waarvan het grootste deel slechts korte tijd in Nederland verblijft. De trek door Nederland vindt vermoedelijk vooral plaats in een in een brede zone (50 – 100 km) langs de kust. Een deel vliegt gestuwd over de Afsluitdijk naar het Robbenoordbos en andere delen van Noord-Holland. Een ander deel vliegt waarschijnlijk langs de oostelijke zijde van IJsselmeergebied en langs de grote rivieren naar zuidwest Nederland. Ook vindt breedfronttrek plaats over grote delen van Nederland waaronder de grote meren.

Volgens de Soortenstandaard dienen effecten van ruimtelijke ontwikkelingen op de ruige dwergvleermuis getoetst te worden aan de lokale populatie (Ministerie van EZ 2014b). Zoals hierboven is aangegeven, is het eigenlijk niet goed mogelijk om een lokale populatie (in de zin van een helder te onderscheiden groep dieren) geografisch goed af te bakenen. Door Bureau Waardenburg wordt de lokale populatie daarom op de volgende wijze ingevuld.
Als lokale populatie wordt het aantal dieren genomen dat zich in een cirkel met een zekere afstand van het plangebied bevindt, de catchment area. Gelet op de doortrekpatronen en de schaal waarop de trek plaatsvindt, nemen wij een gebied met een straal van 30 km als grond voor de lokale populatie.

Het aantal ruige dwergvleermuizen dat van het gebied van 30 km (en anderen stralen) rond het plangebied gebruik maakt wordt gebaseerd op de referentiepopulatie van 100.000 dieren (bron: European Topic Centre on Biological Diversity, report on Article 17 of the Habitats Directive http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/). Dit is de bovengrens van het geschatte aantal in Nederland aanwezige ruige dwergvleermuizen in de nazomer (Limpens *et al.* 1997). Er is gebruik gemaakt van de bovengrens omdat (zoals hierboven uiteengezet) het verspreidingsgebied van de soort in Noordoost Europa is toegenomen sinds 1997. Hierdoor zullen ook meer dieren in zuidwestelijke richting trekken om in gebieden met een gematigd klimaat (zoals Nederland) te kunnen overwinteren.

Voor de berekening wordt daarom uitgegaan van een Nederlandse populatiegrootte van 100.000 exemplaren. Dit komt overeen met een dichtheid van 3 ruige dwergvleermuizen per km^2 (100.000 dieren gelijkmatig over het Nederlandse landoppervlak verspreid). De jaarlijkse natuurlijke sterfte is 33% (Schmidt 1994). Net als bij de gewone dwergvleermuis is gebruik gemaakt van de 1%-mortaliteitsnorm voor het bepalen van een mogelijk effect (tabel 12.2).

Tabel 12.2 Inschatting van de bijdrage van extra sterfte van het Windpark Kroningswind (zes alternatieven) aan de totale sterfte van de ruige dwergvleermuis, voor verschillende stralen r van de catchment area (in km) en een gemiddelde dichtheid van 3 vleermuizen / km^2. Het oppervlak betreft telkens alleen landoppervlak binnen de straal en is een gemiddelde van alternatief A1 (minimum) en alternatief C2 (maximum). Oranje cellen: overschrijding van de 1%-mortaliteitsnorm (zie tekst).

	r = 30 km	**r = 40 km**	**r = 50 km**
Oppervlak (km^2)	1.658	2.770	4.227
Aantal ruige dwergvleermuizen	4.974	8.310	12.681
Jaarlijkse sterfte (33%)	1.641	2.742	4.185
1%-criterium	16	27	42
Sterfte in WP Kroningswind alternatief A1	17	17	17
idem, alternatief A2	23	23	23
idem, alternatief B1	33	33	33
idem, alternatief B2	45	45	45
idem, alternatief C1	32	32	32
idem, alternatief C2	47	47	47

Tabel 12.2 laat het effect van de additionele sterfte zien voor verschillende groottes van de catchment area. De berekening laat zien dat effecten op de gunstige staat van instandhouding van een lokale populatie, zoals die zich bevindt binnen een afstand van 30 km van het plangebied, voor geen van de alternatieven op voorhand zijn uit te sluiten; de geschatte sterfte is hoger dan de 1%-mortaliteitsnorm. Effecten op de regionale of landelijke populatie zijn voor de meeste alternatieven wel uitgesloten (maar regionaal niet voor alternatief B2 en C2).

De aanbeveling is om het aantal slachtoffers onder gewone en ruige dwergvleermuis bij de windturbines met een verhoogd risico op slachtoffers (zie paragraaf 10.4.3) te verlagen door mitigerende maatregelen (zie hoofdstuk 14). Het aantal slachtoffers voor het gehele windpark kan in elk alternatief dan verlaagd worden tot onder de 1%-mortaliteitsnorm, waarmee populatie-effecten op voorhand zijn uit te sluiten. De alternatieven zijn dan niet of weinig onderscheidend. Een andere optie is de geschatte additionele sterfte in een breder perspectief (inclusief cumulatieve effecten van bijvoorbeeld andere windparken binnen de straal van 30 km van het plangebied) nader te onderzoeken middels populatiemodellering, bijvoorbeeld aan de hand van de Potential Biological Removal (PBR). Met de PBR kan de door mensen veroorzaakte sterfte die een populatie kan gedragen worden onderzocht en beoordeeld. Voor vleermuizen is deze aanpak eerder toegepast om het cumulatieve effect van de sterfte in offshore windparken in de Noordzee te beoordelen (Boonman *et al*. 2014).

12.2.4 Samenvatting effectbeoordeling vleermuissterfte

Een effect op de gunstige staat van instandhouding van de relevante populatie van gewone dwergvleermuis en/of ruige dwergvleermuis is niet voor alle alternatieven op voorhand uit te sluiten. Dit dient in de vervolgfase (ontheffingsaanvraag Wnb) nader te worden onderzocht, bijvoorbeeld met behulp van een populatiemodel, waarbij ook

rekening wordt gehouden met cumulatieve effecten. Alternatief is om het aantal slachtoffers onder beide soorten bij de windturbines met een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers te verlagen door mitigerende maatregelen (zie hoofdstuk 14). Het aantal slachtoffers voor het gehele windpark wordt daarmee verlaagd tot onder de 1%-mortaliteitsnorm, waarmee populatie-effecten op voorhand zijn uit te sluiten. De alternatieven zijn dan niet onderscheidend voor dit aspect.

Effecten op de gunstige staat van instandhouding van relevante populaties van andere soorten vleermuizen (inclusief rosse vleermuis en laatvlieger) zijn uitgesloten. De sterfte als gevolg van het windpark betreft incidenten. De alternatieven zijn niet onderscheidend voor dit aspect.

12.3 Overige beschermde soorten

Het plangebied heeft geen betekenis voor strikt beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied (zie hoofdstuk 8). Effecten op deze soorten zijn uitgesloten, dit geldt voor alle alternatieven.

13 Effectbepaling en –beoordeling NNN en overige beschermde gebieden

13.1 Natuurnetwerk Nederland

Het deelgebied Blok de Wit in de Zuiderdieppolder vormt onderdeel van het provinciale NNN ('NNN – bestaande en nieuwe natuur (toegevoegd)'). Doelen voor gebieden die behoren tot het Natuurnetwerk Nederland in de provincie Zuid-Holland zijn samengevat in natuurbeheertypen op de natuurbeheertypenkaart. De beheertypen hebben een vegetatiekundige basis, maar staan voor een hele levensgemeenschap van planten en dieren. In de Index Natuur en Landschap uit 2009 - de opvolger van het handboek Natuurdoeltypen (Bal *et al*. 2001) - is te vinden om welke soorten en soortengroepen het dan gaat. Doel is om de gebieden geschikt te houden of te maken voor die levensgemeenschap. Het handboek geeft ook aan welke gebiedscondities dan nodig zijn. In bestaande natuurgebieden gaat het vooral om behoud van natuurkwaliteit; in nieuwe natuurgebieden moet die nog ontwikkeld worden. Effecten van geplande ingrepen dienen getoetst te worden op de omvang, samenhang en kwaliteit van het gebied. Specifiek voor deelgebied Blok de Wit zijn binnendijks echter geen natuurbeheertypen benoemd, alleen de buitendijkse zone tussen het Zuiderdiep en de dijk heeft het natuurbeheertype N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland. Het Zuiderdiep zelf is aangewezen als 'waternatuurgebied' en heeft het natuurbeheertype 'Zee en wad'(N01.01).

Op 28 juni 2017 is het ontwerpbestemmingsplan Natuurontwikkeling Zuiderdieppolder ter inzage gegaan. Het bestemmingsplan voorziet onder andere in het omzetten van de agrarische bestemming van de binnendijkse delen van de Zuiderdieppolder in het Blok de Wit naar een bestemming die natuurontwikkeling mogelijk maakt.

"In dit gebied wordt het bestaande natuurgebied Scheelhoek en Zuiderdiep robuuster gemaakt door realisatie van nieuwe en beleefbare natuur in Blok de Wit in de Zuiderdieppolder, om zodoende een brak/zout intergetijdengebied met hoge natuurwaarden en recreatiemogelijkheden te realiseren (figuur 13.1). Een gebied dat incidenteel met brak/zout water overstroomt en bestaat uit slikken, schorren, gorzen en natuurlijk open water. Belangrijk voor onder andere steltlopers en een paai- en opgroeigebied voor trekvissen. Met de agrariërs is overeengekomen dat Natuurmonumenten de graslanden, na inrichting van Blok de Wit, door begrazing en aanvullend beheer kort houdt, waarbij actief beheer zal worden ingezet op het voorkomen van nieuwe grote rietmoerasdelen, om het broeden van ganzen te voorkomen. Aanvullend verplicht Natuurmonumenten zich, binnen het door de provincie vastgestelde beleid en afspraken binnen de Faunabeheereenheid, alle beschikbare middelen in te zetten voor het bereiken van een afname van de aantallen ganzen in het gebied. Dit sluit aan bij het provinciale ganzenakkoord, waarbij een forse afname van het aantal ganzen is voorzien. Gezamenlijk zullen Natuurmonumenten en agrariërs daartoe de omvang van de huidige populatie

vastleggen, terwijl de situatie in de toekomst gezamenlijk door deze partners gemonitord zal worden" (BügelHajema in prep.).

De inrichting van het gebied is vooral gericht op het aantrekkelijk maken voor rustende en foeragerende watervogels en niet zozeer op habitat creëren voor kustbroedvogels (mond. med. dhr F. van Zijderveld, Natuurmonumenten).



Figuur 13.1 Concept Schetsontwerp natuurontwikkeling in Blok de Wit (bron: Natuurmonumenten in BügelHajema in prep.).

Omvang
In alle alternatieven zijn windturbines gepland binnen het deelgebied Blok de Wit en dus binnen het NNN; in alternatief A1, A2 en C1 betreft het 4 of 5 windturbines langs de noordrand van het gebied, in alternatief A2, B1, B2 en C2 betreft het 3 of 4 windturbines langs de zuidrand van het gebied (zie bijlage 2). In alle alternatieven is dus sprake van ruimtebeslag en aantasting van de omvang van het NNN. Omdat het gebied al was aangewezen als windontwikkelingsgebied voordat het werd toegevoegd aan het provinciale NNN zal echter voor het ruimtebeslag geen compensatieopgave gelden (provincie Zuid-Holland *in litt*.).

Samenhang en kwaliteit
Het akkergebied ten zuiden van het Zuiderdiep is nog niet ingericht als natuurgebied, en er zijn voor dit deel van het NNN nog geen natuurbeheertypen aangewezen. Dit deel van het plangebied heeft daardoor geen wezenlijke kenmerken en waarden zoals gedefinieerd in de Verordening van provincie Zuid-Holland. Effecten op de samenhang en kwaliteit zijn zodoende niet aan de orde. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Volledigheidshalve wordt hieronder kort stilgestaan bij de mogelijke effecten van windturbines in Blok de Wit op de hiervoor geschetste natuurontwikkeling, met nadruk op vogels en vleermuizen.

Ganzen
Het aantal vliegbewegingen van de in hoofdstuk 6 beschreven broed- en niet-broedvogels zal niet noemenswaardig veranderen als gevolg van de hierboven

geschetste natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder (Blok de Wit). Het gebied heeft in de huidige situatie vooral een functie als foerageergebied voor ganzen en kleinere aantallen van andere watervogelsoorten. Door de nu geschetste natuurontwikkeling met begrazing/maaibeheer en verzouting, zal deze foerageerfunctie voor ganzen goeddeels verdwijnen. Het ligt echter niet in de verwachting dat dit resulteert in hele andere vliegpatronen van ganzen over het plangebied van het windpark. Het merendeel van de vliegbewegingen in de huidige situatie betreft namelijk pendelbewegingen tussen de buitendijkse drink- en slaapplaatsen en de binnendijkse foerageergebieden, die vooral buiten het plangebied liggen.

Eenden, steltlopers en meeuwen
Voor andere soorten niet-broedvogels, die meer binding hebben met kortgrazige vegetaties in de overgangszones van land en water (o.a. eenden, steltlopers, meeuwen), kan de Zuiderdieppolder na natuurontwikkeling wel aantrekkelijk foerageer- en rustgebied vormen. De windturbines kunnen deze aantrekkende werking deels teniet doen door hun verstoringseffect (afhankelijk van de soorten kan het om verstoringsafstanden van enkele tientallen meters tot enkele honderden meters gaan, zie bijlage 3). Daarnaast kan een toename van watervogels in de polder leiden tot een toename in het aantal aanvaringsslachtoffers onder de betrokken soorten. Dit is afhankelijk van toekomstige vliegroutes, die voor betrokken vogels naar verwachting vooral over het noordelijk deel van de Zuiderdieppolder gaan (pendelbewegingen tussen de Zuiderdieppolder en aangrenzende delen van het Haringvliet). Natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder, zoals hierboven geschetst, kan dus resulteren in een (lichte) toename van het aantal aanvaringsslachtoffers onder eenden, steltlopers en meeuwen in alternatieven met turbines langs de noordrand van het gebied (A1, A2 en C1). Het belangrijkste effect van het windpark kan zijn dat de natuurontwikkeling, vanwege de verstoring door het windpark, weinig aantrekkelijk is als rust- en foerageergebied voor vogels. Hierin zijn de alternatieven weinig onderscheidend, maar windturbines aan de zuidzijde zullen minder verstorend werken op het intergetijdegebied dat nu vooral aan de noordkant van het gebied voorzien wordt en een lager aantal windturbines leidt tot minder verstoring. Alternatief B1 scoort in dit opzicht het beste, alternatieven A1, A2 en C1 het slechtste.

Vleermuizen
Een verruiging van de vegetatie in de polder en toename van open waterpartijen zal tenslotte ook kunnen resulteren in een meer aantrekkelijk foerageergebied voor vleermuizen, met name de soorten die graag boven water foerageren. Indien de waterpartijen brak of zout water bevatten, vormt dit minder aantrekkelijk foerageerhabitat voor vleermuizen. Typische watergebonden soorten, zoals meervleermuis en watervleermuis, worden overigens zelden aanvaringsslachtoffer van windturbines doordat zij vooral laag vliegen. Natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder, zoals hierboven geschetst, kan dus resulteren in een (lichte) toename van het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen. De alternatieven zijn hierin niet of nauwelijks onderscheidend.

13.2 Bloemdijken

Niet alle gebieden waarvan de provincie de bescherming heeft vastgelegd in de Verordening Ruimte 2014 behoren tot het NNN. In het plangebied gaat het daarbij om Bloemdijken. De dijken langs de Halsweg, Oude Dijk en Kraaijenissedijk behoren tot dit beheertype (N12.01).

Geen van de turbinelocaties zijn op deze dijken gepland. De werkzaamheden vinden op minimaal tientallen meters buiten het beschermde gebied plaats. Effecten op het beheertype Bloemdijken zijn uitgesloten. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

14 Conclusies en aanbevelingen

De initiatiefnemers van Windpark Kroningswind zijn voornemens om op het eiland Goeree-Overflakkee ten oosten van Stellendam in het plangebied (bestaande uit de Zuiderdieppolder, Nieuwe Kroningspolder, Kroningspolder, Bospolder en Halspolder) een windpark te realiseren bestaande uit 13 tot 26 windturbines. In het MER staat welke effecten op milieu te verwachten zijn van zes te onderzoeken alternatieven. Mede op basis van het MER wordt een besluit genomen over de te realiseren alternatief (locatie, aantal en type windturbines). In voorliggend achtergrondrapport zijn de effecten op beschermde natuurwaarden van de verschillende alternatieven (exclusief het Voorkeursalternatief) beschreven en beoordeeld in het kader van de Wet natuurbescherming, Natuurnetwerk Nederland en provinciaal beleid. Waar nodig worden in dit hoofdstuk de mogelijkheden voor mitigatie / compensatie van effecten beschreven, voor zover deze vanuit ecologisch perspectief binnen het huidige wettelijke kader noodzakelijk kan worden geacht.

14.1 Natura 2000-gebieden (Wnb Hoofdstuk 2)

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen (zie hoofdstuk 4). Voor de resterende soorten (9 broedvogelsoorten en 9 niet-broedvogelsoorten, zie hoofdstuk 4) is in hoofdstuk 11 geconcludeerd dat, met uitzondering van brandgans, het totaaleffect van Windpark Kroningswind verwaarloosbaar klein is. Voor brandgans kan voor alternatieven A1, A2 en C1 niet worden uitgesloten dat verstoring van de slaapplaats op het Zuiderdiep resulteert in een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor deze soort in Natura 2000-gebied Haringvliet. Dit dient nader te worden onderzocht in een passende beoordeling. Voor alle overige soorten broedvogels en niet-broedvogels zijn significant verstorende effecten (inclusief sterfte), met inbegrip van cumulatieve effecten, met zekerheid uit te sluiten. Dit geldt voor alle alternatieven.

14.2 Beschermde soorten (Wnb Hoofdstuk 3)

Vogels

- In de *aanlegfase* kunnen bouwwerkzaamheden leiden tot verstoring van in gebruik zijnde nesten van vogels en de vernietiging van hun jongen en/of eieren. Hiermee kunnen verbodsbepalingen genoemd in Art. 3.1 lid 2, 4 en 5 Wnb overtreden worden. Tijdens de werkzaamheden en de voorbereiding daarvan dient vernietiging / verstoring van nesten die in gebruik zijn door vogels voorkomen te worden. Preventieve maatregelen zijn beschreven in paragraaf 14.4.

- In de *gebruiksfase* kan sterfte optreden van zowel vogels op seizoenstrek (met name merel, zanglijster, koperwiek, kramsvogel en spreeuw, maar ook vele tientallen andere zeer algemene vogelsoorten op seizoenstrek) als ook enkele soorten lokale vogels (grauwe gans, brandgans, wilde eend, smient, kokmeeuw, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, boerenzwaluw, huiszwaluw, gierzwaluw, scholekster, goudplevier en/of kievit).
- Deze sterfte is voorzienbaar en derhalve wordt aanbevolen om voor deze soorten een ontheffing van artikel 3.1 lid 1 van de Wnb aan te vragen. In de onderbouwing bij de ontheffingsaanvraag dient nader gespecificeerd te worden voor welke soorten ontheffing wordt verlangd en de ordegrootte van het aantal aanvaringsslachtoffers per soort. Tevens dient te worden onderbouwd dat deze additionele sterfte de gunstige staat van instandhouding van de betrokken populaties niet kan aantasten. Aangezien voor alle betrokken vogelsoorten geldt dat de additionele sterfte in Windpark Kroningswind relatief ten opzichte van de landelijke populaties van deze soorten van (zeer) beperkte omvang is, komt de gunstige staat van instandhouding van betrokken populaties met zekerheid niet in het geding.

Vleermuizen

- Het overtreden van verbodsbepalingen in de *aanlegfase* van het windpark kan worden voorkomen door het treffen van passende maatregelen (zie hieronder in paragraaf 14.4).
- In de *gebruiksfase* van het windpark kan sterfte optreden van gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis als gevolg van aanvaringen met de draaiende rotorbladen. Het aantal slachtoffers ligt (voor alle soorten samen) zonder preventieve maatregelen, voor alle alternatieven in de ordegrootte van enkele tientallen tot vele tientallen (34-94 exemplaren) vleermuizen per jaar. Het betreft voor 50% gewone dwergvleermuizen en voor 50% ruige dwergvleermuizen.
- Een effect op de gunstige staat van instandhouding van de relevante populatie van gewone dwergvleermuis en/of ruige dwergvleermuis is niet voor alle alternatieven op voorhand uit te sluiten. Dit dient in de vervolgfase (ontheffingsaanvraag Wnb) nader te worden onderzocht, bijvoorbeeld met behulp van een populatiemodel, waarbij ook rekening wordt gehouden met cumulatieve effecten. Alternatief is om het aantal slachtoffers onder beide soorten bij de windturbines met een verhoogd risico op aanvaringsslachtoffers te verlagen door mitigerende maatregelen (zie paragraaf 14.4). Het aantal slachtoffers voor het gehele windpark wordt daarmee verlaagd tot onder de 1%-mortaliteitsnorm, waarmee populatie-effecten op voorhand zijn uit te sluiten. De alternatieven zijn dan niet onderscheidend voor dit aspect.
- Effecten op de gunstige staat van instandhouding van relevante populaties van andere soorten vleermuizen zijn uitgesloten. De sterfte als gevolg van het windpark betreft incidenten. Dit geldt voor alle alternatieven.

14.3 Natuurnetwerk Nederland

In alle alternatieven zijn windturbines gepland binnen het NNN in de Zuiderdieppolder binnen het deelgebied Blok de Wit. In alternatief A1, A2 en C1 betreft het 4 of 5 windturbines langs de noordrand van het gebied, in alternatief A2, B1, B2 en C2 betreft het 3 of 4 windturbines langs de zuidrand van het gebied. In alle alternatieven is dus sprake van ruimtebeslag en aantasting van de omvang van het NNN, echter aangezien het gebied tevens is aangewezen als windontwikkelingsgebied is een compensatieopgave niet aan de orde (provincie Zuid-Holland *in litt*.). Dit geldt voor alle alternatieven.

Het bestemmingsplan voorziet onder andere in het omzetten van de agrarische bestemming van de binnendijkse delen van de Zuiderdieppolder in het Blok de Wit naar een bestemming die natuurontwikkeling mogelijk maakt. Het huidige akkergebied ten zuiden van het Zuiderdiep is echter nog niet ingericht als natuurgebied, en er zijn voor dit deel van het NNN nog geen natuurbeheertypen aangewezen. Dit deel van het plangebied heeft daardoor geen wezenlijke kenmerken en waarden zoals gedefinieerd in de Verordening van provincie Zuid-Holland. Effecten op de samenhang en kwaliteit zijn zodoende (nog) niet aan de orde. Dit geldt voor alle alternatieven.

Natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder kan resulteren in een (lichte) toename van het aantal aanvaringsslachtoffers onder eenden, steltlopers en meeuwen, met name in alternatieven met turbines langs de noordrand van het gebied (A1, A2 en C1) en een (lichte) toename van het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen (dit geldt voor alle alternatieven). Het belangrijkste effect van het windpark kan zijn dat de natuurontwikkeling, vanwege de verstoring door het windpark, weinig aantrekkelijk is als rust- en foerageergebied voor vogels. Hierin zijn de alternatieven weinig onderscheidend, maar windturbines aan de zuidzijde zullen minder verstorend werken op het intergetijdegebied dat nu vooral aan de noordkant van het gebied voorzien wordt en een kleiner aantal windturbines leidt tot minder verstoring. Alternatief B1 scoort in dit opzicht het beste, alternatieven A1, A2 en C1 het slechtste.

14.4 Mitigerende maatregelen

Mitigatie Vleermuizen

Aanlegfase

Tijdens de bouw van het windpark kan verstoring van vliegroutes van gewone en ruige dwergvleermuis en paarplaatsen van gewone dwergvleermuis worden voorkomen door:

- de bouw uit te voeren in de tijd van het jaar waarin vleermuizen niet actief zijn. De tijd waarin vleermuizen niet actief zijn is globaal van 1 november tot 1 maart, of;
- ervoor te zorgen dat tijdens de bouw geen sprake zal zijn van een toename in de verlichting van de bomen langs de Oude Dijk en Kraaijenissedijk. Wanneer uitsluitend overdag gewerkt wordt of wanneer de verlichting de bomen langs de dijken niet zal aanlichten zijn effecten uit te sluiten.

Gebruiksfase

Door in ieder alternatief alle windturbines met een verhoogd risico op aanvarings-slachtoffers onder vleermuizen (zie hoofdstuk 10 voor aantal van turbines binnen ieder alternatief) uit te rusten met een stilstandsvoorziening, wordt het totaal aantal slachtoffers onder vleermuizen van het gehele windpark met circa 80% verlaagd. Hiermee zijn effecten op de populatie van gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis uit te sluiten. Het toepassen van een stilstandsvoorziening is een maatregel die in redelijkheid op deze locatie kan worden verlangd en naar verwachting ook doelmatig is, het aantal slachtoffers onder vleermuizen wordt daarmee sterk verkleind. Ten tijde van de vergunningverlening moet worden vastgesteld of voor het Voorkeursalternatief een ontheffingsaanvraag noodzakelijk is of niet.

De stilstandsvoorziening zorgt ervoor dat de windturbines niet sneller dan 1 rpm draaien bij windsnelheden (op gondelhoogte) onder de 6 m/s. Dit is uitsluitend nodig voor de tijd van het jaar met een verhoogd risico op slachtoffers onder de beide vleermuissoorten. Dit is met name de periode tussen 1 augustus en 15 oktober, tussen zonsondergang en zonsopgang, bij temperaturen boven de 10 graden Celsius en bij windsnelheden (op gondelhoogte) onder de 6 m/s. Een meer nauwkeurige stilstandsvoorziening kan pas geformuleerd worden aan de hand van metingen vanuit de windturbines (na plaatsing). Een stilstandsvoorziening kan het aantal slachtoffers verlagen met circa 80% (Behr *et al.* 2013, Lagrange *et al.* 2013).

Mitigatie broedvogels

Tijdens de werkzaamheden dient wezenlijke verstoring van broedende vogels en vernietiging van hun nesten en eieren te worden voorkomen. Dit kan door buiten het broedseizoen te werken. Het broedseizoen verschilt per soort. Voor het broedseizoen wordt in het kader van de Wnb geen standaard periode gehanteerd. Globaal moet rekening worden gehouden met de periode half maart tot en met half augustus.

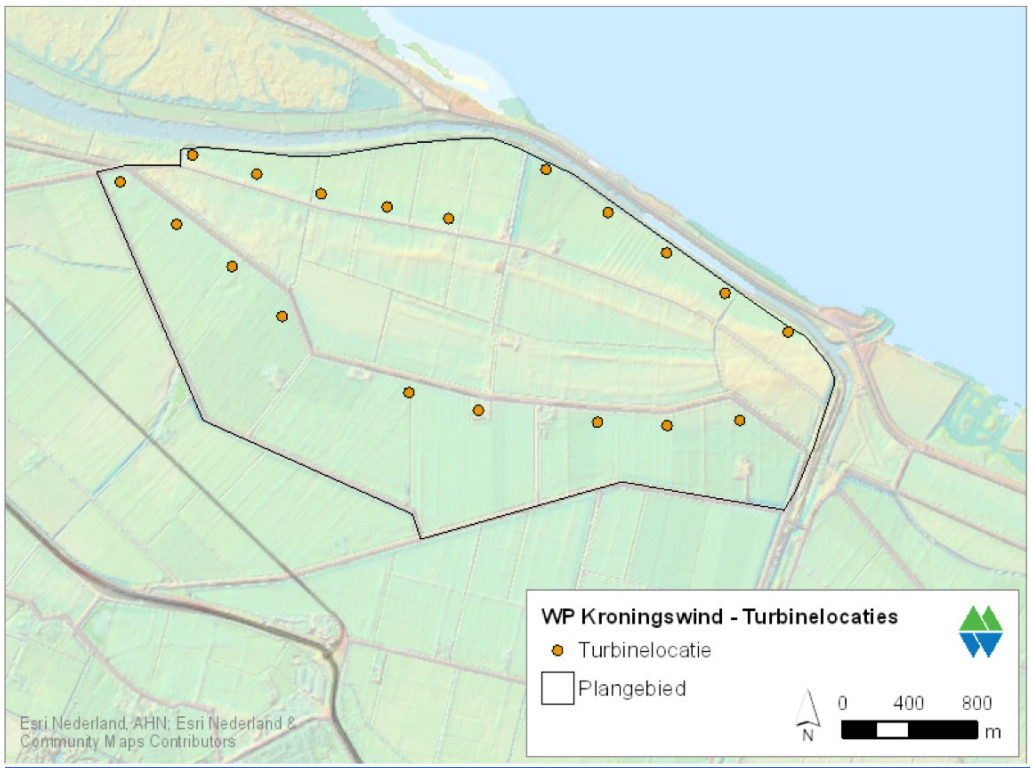
Indien de werkzaamheden binnen dit seizoen zijn gepland kunnen deze worden uitgevoerd indien is vastgesteld dat met de werkzaamheden geen in gebruik zijnde nesten wezenlijk worden verstoord of worden vernietigd. De kans hierop wordt verkleind door voorafgaand aan het broedseizoen het plangebied voor grondbroedende of in opgaande vegetatie broedende vogels ongeschikt te maken. Bijvoorbeeld door de vegetatie rondom de locaties waar gebouwd gaat worden te maaien of geheel te verwijderen. Dit zal worden vastgelegd in een ecologisch werkprotocol zodat conflicten met de Wnb in de aanlegfase worden voorkomen.

15 Voorkeursalternatief

Inmiddels is het voorkeursalternatief (VKA) bepaald, waarbij alleen de dimensies van de windturbines nog niet vaststaan. Hieronder is in de bepaling en beoordeling van de effecten van het VKA op natuur daarom uitgegaan van een *maximum effect scenario* (laagste ashoogte en grootste rotordiameter) van dit VKA.

15.1 Inrichting en eigenschappen

Het VKA betreft 19 windturbines, opgesteld binnen het plangebied (figuur 15.1). Ten opzichte van de eerder onderzochte alternatieven geldt dat de specificaties van het VKA iets verschillen, daarnaast komt het VKA qua opstelling het meest overeen met alternatief A2, waarbij echter de windturbines in het noordwesten van het plangebied niet zoals bij A2 net achter de dijk staan, maar verder naar het zuiden aan de zuidrand van Blok de Wit zijn geplaatst, zoals in alternatief B2. De ashoogte van de windturbines zal minimaal 91 meter en maximaal 100 meter bedragen. De rotordiameter bedraagt minimaal 100 meter en maximaal 117 meter, met een maximale tiphoogte van 150 meter. Zoals hierboven genoemd, wordt er uitgegaan van een maximum effect scenario, in dit geval is dat een ashoogte van 91 m met een rotordiameter van 117 m.



Figuur 15.1 Kaart met de locaties van 19 geplande windturbines volgens VKA van Windpark Kroningswind (zie tekst voor specificaties turbines).

15.2 Gebiedsbescherming

15.2.1 Natura 2000-gebieden

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen. Voor de resterende soorten (9 broedvogelsoorten en 9 niet-broedvogelsoorten) is voor het VKA onderzocht of deze soorten effecten (verstoring of additionele sterfte) van het windpark ondervinden. In de eerder onderzochte alternatieven kwam naar voren dat voor de brandgans de verstoring van de slaapplaats op het Zuiderdiep niet voor alle alternatieven op voorhand uit te sluiten was (A1, A2 en C1). Voor deze alternatieven gold dat er aan de westkant van het windpark windturbines gepland waren net achter de dijk, waardoor de invloedsfeer op de slaapplaats groot was. Voor het VKA geldt echter dat er in dit gebied geen windturbines zijn gepland en dus de verstoring beperkt is. Het is uitgesloten dat de geringe verstoring van de slaapplaats resulteert in een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor brandgans.

Het aantal aanvaringslachtoffers in het VKA (tabel 15.1, zie Radstake & Prinsen 2018) is vergelijkbaar met of lager dan in hoofdstuk 9 voor de alternatieven. Voor het VKA kan derhalve worden geconcludeerd dat het totaaleffect van Windpark Kroningswind verwaarloosbaar klein is. Voor broedvogels en niet-broedvogels zijn significant verstorende effecten (inclusief sterfte), met inbegrip van cumulatieve effecten (zie paragraaf 11.6), met zekerheid uit te sluiten.

Tabel 15.1 Berekend aantal aanvaringsslachtoffers bij VKA van Windpark Kroningswind voor een aantal niet-broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen (zie hoofdstuk 4 voor selectie). Berekeningen zijn uitgevoerd met het Flux-Collision model (zie bijlage 6 en hoofdstuk 5 voor toelichting).

soort	**berekend aantal slachtoffers**
kleine zwaan	<1
brandgans	2-3
kolgans	<1
grauwe gans	<1
smient	4-5
wilde eend	8-9
goudplevier	2-3
kievit	9-10
wulp	<1

15.2.2. NNN-gebieden

Voor het VKA geldt dat er 5 windturbines binnen het NNN zijn gepland, aan de zuidrand van Blok de Wit. Er is dus sprake van zowel ruimtebeslag als aantasting van de omvang van het NNN-gebied. Echter, omdat het gebied al was aangewezen als windontwikkelingsgebied voordat het werd toegevoegd aan het provinciale NNN zal voor het ruimtebeslag geen compensatieopgave gelden. Daarnaast is het nog niet aangewezen voor natuurbeheertypen, waardoor dit deel van het plangebied nog geen wezenlijke kenmerken en waarden heeft zoals gedefinieerd in de Verordening van provincie Zuid-Holland. Effecten op de samenhang en kwaliteit zijn zodoende niet aan de orde.

15.2.3. Overige beschermde gebieden

In het plangebied gaat het alleen om de Bloemdijken als overig beschermd gebied. Aangezien de geplande windturbines van het VKA niet op deze behorende Bloemdijken zijn gepland en de werkzaamheden minimaal tientallen meter van het beschermde gebied zullen plaatsvinden, zijn effecten op het beheertype Bloemdijken voor het VKA uitgesloten.

15.3 Soortbescherming

15.3.1 Vogels

Voor de VKA kan worden uitgesloten dat verstoring van jaarrond beschermde nesten in de aanlegfase plaatsvind, aangezien de windturbines niet in de invloedsfeer van nesten zijn gepland. Wel zal voor het begin van kapwerkzaamheden gekeken moeten worden waar precies in het plangebied de buizerd en boomvalk broeden en moet worden bepaald of er sprake is van vernietiging van nesten.

In de gebruiksfase zijn de aantallen aanvaringsslachtoffers onder lokaal, regionaal of landelijk schaarse of zeldzame vogelsoorten (inclusief Rode Lijstsoorten) verwaarloosbaar klein. Voor dergelijke soorten (o.a. lepelaar en dwergstern) is sprake van hooguit incidentele sterfte.
Voor algemene soorten geldt dat in de ordegrootte van in totaal ca. 285 slachtoffers worden voorspeld, het betreft algemene(re) soorten als lijsters, roodborst en spreeuw. Deze sterfte is voorzienbaar en derhalve wordt aanbevolen om voor deze soorten een ontheffing van artikel 3.1 lid 1 van de Wnb aan te vragen.

15.3.2 Vleermuizen

Er worden geen gebouwen gesloopt, maar wel worden er mogelijk bomen gekapt. Aantasting of verstoring van verblijfplaatsen zal beter moeten worden onderzocht voordat deze werkzaamheden worden uitgevoerd. Hierbij moet onderzocht worden of verblijfplaatsen in de bomen aanwezig zijn en of er sprake is van aantasting of vernietiging van foerageergebied of vliegroutes.

Het plangebied bestaat uit intensief agrarisch gebied, wat geen bijzondere betekenis heeft voor vleermuizen.
Voor de gebruiksfase van het VKA geldt dat er geen verstoring zal plaatsvinden op vliegroutes, verblijfplaatsen of op zwermgedrag nabij verblijfplaatsen.
Sterfte in de gebruiksfase zal vooral plaatsvinden onder risicosoorten die aanwezig zijn in het plangebied, in dit geval de gewone en ruige dwergvleermuis (zie hoofdstuk 10). Binnen het plangebied zijn er plaatsen waar een verhoogd aanvaringsrisico geldt, voor het VKA is dit alleen langs de Zuiderdiepweg. Er zijn in het VKA in totaal vijf windturbines binnen de invloedsfeer van de Zuiderdiepweg gepland (<200 m tussen Zuiderdiepweg en windturbine), en voor deze windturbines wordt in de slachtofferberekening het verhoogde aantal aanvaringsslachtoffers van 5 per windturbine per jaar gehanteerd, tegenover de 2 aanvaringsslachtoffers voor laag risico (zie hoofdstuk 10 voor methode). Dit brengt het totaal aantal berekende aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen voor het VKA op 53 exemplaren. Voor de risicosoorten gewone en ruige dwergvleermuis geldt een verdeling van 50:50 (zie hoofdstuk 10), er worden dus voor beide soorten 27 slachtoffers voorzien. In hoofdstuk 12 is onderbouwd dat deze sterfte voor gewone dwergvleermuis niet, maar voor ruige dwergvleermuis wel tot een effect op de gunstige staat van instandhouding van de betrokken populatie zou kunnen leiden. De aanbeveling is om het aantal vleermuisslachtoffers bij de vijf windturbines met verhoogd risico te verlagen met behulp van een stilstandvoorziening (zie paragraaf 14.4)

15.3.3. Overige beschermde soorten

Het plangebied heeft geen betekenis voor strikt beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied. Effecten op deze soorten zijn uitgesloten.

16 Literatuur

Bach, L., C. Meyer-Cords, & P. Boye, 2005. Wanderkorridore für Fledermäuse. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bonn, 17: 59–69.

Baptist, H., 2014. Windpark Krammer Flora- en faunawet, rapport 2013/14, Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.

Baptist, H., 2005. Vogelslachtofferonderzoek Roggenplaat, rapportage 2004-2005. Rapport 2005/3. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.

Barclay, R.M.R., E.F. Baerwald & J.C. Gruver, 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. Canadian Journal of Zoologie, 85: 381-387.

Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Beuker, D., W. Lengkeek, R.C. Fijn & H.A.M. Prinsen, 2009. Duikeenden nabij Windpark Lely, Medemblik. Beknopt veldonderzoek naar gedrag en voedsel-beschikbaarheid. Rapport 09-142. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Boele A., J. van Bruggen, F. Hustings, K. Koffijberg, J.W. Vergeer & T. van der Meij, 2015. Broedvogels in Nederland in 2013. Sovon-rapport 2015/04. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Boonman M., M.P. Collier & M.J.M. Poot, 2014. Cumulative effects of offshore wind farms in the Southern North Sea on bats. Notitie 14-408/14.07021/MarPo Bureau Waardenburg, Culemborg.

Boonman, M., E.A. Jansen, M. La Haye, H.J.G.A. Limpens, G.F.J. Smit, 2013. Vleermuizen IJsselmeerdijken Noordoostpolder. Nulmeting 2012. Rapport 12-230. Bureau Waardenburg / Zoogdiervereniging.

Boudewijn, T.J., R.C. Fijn & M.J.M. Poot, 2012. Effecten van onderzoek aan aalscholvers in het Breede Water op beschermde soorten en habitats van het Natura 2000-gebied Voornes Duin en aangrenzende gebieden Voordelta en Haringvliet. Oriëntatiefase Natuurbeschermingswet 1998. Rapport 12-041. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Brenninkmeijer, A. & C. van der Weyde, 2011. Monitoring vogelaanvaringen Windpark Delfzijl-Zuid 2006-2011. A&W rapport 1656. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Faenwâlden.

Brinkmann R., O. Behr, I. Niermann, and M. Reich, 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, volume 4 Umwelt und Raum. Cuvillier Verlag, Göttingen.

BügelHajema Adviseurs in prep. Natuurontwikkeling Zuiderdieppolder (ontwerp). *Toelichting bij het ontwerpbestemmingsplan*

Buurma, L.S., R. Lensink & L. Linnartz, 1986. De hoogte van breedfronttrek overdag boven Twente, een vergelijking van visuele en radarwaarnemingen in oktober 1984. Limosa 60: 169-182.

Cryan, P.M & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Jounral of Mammology, 90: 1330-1340.

Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill, 2011. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. Biologie - Kenmerken - Bedreigingen. De Fontein/Tirion Uitgevers bv, Utrecht.

Dirksen, S., A.L. Spaans & J. Van der Winden, 2007. Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: A case study. In: M. de Lucas,G.F.E. Janss &M. Ferrer (eds). Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation. Blz. 275. Quercus. Madrid, Spain.

Everaert, J., 2008. Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (rapportnr. INBO.R.2008.44). Insituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Fernley, J., S. Lowther & P. Whitfield, 2006. A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate. Natural Research Ltd, West oast Energy & Hyder Consulting.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, W. Tijsen, H.A.M. Prinsen & S. Dirksen, 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans Cygnus columbianus wintering near a wind farm in the Netherlands. Wildfowl 62: 97–116.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, H.A.M. Prinsen, W. Tijsen & S. Dirksen, 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbines testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Rapport 07-094. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Furmankiewicz J., M. Kucharska, 2009. Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. Journal of Mammalagy 90:1310-1317.

Grajetzky, B., M. Hoffmann & G. Nehls, 2008. Montagu's Harriers and wind farms: Radio telemetry and observational studies. Presentation at: 'Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions', International Workshop organized by NABU in Berlin 21th-22nd October 2008.

Hartman, J.C., M. van der Valk, F. van Vliet, M. Boonman, J. van der Winden & K.L. Krijgsveld, 2013. Natuuronderzoek Windplan Wieringermeer. Natuurtoets en passende beoordeling van voorkeursalternatief. Rapport 12-162. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Hernández-Pliégo, J., M. de Lucas, A-R Muñoz & M. Ferrer, 2013. Effects of wind farms on Montagu's Harrier population in Southern Spain. Presentatie op 'Conference on Wind Power and Environmental Impacts, Stockholm 5-7 February 2013'. Samenvatting in Book of Abstracts, Naturvardsverket Rapport 6546, Stockholm.

Hötker, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Hötker, H., O. Krone & G. Nehls, 2013. Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungs- voschläge. Schlussbericht für dasBundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Insititut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wiltierforschung, BioConsult SH. Berghusen, Berlin, Husum

Janssen, P., M. de Sain, M. Jaspers Faijer, H.A.M. Prinsen & J. Hugtenburg, 2013. PlanMER Windenergie Goeree-Overflakkee. Pondera Consult, Bureau Waardenburg & H+N+S Landschapsarchitecten, Hengelo.

Joest, R., L. Rasran & K-M Thomsen, 2008. Are breeding Montagu's Harriers displaced by wind farms? Presentation at: 'Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions', International Workshop organized by NABU in Berlin 21th-22nd October 2008.

Jones, G.E., J.D. Altringham & R. Deaton, 1991. Distribution and population densities of seven species of bats in northern England. J. Zool. Lond. 240:788-798.

Jonkvorst, R. J. & J.C. Kleyheeg-Hartman, 2016. Effecten op beschermde gebieden van Windpark Haringvliet GO. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. Rapport 15-169. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Kapteyn, K., 1995. Vleermuizen in het landschap. Over hun ecologie, gedrag en verspreiding. Schuyt & Co, Haarlem.

Klop, E., & A. Brenninkmeijer, 2014. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014. Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Faenwâlden.

Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. Ardea 97(3): 357-366.

Krijgsveld, K.L. & D. Beuker, 2009. Vogelslachtoffers bij windpark Anna Vosdijk op Tholen. Onderzoek naar aanvaringen onder trekkende steltlopers en overwinterende smienten. Rapport 09-072. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen, 2011. Effect Studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Rapport 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden, 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Langgemach, T. & T. Dürr, 2015. Informationen über Einflüsse der Windenergie-nutzung auf Vögel. Stand 16. Dezember 2015, Aktualisierungen auβer Fundzahlen hervorgehoben. Landesambt für Umwelt Brandenburg. Staatliche Vogelschutzwarte, Buckow.

Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Bureau Waardenburg Rapportnr. 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R. & K.D. van Straalen, 2016. Natuurtoets voor Windpark Oostflakkee op Overflakkee (Zuid-Holland); Achtergronddocument bij het MER. Rapport 16-039, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R. , H. van Gasteren, F. Hustings, L.S. Buurma, G. van Duin, L. Linnartz, F. Vogelzang & C. Witkamp, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers, 1997. Atlas van de Nederlandse Vleermuizen. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Meschede, A., K.-G. Heller & P. Boye, 2002. Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Unterschuchungen als Grunslage für den Fledermausschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 71. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg.

Ministerie van EZ, 2014a. Soortenstandaard gewone dwergvleermuis Pipistrellus pipistrellus. Ministerie van EZ, Den Haag.

Ministerie van EZ, 2014b. Soortenstandaard ruige dwergvleermuis. Pipistrellus nathusii. Ministerie van EZ, Den Haag.

Ministerie van EZ, 2014c. Soortenstandaard rosse vleermuis Nyctalus noctula. Ministerie van EZ, Den Haag.

Musters, C.J.M., M.A.W. Noordervliet & W.J.T. Keurs, 1996. Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary. Bird Study 43: 124-126.

Nederpel, V., J. Dekker & T. Molenaar, 2015. Vleermuisonderzoek Windlocaties Goeree. In het kader van de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998. Rapport RA14255-02, Regelink Ecologie & Landschap, Mheer.

Oliver, P., 2013. Fleight heights of Marsh Harriers in a breeding and wintering area. British Birds 106, 405-408.

Plonczkier, P. & I.C. Simms, 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. Journal of Applied Ecology 49: 1187-1194.

Poot, M.J.M., I. Tulp, L.M.J. van den Bergh, H. Schekkerman & J. van der Winden, 2001. Effect van mist-situaties op vogelvlieggedrag bij het windpark Eemmeerdijk. Zijn er aanwijzingen voor verhoogde aanvaringsrisico's? Rapport 01-072. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M. & R.R. Smits, 2017a. Passende Beoordeling Windpark Suyderlandt, gemeente Goeree-Overflakkee. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapport 17-111, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M. & R.R. Smits, 2017b. Passende Beoordeling Windpark Blaakweg, gemeente Goeree-Overflakkee. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapport 17-113, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M., R. Lensink & K.D. van Straalen, 2017. Passende Beoordeling Windpark Oostflakkee, gemeente Goeree-Overflakkee. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapportnr. 17-112. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Prinsen, H.A.M., J.C. Hartman, D. Beuker & L.S.A. Anema, 2013. Vliegbewegingen van meeuwen en sterns bij twee windparken op de Eerste Maasvlakte. Velonderzoek naar flux, vlieghoogtes en aanvaringsslachtoffers. Rapport 13-023. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M., R.R. Smits, F.L.A. Brekelmans, L.S.A. Anema, D. Emond & S. Dirksen, 2009. Achtergrondrapport natuur MER Zuidring Randstad380. Rapport 08-003. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Radstake, Y.N. & H.A.M. Prinsen, 2018. Passende beoordeling Windpark Kroningswind. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapport 17-225, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Ravon, 2017. www.zuid-holland.vissenatlas.nl/Levendeatlas/tabid/3653/Default.aspx. Laatst geraadpleegd op 2 augustus 2017.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014. Soortenstandaard Buizerd, versie 2.0. RVO, Den Haag.

Rijn, van S. 2014. Status of the breeding population of Great Cormorants in The Netherlands in 2012. – In: Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion, L., Volponi, S., Paquet, J.-Y., Carss, D.N. & van Eerden, M.R. (eds.): Breeding numbers of Great Cormorants Phalacrocorax carbo in the Western Palearctic, 2012-2013. – IUCN-Wetlands International Cormorant Research

Group Report. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University.

Robinson, C., G. Lye, J. Forrest. C. Hommel, C. Pendlebury & R. Walls, 2013. Flight activity and breeding success of Hen Harriers at Paul's Hill Wind Farm in North East Scotland. Presentatie en poster op 'Conference on Wind Power and Environmental Impacts, Stockholm 5-7 February 2013'. Samenvatting in Book of Abstracts, Naturvardsverket Rapport 6546, Stockholm.Schaut, C., K. Aper, K. & C. Derde, 2008. Aanvaring van vogels met MW-windturbines in de haven van Antwerpen. Rapportnr: 2088-CS1. Fortech Studie bvba, Vrasene.

Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. Acta Chiropterologica 12(2): 261-274.

Schaut, C., K. Aper & C. Derde, 2008. Aanvaring van vogels met MW-windturbines in de haven van Antwerpen. Rapport 2008-CS1. Fortech Studie bvba, Vrasene.

Schekkerman, H., L.M.J. van de Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.

Schmidt, A., 1994. Phanologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhautfledermaus Pipistrellus nathusii, In Ostbrandenburg. Nyctalus 5:77-100.

Seiche, K., P. Endl & Lein, M., 2008. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

Sendor T. & M. Simon, 2003. Population dynamics of the pipistrelle bat: effects of sex, age and winter weather on seasonal survival. Journal of Animal Ecology. Volume 72, Issue 2, pages 308–320.

Simon, M., S. Huttenbugel & J. Smit-Viergutz, 2004. Ecology and Conservation of bats in villages and towns. Schriftenreihe fur Landschaftspflege und Naturschutz Heft 77.

Smits, R.R. & H.A.M. Prinsen, 2015. Natuurtoets Windpark Zuiderdiep. Rapportnr. 15-201. Bureau Waardenburg, Culemborg

Smits, R.R., H.A.M. Prinsen & L.S.A. Anema, 2016. Knelpuntenanalyse windparken Goeree-Overflakkee. Analyse van risico's op het gebied van natuurwetgeving en ecologie. Rapport 15-103. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Speakman, J.R., P.A. Racey, C.M. Catto, P.I. Webb, S.M. Swift & A.M. Burnett, 1991. Minimum summer populations and densities of bats in N.E. Scotland, near the northern borders of their distributions. J. Zool. 225:327-345.

Steunpunt Natura 2000, 2010. Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. versie 27 mei 2010. RegieBureau Natura 2000, Utrecht.

Straalen, van K.D. & M. van der Valk, 2014. Vleermuisonderzoek windpark Martine Corneliapolder, Goeree-Overflakkee. Veldinventarisatie en effectbeoordeling in het kader van de Flora- en faunawet. Rapportnr. 13-194, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2011. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2010. RWS Waterdienst BM 11.11. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2012. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2011. RWS Waterdienst BM 12.22. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2013. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2012. RWS Waterdienst BM 13.18. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2014. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2013. RWS Waterdienst BM 14.12. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., F.A. Arts & M.S.J. Hoekstein, 2015. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2014. RWS Waterdienst BM 15.07. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P.W. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind park Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Verbeek, R.G., D. Beuker, J.C. Hartman & K.L. Krijgsveld, 2012. Monitoring vogels Windpark Sabinapolder. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers. Bureau Waardenburg Rapportnr. 11-189. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Verbeek, R.G., C. Heunks, K.D. van Straalen & M. van der Valk, 2013. Ecologische verkenning Windplan Goeree-Overflakkee. Mogelijke effecten en kennisleemtes ten aanzien van vogels en vleermuizen. Rapport 13-003. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Vliet, van der R.E., J. Tilborghs & W. Heijligers. 2011. Maximale foerageerafstanden op een rij gezet voor 97 beschermde vogelsoorten. Toets 01/2011; 18(4):6-10.

Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann & S. Kramer-Schadt, 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. Biological Conservation 153 (2012) 80–86.

Whitfield, D.P. & M. Madders, 2006. Fleight height in the Hen Harrier Circus cyaneus and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. Natural Research Information Note 2. Natural Research Ltd, Banchory, UK.

Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapp. 89/15. RIN, Arnhem.

Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapp. 92/2. IBN-DLO, Arnhem.

Bijlage 1 Kader Wet natuurbescherming

1.1 Inleiding

Vanaf 1 januari 2017 is de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) in werking. Deze wet vervangt de Flora- en faunawet, de Natuurbeschermingswet 1998 en de Boswet. Met de inwerkingtreding van de Wnb zijn de provincies het bevoegde gezag voor de ontheffing- en vergunningverlening voor plannen en projecten en voor het vaststellen van vrijstellingsregelingen. Bij provincie overschrijdende projecten is dit de minister van EZ.

Deze bijlage vat het wettelijk kader samen voor toetsing van ruimtelijke ingrepen en andere handelingen. In paragraaf 1.2 komen algemene bepalingen van de wet aan de orde. Gebiedsbescherming is in de wet beschreven in ‘Hoofdstuk 2 Natura 2000-gebieden’ en is hier samengevat in paragraaf 1.3. De bescherming van soorten is in de wet beschreven in ‘Hoofdstuk 3 Soorten’ en in deze bijlage samengevat in paragraaf 1.4. De bescherming van bomen en bos is in de wet beschreven in ‘Hoofdstuk 4 Houtopstanden, hout en houtproducten’ en is hier samengevat in paragraaf 1.5. Andere onderdelen van de Wnb zoals jacht, schadebestrijding, overlastbestrijding, faunabeheer en omgang met exoten maken geen deel uit van deze bijlage.

1.2 Algemene bepalingen

Art 1.10 De Wet natuurbescherming is gericht op:

- het beschermen en ontwikkelen van de natuur, mede vanwege de intrinsieke waarde, en het behouden en herstellen van de biologische diversiteit;
- het doelmatig beheren, gebruiken en ontwikkelen van de natuur ter vervulling van maatschappelijke functies, en
- het verzekeren van een samenhangend beleid gericht op het behoud en beheer van waardevolle landschappen, vanwege hun bijdrage aan de biologische diversiteit en hun cultuurhistorische betekenis, mede ter vervulling van maatschappelijke functies.

Art 1.11 Een ieder neemt voldoende zorg in acht voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en voor in het wild levende dieren en planten en hun directe leefomgeving. Deze zorgplicht houdt in elk geval in dat handelingen waarvan redelijkerwijs verwacht mag worden dat ze nadelige gevolgen kunnen hebben voor een Natura 2000-gebied, een bijzonder nationaal natuurgebied of voor in het wild levende dieren en planten achterwege blijven, dan wel dat noodzakelijke maatregelen worden getroffen om negatieve gevolgen te voorkomen, of voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen ze beperkt of ongedaan worden gemaakt.
Art 1.12 Gedeputeerde staten van de provincies dragen zorg voor:

- het nemen van de nodige maatregelen voor de bescherming, de instandhouding of het herstel van biotopen en leefgebieden in voldoende gevarieerdheid voor alle van nature in het wild levende vogelsoorten en planten en dieren en hun habitats van bijlagen II, IV en V bij de Habitatrichtlijn en habitattypen van bijlage I van de Habitatrichtlijn;
- het behoud of het herstel van een gunstige staat van instandhouding van de met uitroeiing bedreigde of speciaal gevaar lopende van nature in het wild voorkomende dier- en plantensoorten;
- de totstandkoming en instandhouding van een samenhangend landelijk ecologisch netwerk, genaamd Natuurnetwerk Nederland.

Gedeputeerde staten kunnen gebieden buiten het Natuurnetwerk Nederland aanwijzen die van provinciaal belang zijn vanwege hun natuurwaarden of landschappelijke waarden, met inachtneming van hun cultuurhistorische kenmerken. Deze gebieden worden aangeduid als ‘bijzondere provinciale natuurgebieden’ en ‘bijzondere provinciale landschappen’.

1.3 Natura 2000-gebieden

De Wnb heeft tot doel het beschermen en in stand houden van Natura 2000-gebieden.

Relevante wettelijke bepalingen
De beoordeling van projecten en andere handelingen wordt geregeld in artikel 2.7 tot en met artikel 2.9. Aanwijzingsbesluiten geven de instandhoudingsdoelstellingen ten aanzien van de leefgebieden voor vogels van de Vogelrichtlijn, de natuurlijke habitats en de habitats van soorten van de Habitatrichtlijn. De instandhoudingsmaatregelen zijn voor elk gebied beschreven in het beheerplan. Tevens beschrijft het beheerplan welke handelingen en ontwikkelingen in het gebied en daarbuiten het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen niet in gevaar brengen. Voor het uitvoeren van plannen of projecten kan GS de verplichting opleggen tot preventieve of herstelmaatregelen. Dit is niet van toepassing indien voor het plan of project een (omgevings)vergunning is verleend.

Beoordeling van plannen en projecten
Art. 2.7 Voor een plan dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, en dat afzonderlijk of in combinatie (in cumulatie) met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, is een **passende beoordeling** noodzakelijk.
Er is een **vergunning** nodig van GS voor projecten of andere handelingen die de kwaliteit van de natuurlijke habitats of de habitats van soorten in dat gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. De bevoegdheid ten aanzien van de vergunningverlening ligt bij GS van de provincie waarin het project wordt uitgevoerd.

Er geldt een **uitzondering op de vergunningprocedure** op grond van de Wet natuurbescherming: als via een andere wettelijke bepaling een passende beoordeling verplicht is (bijvoorbeeld op grond van de Tracéwet of de Spoedwet wegverbreding) voor de besluitvorming.

Art. 2.9 Géén vergunning is nodig:

- Als het project of de handeling is opgenomen in een Natura 2000-beheerplan of in een vastgesteld programma voor Natura 2000-gebieden (zoals de PAS). Voorwaarde is dat 1) ten aanzien van het plan of het programma een passende beoordeling van projecten is uitgevoerd waaruit de zekerheid is verkregen dat het project de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet zal aantasten, en 2) dat het bestuursorgaan dat het plan of programma heeft vastgesteld, tevens bevoegd gezag is voor vergunningverlening of dat dit bestuursorgaan heeft ingestemd heeft met het plan of programma.
- Als het project of de handeling al bestond of bekend was op de referentiedatum 31 maart 2010 of later als het gebied later is aangewezen (ook wel bekend als bestaand gebruik).
- Als het project of de handeling behoort tot door PS bij verordening aangewezen categorieën van gevallen.

Toelichting op begrippen

Habitattoets

De habitattoets is de verzamelnaam van toetsingen van effecten van plannen en projecten op de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied. In beginsel worden de effecten van plannen en projecten op Natura 2000-gebieden 'passend beoordeeld'. Als er kans is op significant negatieve effecten en mitigerende maatregelen bij de beoordeling zijn betrokken wordt gesproken over een '**passende beoordeling'**. Om procedurele redenen kan er voor worden gekozen om een **oriëntatiefase** – soms ook wel '**voortoets'** genoemd – te doorlopen. De inhoudelijke studie is in de oriëntatiefase in grote lijnen identiek aan een passen de beoordeling, echter mitigerende maatregelen zijn bij de oriëntatiefase niet bij de beoordeling betrokken. Als de conclusie is dat significante negatieve effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten en maatregelen nodig zijn om significant negatieve effecten met zekerheid te voorkomen, zal alsnog een passende beoordeling nodig zijn.

Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn maatregelen ter voorkoming of beperking van het (mogelijke) effect van het project of andere handeling en deze maatregelen zijn onlosmakelijk verbonden zijn met een project / andere handelingen

Cumulatieve effecten

Voor de habitattoets geldt uitdrukkelijk dat voor elke activiteit onderzocht moet worden of er mogelijke significante effecten zijn als gevolg van de activiteit afzonderlijk *en* in

combinatie met andere plannen en projecten. In het laatste geval moeten de gezamenlijke ofwel cumulatieve effecten beoordeeld worden in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied. Het gaat daarbij om alle plannen en projecten die op bestuurlijk niveau zijn goedgekeurd en die nog niet (volledig) zijn gerealiseerd.

Significantie
Van significante effecten kan sprake zijn als ten gevolge van het plan of project realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen wordt bemoeilijkt of onmogelijk wordt gemaakt. In de Leidraad bepaling Significantie is het begrip 'significante gevolgen' toegelicht.[11]

Externe werking
Ook activiteiten buiten het Natura 2000-gebied kunnen vergunningplichtig zijn als die activiteiten negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied (kunnen) veroorzaken. Dit wordt de 'externe werking' van de bescherming genoemd.

Programma Aanpak Stikstof
Op 1 juli 2015 is de Programma Aanpak Stikstof (PAS) in werking getreden. Dit programma geeft met een gericht pakket van herstelmaatregelen enerzijds waarborgen voor behoud en herstel van stikstofgevoelige habitats en leefgebieden van soorten en biedt anderzijds ruimte voor nieuwe economische activiteiten. Voor projecten die vermeld zijn op een lijst met prioritaire projecten is op voorhand ruimte gereserveerd. Voor nieuwe projecten (niet-prioritair) geldt bij een toename van stikstofdepositie op een stikstof gevoelig habitat met thans al een overschrijding het volgende:

- Activiteiten met een stikstofdepositie vanaf 1 mol/ha/jaar zijn vergunningplichtig.
- Activiteiten met een stikstofdepositie onder 0,05 mol/ha/jaar zijn niet vergunningplichtig.
- Voor activiteiten met een stikstofdepositie tussen 0,05 mol/ha/jaar – 1 mol/ha/jaar moet voor het Natura 2000-gebied worden nagegaan wat de actuele geldende grenswaarde is. Bij 95% uitgegeven depositieruimte wordt de grenswaarde verlaagd naar 0,05 mol/ha/jaar; dan is dus een vergunning nodig bij een stikstofdepositie hoger dan 0,05 mol/ha/jaar (anders bij 1 mol/ha/jaar)

De omvang van de stikstofdepositie als gevolg van een project moet worden vastgesteld aan de hand van het rekenmodel AERIUS Calculator.

1.4 Soorten

Verbodsbepalingen
De Wnb onderscheid bij de bescherming van soorten drie beschermingsregimes:

[11] Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Publicatie Steunpunt Natura 2000, versie 27 mei 2010.

Art. 3.1 *Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn*

1. Het is verboden opzettelijk in het wild levende vogels (VR artikel 1) te doden of te vangen.
2. Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld onder 1 te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
3. Het is verboden eieren van vogels als bedoeld onder 1 te rapen en deze onder zich te hebben.
4. Het is verboden vogels als bedoeld onder 1 opzettelijk te storen.
5. Het verbod, opzettelijk storen, is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Het ministerie heeft een lijst gemaakt van soorten vogels die hun nest doorgaans het hele jaar door of telkens opnieuw gebruiken. Deze nesten zijn jaarrond beschermd[12]. Voor andere soorten geldt dat de nesten alleen beschermd zijn wanneer zij (in het broedseizoen) in gebruik zijn.

Art. 3.5 *Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn*

1. Het is verboden in het wild levende **dieren** (HR bijlage IV, VvBern Bijlage II, VvBonn Bijlage I) opzettelijk te doden of te vangen.
2. Het is verboden dieren als bedoeld onder 1 opzettelijk te verstoren.
3. Het is verboden eieren van dieren als bedoeld onder 1 in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.
4. Het is verboden voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld onder 1 te beschadigen of te vernielen.
5. Het is verboden **planten** (HR bijlage IV, VvBern Bijlage I) in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken, te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Art. 3.10 *Beschermingsregime andere soorten*

1. Het is verboden in het wild levende **zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers** van de soorten, genoemd in de bijlage bij de Wet, onderdeel A, natuurbescherming opzettelijk te doden of te vangen.
2. Het is verboden de vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld onder 1 opzettelijk te beschadigen of te vernielen.
3. Het is verboden **vaatplanten** genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij de Wet natuurbescherming, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken, te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Ontheffingen en vrijstellingen

Gedeputeerde staten kunnen een ontheffing verlenen van verboden die gelden voor Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn (Art 3.3), Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn (Art 3.8) en Beschermingsregime andere soorten (Art 3.10 lid 2). Provinciale staten en de Minister kunnen bij verordening vrijstelling verlenen van deze verboden (Art 3.3, Art 3.8)

[12] Zie de Aangepaste lijst jaarrond beschermde vogelnesten ontheffing Flora- en faunawet ruimtelijke ingrepen, ministerie van LNV, augustus 2009.

Een ontheffing of een vrijstelling wordt uitsluitend verleend als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- er bestaat geen andere bevredigende oplossing,
- er is voldaan aan een in Art 3.3 dan wel Art 3.8 genoemd belang,
- er is geen sprake van een verslechtering van de (gunstige) staat van instandhouding van de desbetreffende soort.

Aan een ontheffing kunnen voorwaarden worden gesteld om schade te beperken of te compenseren zodat er geen afbreuk wordt gedaan aan de SvI.

Art 3.3, Art 3.8 De verboden voor zijn niet van toepassing op handelingen ten behoeve van instandhoudingsmaatregelen en handelingen in het kader van een Natura 2000-beheerplan of een vastgesteld programma (zoals bijvoorbeeld de PAS).

Art. 3.10 Voor soorten vallend onder '*Beschermingsregime andere soorten*' kan de provincie een vrijstelling verlenen voor handelingen in het kader van de **ruimtelijke inrichting of ontwikkeling** van gebieden en **bestendig beheer of onderhoud**.

Art. 3.31 De hierboven genoemde verboden onder de drie beschermingsregimes zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd overeenkomstig een door Onze Minister goedgekeurde **gedragscode** en die plaatsvinden in het kader van bestendig beheer of onderhoud en ruimtelijke ontwikkeling en inrichting.

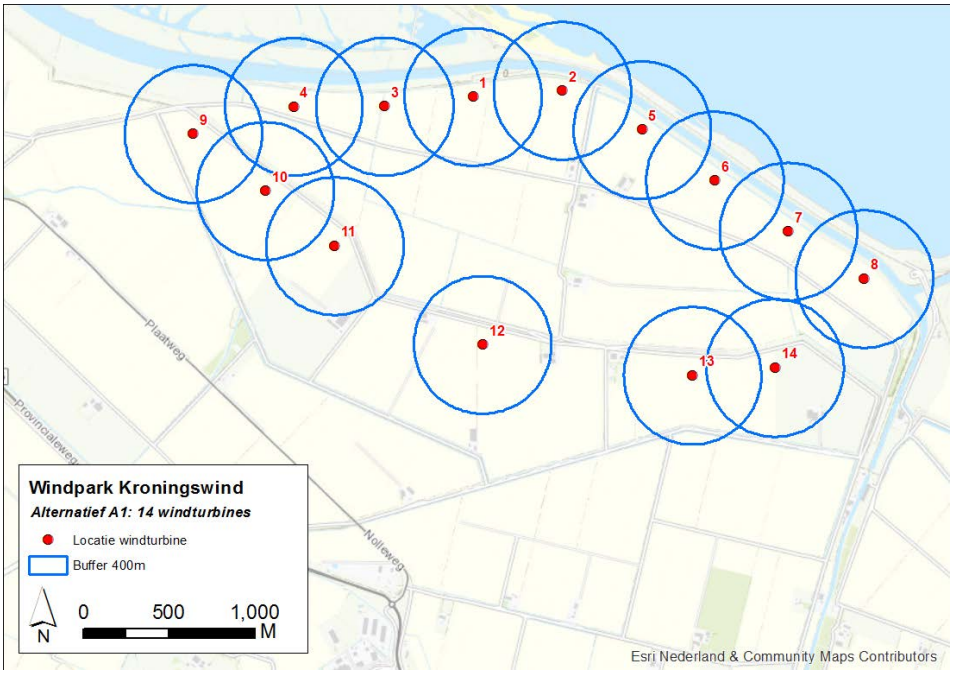
1.5 Houtopstanden

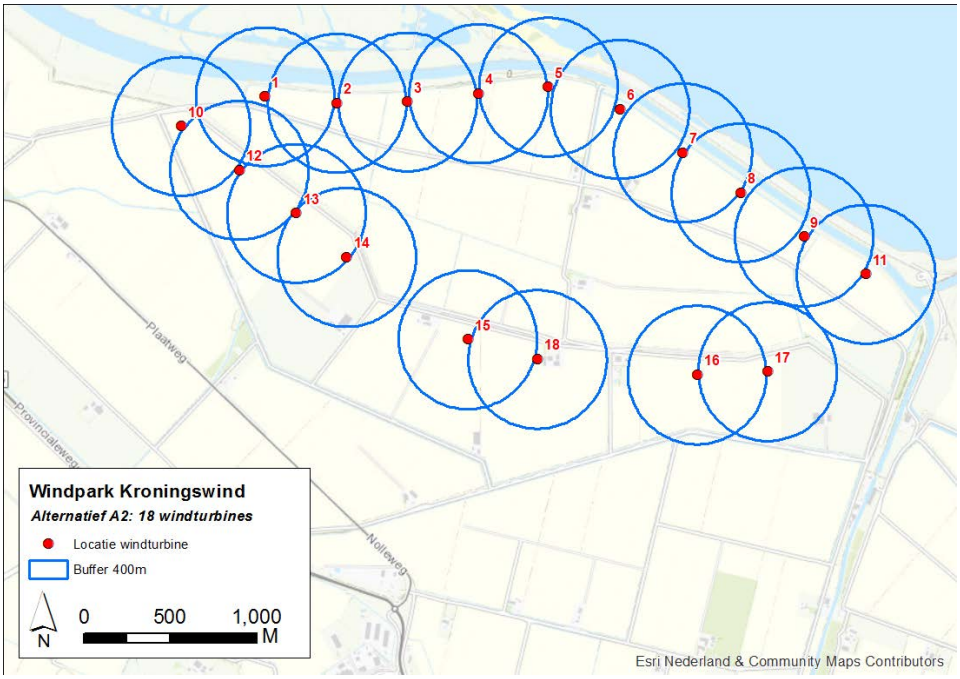
Hoofdstuk 4, paragraaf 4.1 van de Wnb regelt de verbodsbepalingen ten aanzien van houtopstanden.
Art. 4.1 De bepalingen in § 4.1 hebben o.a. geen betrekking op houtopstanden binnen de bebouwde kom, op erven of in tuinen, wegbeplantingen, beplanting langs rijkswegen, boomsingels en in het geval van het dunnen van een houtopstand.
Art. 4.2 Het is verboden een houtopstand geheel of gedeeltelijk te vellen of te doen vellen, met uitzondering van het periodiek vellen van griend- of hakhout, zonder voorafgaande melding daarvan bij gedeputeerde staten.
Art. 4.3 Als een houtopstand geheel of gedeeltelijk is geveld, met uitzondering van het periodiek vellen van griend- of hakhout, geldt een plicht tot herbeplanten van dezelfde grond binnen drie jaar na het vellen.
Art. 4.4 De bepalingen in § 4.1 zijn eveneens niet van toepassing als het vellen van houtopstanden en herbeplanten wordt gerealiseerd overeenkomstig een door Onze Minister goedgekeurde gedragscode.

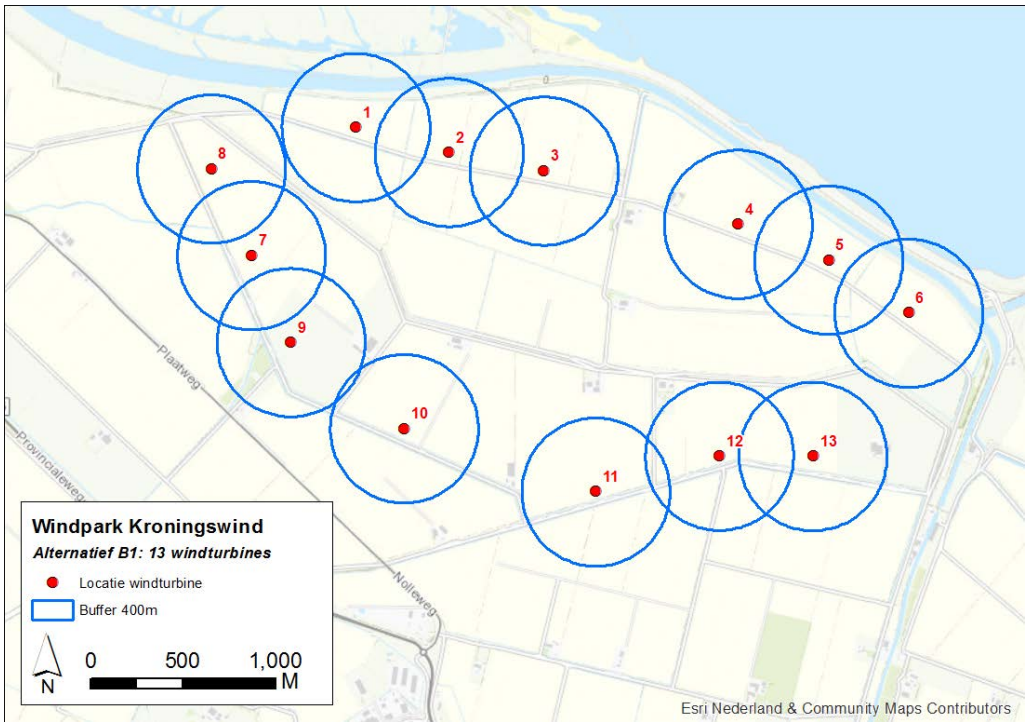
In de artikelen van § 4.1 zijn meer uitzonderingen aangegeven.

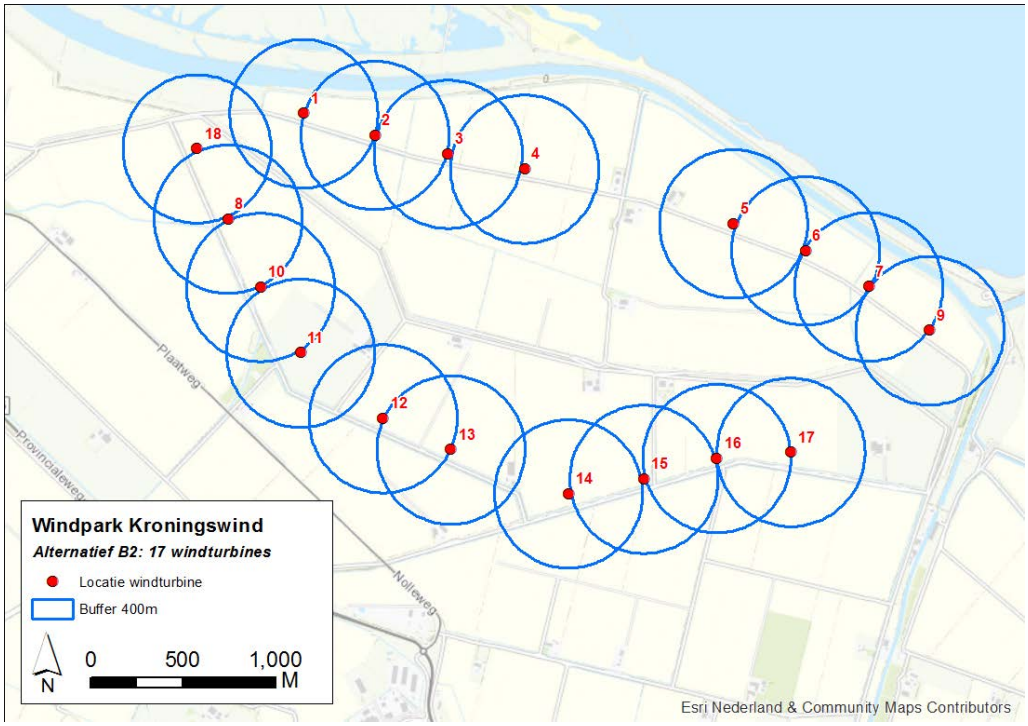
Bijlage 2 Alternatieven in opstelling

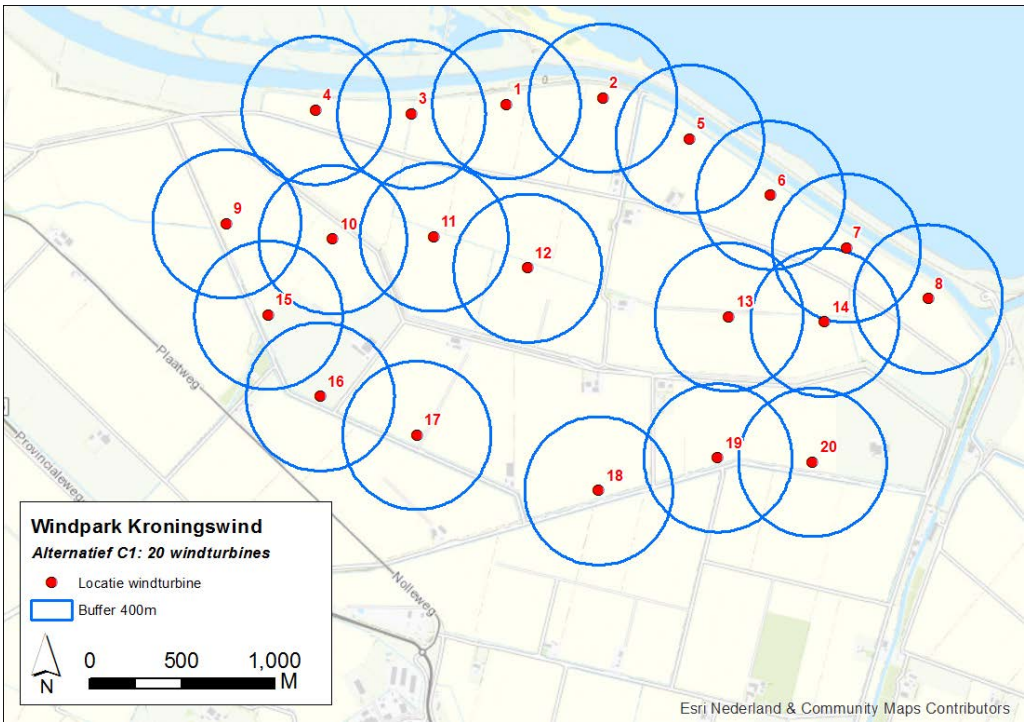
Hieronder zijn de 6 verschillende opstellingsvarianten/alternatieven weergegeven (A1, A2, B1, B2, C1 en C2), met het aantal en locatie van de windturbines binnen het plangebied en een 400 m verstoringscontour.

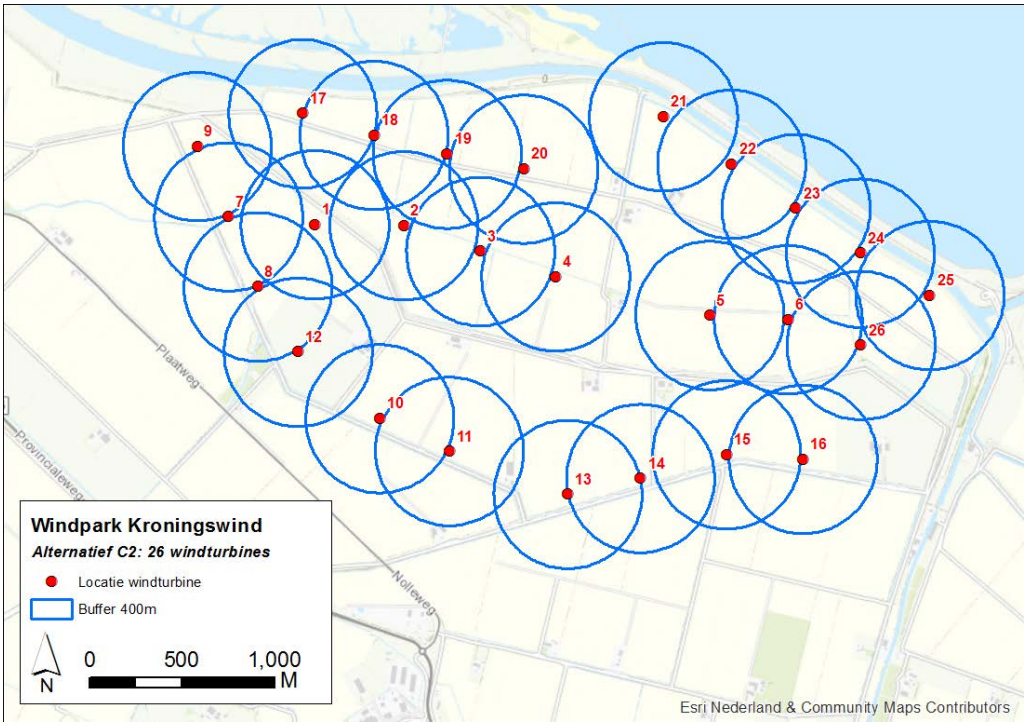





Windpark Kroningswind
Alternatief B1: 13 windturbines
Locatie windturbine
Buffer 400m
N
0
500
1,000
M
Plaatweg
Nollenweg
Esri Nederland & Community Maps Contributors


Windpark Kroningswind
Alternatief B2: 17 windturbines
Locatie windturbine
Buffer 400m
N
0
500
1,000
M
Plaatweg
Nollenweg
Esri Nederland & Community Maps Contributors


Windpark Kroningswind
Alternatief C1: 20 windturbines
Locatie windturbine
Buffer 400m
N
0
500
1,000
M
Plaatweg
Provincialeweg
Nolleweg
Esri Nederland & Community Maps Contributors


Windpark Kroningswind
Alternatief C2: 26 windturbines
Locatie windturbine
Buffer 400m
N
0
500
1,000
M
Plaatweg
Provincialeweg
Nolleweg
Esri Nederland & Community Maps Contributors

Bijlage 3 Windturbines en vogels

Onderzoek naar effecten van windturbines op vogels heeft drie verschillende typen effecten laten zien, namelijk aanvaringen van vliegende vogels, habitatverlies of verstoring van broedende, foeragerende of rustende vogels en barrièrewerking voor vliegende vogels.

3.1 Aanvaringen

Vogels kunnen door aanvaringen met de rotorbladen en mast of door lucht-wervelingen in het zog achter de windturbine gewond raken of sterven. Het aantal aanvaringen is afhankelijk van de intensiteit van vliegbewegingen en het aanvaringsrisico.

Vliegintensiteit
Het aantal slachtoffers wordt in belangrijke mate bepaald door de vliegintensiteit van vogels op rotorhoogte (Desholm *et al.* 2006). Variatie in deze vliegintensiteit wordt veroorzaakt door het aantal vogels dat in het gebied voorkomt of doorkruist, de soortensamenstelling van deze vogels, hun vlieggedrag en vlieghoogte en mate van uitwijking (Hötker *et al*. 2006, Gove *et al.* 2013, Grünkorn *et al.* 2016). Het aantal slachtoffers varieert daarmee sterk per locatie. Zo vallen in en nabij vogelrijke gebieden, zoals wetlands en nabij broedkolonies, significant meer slachtoffers dan in en nabij minder vogelrijke gebieden (Hötker *et al*. 2006, Everaert 2014, Grünkorn *et al.* 2016).

Een deel van het aantal aanvaringsslachtoffers wordt gevormd door vogels op de jaarlijkse seizoenstrek in voorjaar en najaar, doordat dan sprake is van de verplaatsing van tientallen miljoenen individuen en dus een hoge vliegintensiteit (Erickson *et al.* 2014). Afhankelijk van de weersomstandigheden, zullen de meeste vogels op seizoenstrek een windpark op grote hoogte passeren, maar tijdens tegenwind vliegt een deel hiervan ook op rotorhoogte. Hierdoor kan het percentage ‘s nachts trekkende zangvogels onder aanvaringsslachtoffers variëren van nihil (Grünkorn *et al.* 2016), tot 9% op een Duits eiland in de Oostzee (Welcker *et al*. 2017), 13% in de Eemshaven (Klop & Brenninkmeijer 2014) en 29% in de Wieringermeer (Krijgsveld *et al.* 2009). Deze onderzoeken suggereren dat ’s nachts langstrekkende vogelsoorten niet per sé een groter aanvaringsrisico hebben dan overdag actieve vogelsoorten. Een groot deel van de lokale vogels vliegt laag, vaak zelfs onder rotorhoogte, maar bepaalde soortgroepen, zoals roofvogels, meeuwen, duiven en zwaluwen vliegen regelmatig op rotorhoogte en worden ook vaker slachtoffer (Grünkorn *et al.* 2016). Kiekendieven vormen een uitzondering onder de roofvogels omdat ze maar een beperkt deel van de tijd op rotorhoogte vliegen en daarom van alle soorten roofvogels het minst vaak aanvaringsslachtoffer van windturbines worden (Whitfield & Madders 2006, Hötker *et al*. 2013, Oliver 2013).

Het verschil in het aantal aanvaringsslachtoffers tussen soorten wordt voor een groot deel ook bepaald door de mate van uitwijking voor windturbines. Ganzen en kraanvogels mijden zowel het hele windpark (macro uitwijking) als individuele turbines (micro uitwijking: Fijn *et al.* 2012, Grünkorn *et al.* 2016). Ook steltlopers, waaronder de soorten kievit en wulp, worden relatief weinig als aanvarings-slachtoffer gevonden, waarschijnlijk vanwege hun sterke uitwijkgedrag (Hötker *et al*. 2006, Winkelman *et al*. 2008). Daarentegen houden bijvoorbeeld roofvogels en meeuwen, en soorten zoals wilde eend, houtduif, veldleeuwerik en spreeuw, zich meer op in en nabij windparken dan andere soorten en worden daardoor ook vaker slachtoffer van een aanvaring met een windturbine (Everaert 2014, Morinha *et al.* 2014, Grünkorn *et al.* 2016).

Aanvaringsrisico

Het aanvaringsrisico is de kans op aanvaring met een windturbine voor een vogel die door een windpark vliegt. Dit aspect is minder goed onderzocht dan het aantal slachtoffers zelf. In het algemeen wordt aangenomen dat het aanvaringsrisico het hoogst is tijdens de nacht en onder slechte zichtomstandigheden (mist, regen). Winkelman (1992) berekende een gemiddeld aanvaringsrisico van 0,02% voor alle vogels (niet soortspecifiek) die overdag en ‘s nachts het windpark passeerden. Voor de soorten die alleen ’s nachts passeerden bedroeg dit gemiddeld 0,17%. Krijgsveld *et al.* (2009) vonden voor drie windparken in Nederland een gemiddeld aanvarings-risico voor nachtactieve soorten van 0,14% (niet soort-specifiek). Voor sommige dagactieve soorten, zoals meeuwen-, stern- en enkele roofvogelsoorten, zijn echter ook relatief hoge aanvaringsrisico’s vastgesteld (Everaert *et al*. 2002, Krijgsveld *et al*. 2009, Langgemach & Dürr 2015). Dit komt mogelijk doordat deze soorten overdag al vliegend op zoek gaan naar voedsel, en dan meer op de grond onder hen gefocust zijn dan op de omgeving die voor hen ligt (Martin 2011).

Aantal aanvaringen

In vergelijking met het verkeer of met hoogspanningslijnen, vallen bij windturbines relatief weinig slachtoffers. Het gedocumenteerde gemiddelde aantal aanvarings-slachtoffers met windturbines ligt tussen 0 en de 63 vogelslachtoffers per turbine per jaar, met een maximum van 190 (Everaert 2014). De grote variatie in het aantal slachtoffers per turbine wordt geïllustreerd door een recent onderzoek in de Eemshaven, een ‘hot spot’ voor vogels op seizoenstrek. Op deze ene locatie varieerden de aantallen slachtoffers per windturbine tussen de 1 en 213 vogels per jaar (Klop & Brenninkmeijer 2014).

Onderzoek bij windparken met windturbines van ≥1,5 MW heeft aangetoond dat de slachtofferaantallen per windturbine vergelijkbaar zijn met de aantallen bij kleinere windturbines (Krijgsveld *et al.* 2009, Smallwood & Karas 2009). Het aantal aan-varingen per windturbine neemt dus niet lineair met het rotoroppervlak toe. Dit impliceert een vermindering van het aantal aanvaringsslachtoffers met een toename van de omvang van windturbines (Everaert 2014). Daarnaast is er geen lineair verband tussen turbinehoogte en het aantal aanvaringen (Erickson *et al*. 2014). Grotere windturbines staan verder uit elkaar en de rotoren draaien op grotere hoogte

boven de grond en vaak ook langzamer, waardoor vogels er makkelijker tussendoor en onderdoor kunnen vliegen, zoals in bovengenoemde studies het geval was.

Effecten op populatieniveau
Effecten op populatieniveau zijn voor de meeste soorten niet aan de orde (Zimmerling *et al.* 2013, Erickson *et al*. 2014, Grünkorn *et al.* 2016). Aanwijzingen voor populatie-effecten zijn tot nu toe vooral gevonden voor langzaam reproducerende soorten, wanneer die in relatief hoge aantallen aanvaringsslachtoffer worden. Voorbeelden hiervan zijn sommige zeevogelsoorten (Stienen *et al.* 2007) en roofvogelsoorten (Bellenbaum *et al.* 2013, Grünkorn *et al.* 2016). In het algemeen geldt dat effecten op populatieniveau verwacht kunnen worden wanneer een windpark gesitueerd is op een locatie met veel vliegbewegingen van soorten die een hoog aanvaringsrisico kennen, zoals in bovengenoemde studies het geval was. Een passende locatiekeuze, zowel van het windpark als van de individuele windturbines daarbinnen, is daarmee een belangrijke factor om negatieve effecten op vogelpopulaties te verkleinen (Balotari-Chiebao *et al.* 2015, Grünkorn *et al.* 2016).

3.2 Verstoring

Verstoringsreacties kunnen zich uiten in verandering in locatiekeuze, fysiologie en gedrag. Door de aanwezigheid van de windturbine en/of het geluid en de beweging van de draaiende rotorbladen, of door de verhoogde menselijke aanwezigheid (doorgaans voor onderhoud), kan een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark in lagere dichtheden worden benut, of als habitat in zijn geheel verloren gaan. Een dergelijke verstoring kan effect hebben op de reproductie en de overleving van individuen, met als gevolg veranderingen in populatieomvang (Whalen 2015, Zwart *et al*. 2016).

Factoren die een rol spelen bij verstoringseffecten
De verstoringsafstand en de mate waarin vogels verstoord worden verschilt per soort, seizoen, locatie en functie van het gebied voor de vogels en is ook afhankelijk van de omvang en lay-out van het windpark. Verder geldt dat in de meeste gevallen niet alle vogels binnen de beschreven verstoringsafstanden verdwijnen, maar dat de aantallen lager zijn in vergelijking met soortgelijke gebieden zonder de verstorings-bron. Voor de meeste soorten wordt aangenomen dat buiten het broedseizoen de verstoringsafstand toeneemt met de omvang van het windpark. Voor ganzen, smient, kievit en goudplevier is deze relatie statistisch significant (Hötker *et al.* 2006). Sommige studies tonen aan dat vogels gewend kunnen raken aan windturbines (Madsen & Boertmann 2008, Fijn *et al.* 2012), terwijl bij andere juist een afname in vogeldichtheden in de tijd is geconstateerd (Hötker *et al.* 2006). Daarnaast is voor verschillende soorten, waaronder verschillende zangvogel- en roofvogelsoorten, aangetoond dat ze niet of weinig beïnvloed worden door de aanwezigheid van de windturbines (Hötker *et al*. 2013, Stevens *et al*. 2013, Hale *et al.* 2014, Hernández-Pliego *et al*. 2015). Grotere, langzaam draaiende turbines zouden, doordat ze rustiger lijken, een minder verstorend effect kunnen hebben. Ze zijn echter veel groter, hetgeen even goed tot meer verstoring kan leiden. Een studie bij 1 MW turbines duidde in ieder geval niet op

een verstoring die wezenlijk anders was dan bij kleine turbines (Schekkerman *et al*. 2003). Volgens recente gegevens kan tijdens de bouwfase van een windpark meer verstoring optreden dan tijdens de operatiefase (Birdlife Europe 2011).

Broedvogels
In de gebruiksfase hebben windturbines in het algemeen een beperkte verstorende invloed op broedvogels (Pearce-Higgins *et al.* 2009). Bij veel soorten zijn in het geheel geen verstorende effecten in de broedperiode aangetoond, en waar dat wel het geval is, zijn de effectafstanden geringer dan die buiten de broedperiode. Doordat vogels in het broedseizoen doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner dan buiten het broedseizoen.

De meeste soorten roofvogels vertonen geen vermijding van windparken. In verschillende studies konden geen statistisch aantoonbare effecten worden gevonden van windturbines op het aantal nesten, nestplaatskeuze en/of foerageer-en -areaal in het broedseizoen (Bellebaum *et al.* 2013, Hötker *et al*. 2013, Balotari-Chiebao *et al.* 2015, Hernández-Pliego *et al*. 2015, Grünkorn *et al.* 2016).

Steltlopers die in de open agrarische gebieden van NW-Europa broeden (o.a. kievit, wulp en scholekster), mijden windparken veelal tot maximaal 100 m (Steinborn *et al*. 2011, Steinborn & Steinmann 2014). Voor broedende zangvogels in dezelfde gebieden (o.a. veldleeuwerik, gele kwikstaart, roodborsttapuit) zijn tot nu toe geen of slechts geringe (< 50 m) verstoringseffecten vastgesteld. Alleen voor de graspieper laten verschillende onderzoeken uiteenlopende resultaten zien en kan op basis hiervan niet worden uitgesloten dat de soort tot circa 100 m verstoord wordt (Steinborn *et al*. 2011).

Voor broedvogels van bos en halfopen gebied zijn geen of in slechts beperkte mate effecten van windturbines op de aantallen en ruimtelijke verspreiding vastgesteld (Garcia *et al*. 2015, Reichenbach 2015). De dichtheid van vogels in de directe omgeving van windturbines in bossen verschilde niet van die in nabijgelegen ongestoorde referentiegebieden. Tijdens de aanleg vond wel een tijdelijke terugval in aantal territoria plaats, maar in de gebruiksfase namen alle soorten weer in aantal toe (Garcia *et al*. 2015). Daarnaast werd een (niet significant) verstoringseffect op vijf soorten spechten (maar niet de algemene grote bonte specht) gevonden tot 250 m afstand (Reichenbach 2015).

Foeragerende en rustende vogels buiten het broedseizoen
Onder een aantal vogelsoorten van agrarische gebieden (o.a. zaadeters, kraaiachtigen en leeuweriken) konden ook buiten het broedseizoen geen significante verstoringseffecten van windturbines worden vastgesteld (Devereux *et al.* 2008, Steinborn *et al*. 2011). Echter, voor veel vogelsoorten zijn wel verstorende effecten van windturbines buiten de broedperiode vastgesteld. Als maximum verstoringsafstand van windturbines op niet-broedende vogels wordt over het algemeen 600 m gebruikt (Birdlife Europe 2011), maar dit is sterk soort-specifiek en

bedraagt meestal kleinere afstanden. De gemiddelde verstoringsafstand voor zwanen, ganzen en enkele steltlopersoorten, zoals wulp, kievit en goudplevier, ligt bijvoorbeeld tussen 150-400 m (Hötker *et al*. 2006, Steinborn *et al*. 2011, Langgemach & Dürr 2015). Voor de meeste andere soort(groep)en die buiten het broedseizoen in groepen rusten of foerageren (o.a. eenden, meeuwen, duiven, spreeuw), vormen verstoringsafstanden van 100-200 m veelal de bovengrens (Winkelman 1989, Hötker *et al*. 2006, Steinborn *et al*. 2011). Alle voornoemde soortgroepen vertonen soms gewenning voor windparken. Zo is bij kleine rietganzen in een tienjarige studie vastgesteld dat de vogels steeds dichterbij windturbines zijn gaan foerageren en op een gegeven moment tussen de windturbines verbleven (Madsen & Boertman 2008). Verder lijkt de omvang van het effect ook afhankelijk te zijn van het voedselaanbod. Bijvoorbeeld, voor brandganzen en kleine zwanen is vastgesteld dat beide soorten een grotere afstand tot de windturbines aanhouden aan het begin van de winter, wanneer meer voedsel beschikbaar is, dan aan het eind van de winter (Fijn *et al.* 2012). Ook is aangetoond dat een relatief grotere verplaatsing van vogels kan optreden als in de directe omgeving alternatieve foerageergebieden aanwezig zijn. Zo vermeed ongeveer 75% van de kieviten een graslandpolder na de plaatsing van vier windturbines en verbleef in een nieuw aangelegd natuurgebied enkele kilometers verderop (Beuker & Lensink 2010).

3.3 Barrièrewerking

Bij nadering van een windpark passen vrijwel alle vogels hun vliegroutes aan, ofwel door het gehele windpark, ofwel door individuele turbines te vermijden. Dit gedrag vermindert weliswaar de kans op een aanvaring, maar kan leiden tot een verhoogd energieverbruik. De reacties zijn afhankelijk van het type windturbine en de omvang van het windpark, en verschillen ook binnen een soort en tussen soorten. Als het windpark in een groot cluster of in een lange lijn is opgesteld, kan het door de verhoogde vliegkosten voor vogels een barrière in een vliegroute worden. Dit zou kunnen leiden tot het onbereikbaar of onbruikbaar worden van foerageer- of rustgebieden. Om barrièrewerking te minimaliseren kunnen windparken zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen van turbines voorkomen worden of op bepaalde afstanden met openingen onderbroken worden. Het opschalen van windparken heeft een gunstig effect, omdat bij een toename van de turbineomvang de tussenafstand tussen turbines ook groter wordt (Smallwood & Karas 2009, Everaert 2014).

Literatuurlijst

Balotari-Chiebao, F., J.E. Brommer, T. Niinimäki, & T. Laaksonen, 2015. Proximity to wind-power plants reduces the breeding success of the white-tailed eagle. Anim. Conserv. 19: 265–272.

Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen, 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. J Nature Conserv. 21: 394-400.

Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Birdlife Europe, 2011. Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature. The RSPB, Sandy, UK.

Desholm, M., A.D. Fox, P.D.L. Beasley & J. Kahlert, 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. Ibis 148: 76-89

Erickson W.P., M.M. Wolfe, K.J. Bay, D.H. Johnson & J.L. Gehring, 2014. A Comprehensive Analysis of Small-Passerine Fatalities from Collision with Turbines at Wind Energy Facilities. PLoS ONE 9(9).

Everaert, J., 2014. Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. Bird Study 61: 220-230.

Everaert, J., K. Devos & E. Kuijken, 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport 2002.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, W. Tijsen, H.A.M. Prinsen & S. Dirksen, 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* wintering near a wind farm in the Netherlands. Wildfowl 62: 97–116.

Garcia, D. A., G. Canavero, F. Ardenghi & M. Zamborn, 2015. Analysis of wind farm effects on the surrounding environment: Assessing population trends of breeding passerines. Renewable Energy 80: 190-196.

Gove, B., R. Langston, A. McCluskie, J. D. Pullan & I. Scrase, 2013. Windfarms and birds: an updated analysis of the effect of wind farm on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. BirdLife International on behalf of the Bern Convention, Strasbourg, 89.

Grünkorn, T., J. Blew, T. Coppack, O. Krüger, G. Nehls, A. Potiek, M. Reichenbach, J. von Rönn, H. Timmermann & S. Weitekamp, 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung pla- nungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergiean- lagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.

Hale A.M., E.S. Hatchett, J.A. Meyer & V.J. Bennett, 2014. No evidence of displacement due to wind turbines in breeding grassland songbirds. The Condor 116: 472-482.

Hernández-Pliego J., M. de Lucas , A.R. Muñoz & M. Ferrer, 2015. Effects of wind farms on Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in southern Spain. Biological Conservation 191: 452-458.

Hötker, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Hötker, H., O. Krone & G. Nehls, 2013. Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvoschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Insititut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wiltierforschung, BioConsult SH. Berghusen, Berlin, Husum.

Klop E. & A. Brenninkmeijer, 2014. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014, Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. Ardea 97: 357-366.

Langgemach, T. & T. Dürr, 2015. Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Landesamt für Umwelt Brandenburg, Nennhausen.

Madsen, J. & D. Boertmann, 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. Landsc. Ecol. 23: 1007-1011.

Martin, G.R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis 153: 239-254.

Morinha, F., P. Travassos, F. Seixas, A. Martins, R. Bastos, D. Carvalho, P. Magalhães, M. Santos, E. Bastos & J.A. Cabral, 2014. Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. Bird Study 61: 255–259.

Oliver, P., 2013. Flight heights of Marsh Harriers in a breeding and wintering area. British Birds 106: 405-408.

Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, R.H.W. Langston, I.P. Bainbridge & R. Bullman, 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. J. Appl. Ecol. 46: 1323-1331.

Reichenbach, M., 2015. Gefährdung von Vögeln durch Windkraftanlagen. UVP-Report 29: 179-184.

Schekkerman, H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.

Smallwood K.S. & B. Karas, 2009. Avian and Bat Fatality Rates at Old-Generation and Repowered Wind Turbines in California. J. Wildl. Manag. 73: 1062–1070.

Steinborn, H. & P. Steinmann, 2014. 13 Jahre später - wie entwickeln sich die Wiesenvogelbestände im Windpark Hinrichsfehn? Positionen 06/2014. Arsu GmbH, Oldenburg.

Steinborn, H., M. Reichenbach & H. Timmermann, 2011. Windkraft - Vögel - Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Arsu GmbH, Oldenburg.

Stevens, T.K., A.M. Hale, K.B. Karsten, & V.J. Bennett, 2013. An analysis of displacement from wind turbines in a wintering grassland bird community. Biodiv. Conserv. 22: 1755–1767.

Stienen, E.W.M., J. van Waeyenberge, E. Kuijken & J. Seys, 2007. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: The potential impact of offshore windfarms and seabirds. In: M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds) Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation. Quercus. Madrid.

Welcker, J., M. Liesenjohann, J. Blew, G. Nehls & T. Grünkorn, 2016. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. Ibis 159: 366-373.

Whalen, C.E., 2015. Effects of wind turbine noise on male Greater Prairie-Chicken vocalizations and chorus. M.S. thesis, University of Nebraska–Lincoln, Lincoln, NE, USA.

Whitfield, D.P. & M. Madders, 2006. Flight height in the Hen Harrier *Circus cyaneus* and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. Natural Research Information Note 2. Natural Research Ltd, Banchory, UK.

Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapp. 89/15. RIN, Arnhem.

Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapp. 92/2. IBN-DLO, Arnhem.

Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra, Wageningen.

Zimmerling J.R., A.C. Pomeroy, M.V. d'Entremont & C.M. Francis, 2013. Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. Avian Conserv. Ecol. 8: 10.

Zwart, M.C., J.C. Dunn, P.J.K. McGowan & M.J. Whittingham, 2016. Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. Behav. Ecol. 27: 101-108.

Bijlage 4 Windturbines en vleermuizen

4.1 Algemeen

Ruim de helft van de Europese soorten vleermuizen is als slachtoffer van windturbines gevonden (Dürr, 2013). Vleermuissoorten die relatief vaak als slachtoffer worden aangetroffen zijn *aerial hawkers*, soorten die zijn aangepast aan het vliegen in open omgeving. Slachtoffers treden vooral op in de nazomer en herfst, ook bij de niet migrerende soorten (Rydell *et al.* 2010a). Waarschijnlijk komen insecten in die tijd van het jaar geregeld op grote hoogte voor en verzamelen zich dan rond objecten zoals windturbines (Rydell *et al*. 2010b). Dit verklaart tevens de aantrekkende werking die windturbines hebben op vleermuizen (Cryan *et al.* 2014).
Schattingen van het aantal slachtoffers kunnen oplopen tot enkele tientallen slachtoffers per windturbine per jaar. De windparken met het grootste aantal slachtoffers liggen op beboste heuvelruggen die evenwijdig aan de trekrichting lopen en in de kustzone (Rydell *et al.* 2010a). In Nederland zijn behalve de bossen en de kustzone ook de oevers van de grote meren risicolocaties (Boonman *et al.* 2010). In Nederland is echter nog weinig systematisch onderzoek naar de effecten van windturbines op vleermuizen gedaan (Limpens *et al.* 2013).

4.2 Aanvaringsrisico

Vleermuizen komen om het leven door direct trauma als gevolg van een aanvaring met een draaiend rotorblad maar ook door de sterke onderdruk die zich achter een draaiend rotorblad bevindt (barotrauma; Bearwald *et al*, 2008; Grodsky *et al.* 2011). Sterfte komt vooral voor bij windsnelheden (op gondelhoogte) tussen de 3 en 5 m/s (Korner-Nievergelt et al. 2013). Bij hogere windsnelheden neemt de activiteit van vleermuizen sterk af. Ze zoeken dan luwe plekken op en vliegen niet meer op hoogte. Bij zeer lage windsnelheden draaien de rotorbladen te langzaam om slachtoffers te veroorzaken.

Welke dieren lopen risico?
Zowel mannetjes als vrouwtjes en zowel adulte en onvolwassen dieren worden als slachtoffer gevonden (Brinkmann & Schauer-Weisshahn 2004). Jonge dieren zijn bij de rosse vleermuis oververtegenwoordigd (Lehnert *et al.* 2014), bij andere soorten is dat niet aangetoond. Slachtoffers betreffen met name soorten die in open omgeving op grotere hoogte jagen. In Nederland lopen vooral gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis, bosvleermuis, laatvlieger en tweekleurige vleermuis risico. Een aantal van deze soorten (bosvleermuis, tweekleurige vleermuis) zijn echter zeldzaam en tot dusver nog niet als slachtoffer in Nederlandse windparken aangetroffen.

De meeste slachtoffers worden in de nazomer gevonden (Arnett *et al.* 2007; Brinkmann *et al*. 2011). Dit is waarschijnlijk de tijd van het jaar waarin insecten talrijker

zijn op grotere hoogte (Rydell *et al*. 2010b). Daarnaast trekken in deze periode een groot aantal ruige dwergvleermuizen en in mindere mate ook rosse vleermuizen door ons land.

Risicolocaties

De windparken met het grootste aantal slachtoffers staan op beboste heuvelruggen die evenwijdig aan de trekrichting lopen en in de kustzone. Windturbines in bossen hebben een verhoogd risico op slachtoffers (Rydell *et al*. 2010a). Met name in loofbossen zijn vleermuizen relatief talrijk. Daarnaast zorgt het bos voor een verhoogde vlieghoogte (Bach & Bach 2009). Ook voor turbines die dichtbij bomen of hagen zijn geplaatst geldt een verhoogd risico op slachtoffers (Eurobats Advisory Committee 2005). Deze structuren in het landschap vormen vlieg- en foerageerroutes voor vleemuizen. In open gebieden worden weinig of geen slachtoffers gevonden (Brinkmann & Schauer-Weisshahn 2004; Rydell *et al*. 2010a). In Nederland is in de intensief gebruikte agrarische gebieden gemiddewld genomen sprake van één slachtoffer per turbine per jaar (Limpens *et al.* 2013). In de kustzone of de oevers van grote meren kunnen in Nederland meer dan 10 slachtoffers per turbine per jaar optreden (Boonman *et al.* 2010). In windparken op zee zal het aantal slachtoffers lager liggen door het ontbreken van niet-migrerende soorten zoals de gewone dwergvleermuis maar ook hier is het optreden van slachtoffers niet uit te sluiten (Cum effects). Ook moderne windturbines met een zeer grote ashoogte (zoals de Enercon E126) veroorzaken slachtoffers (eigen waarneming). Er is vermoedelijk geen duidelijk effect van opschaling omdat twee effecten een rol spelen die in tegengestelde richting werken. De activiteit neemt af met toenemende hoogte (Brinkmann *et al.* 2011) maar tegelijkertijd neemt de oppervlakte die door de rotorbladen bestreken wordt, sterk toe omdat hogere turbines ook langere rotorbladen hebben.

Populatie effecten

Er is nog weinig bekend over effecten van aantallen aanvaringsslachtoffers op populatieniveau. Bij enkele slachtoffers per turbine per jaar kan het totaal aantal (geschatte) slachtoffers bij grote windparken aanzienlijk oplopen. Bij effectbeoordelingen wordt, in navolging van bij vogels[13], uitgegaan van een drempelwaarde van 1% van de natuurlijke sterfte. Indien het aantal slachtoffers onder deze waarde blijft zijn effecten op populatieniveau op voorhand uit te sluiten. Risicosoorten, zijn vleermuissoorten die een relatief hoge natuurlijke sterfte hebben (ruige dwergvleermuis 33% Schmidt 1994; rosse vleermuis 44% Heise & Blohm 2003). Populatie effecten zijn bij de migrerende soorten waarschijnlijk niet direct waarneembaar in Nederland. Ruige dwergvleermuizen en een deel van de rosse vleermuizen die in Duitsland (en naar alle waarschijnlijkheid ook in Nederland) slachtoffer worden in windparken komen uit het noordoosten van Europa (Voigt *et al*. 2012; Lehnert *et al.* 2014).

[13] Uitspraak Europese Hof m.b.t. criterium ORNIS-comité HvJ EG 9 december 2004, zaak C-79/03, Commissie / Spanje; uitspraak van de ABRS in zaaknr. 201107460/1/R1 m.b.t. vleermuizen.

4.3 Bepaling van de omvang van het risico

In bestaande windparken kan het aantal slachtoffers bepaald worden door het zoeken naar dode vleermuizen onder windturbines (Boonman et al. 2013). Daarnaast kan het aantal slachtoffers berekend worden door de geluiden die vleermuizen maken op te nemen vanuit de gondel van windturbines. Aan de hand van het aantal opnames en de windsnelheid kan het aantal slachtoffers berekend worden (Brinkmann *et al.* 2011, Korner-Nievergelt 2013).

Voorafgaand aan de bouw van windparken is het veel moeilijker om het aantal slachtoffers te bepalen dat na realisatie zal gaan optreden. Er is namelijk geen (statistisch) significant verband tussen de activiteit van vleermuizen op grondhoogte gedurende de pre-constructie fase en het aantal slachtoffers tijdens de exploitatie (Hein *et al*. 2013; Heist 2014). Om die reden is het verstandiger om uit te gaan van literatuuropgaven van het aantal slachtoffers in vergelijkbare gebieden. Zulke opgaven variëren echter geregeld (bijvoorbeeld 0-3 slachtoffers / turbine). Door metingen van de activiteit van vleermuizen kan bekeken worden of er risico soorten in een gebied voorkomen en of sprake is van veel of weinig activiteit. Wanneer we bossen buiten beschouwing laten, is de activiteit van vleermuizen namelijk in alle gevallen hoger op grondhoogte dan op gondelhoogte (Bach & Bach 2009; Brinkmann *et al*. 2011; Limpens *et al*. 2013; Rodrigues *et al*. 2012). Ook tijdens de migratie lijken ruige dwergvleermuizen een vlieghoogte te verkiezen waarop ze vanaf de grond goed waar te nemen zijn met een batdetector (Suba 2014). Door onderzoek vanaf de grond wordt de activiteit van vleermuizen dus niet stelselmatig onderschat. Dit geeft aan dat onderzoek vanaf grondhoogte bruikbaar kan zijn om te bepalen welke literatuuropgaven het meest realistisch zijn voor een gepland windpark.

4.4 Maatregelen

Er bestaan vleermuisvriendelijke algoritmen waarmee het aantal slachtoffers tot 80-90 % omlaag gebracht kan worden met een bijbehorend verlies aan energieopbrengst van minder dan 1% (Lagrange *et al*. 2013). De algoritmen maken gebruik van het gegeven dat vleermuizen vrijwel alleen bij lage windsnelheid (op gondelhoogte) in windparken voorkomen. Gedurende de omstandigheden waarin de kans op slachtoffers het hoogst is (hoge temperatuur, zomer, nacht) wordt de startwindsnelheid verhoogt en wordt ervoor gezorgd dat de rotorbladen in vrijloop langzaam draaien of stilstaan (< 1 rpm). Het verhogen van de startwindsnelheid kan naar een vaste waarde (vaak 5 m/s). In Canada en de V.S. heeft dit geleid tot een reductie van 60-80 % van het aantal slachtoffers met bijbehorend verlies aan energieopbrengst van 2% (Baerwald *et al*. 2009; Arnett *et al.* 2009). Andere methodes die gebruik maken van een variabele startwindsnelheid aangestuurd door de tijd van de nacht en temperatuur (Lagrange et al. 2013) zijn effectiever. In Duitsland is een algoritme ontwikkeld waarmee het aantal slachtoffers gereduceerd kan worden tot een vooraf gekozen waarde (bijvoorbeeld 1 slachtoffer/turbine/jaar; Brinkmann *et al.* 2011). De beste resultaten worden bereikt wanneer het algoritme gebaseerd is op de gemeten activiteit van vleermuizen in het windpark zelf.

Er zijn diverse andere methodes uitgetest om het aantal slachtoffers te verlagen (acoustic deterrent, radar, de kleur van een windturbine veranderen; Horn *et al.* 2008, Nicholls & Racey 2009; Long *et al*. 2010). Geen van deze methodes is tot dusver effectief gebleken. In de V.S. wordt momenteel op grotere schaal een acoustic deterrent getest. De resultaten van dat onderzoek worden in het najaar van 2016 verwacht.

4.5 Literatuur

Arnett, E.B., W. K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley, Jr., 2007. Patterns of bat fatalities at wind farms in North Amercia. Journal of Wildlife Management 72(1): 61-78.

Arnett E.B., M. Shirmacher, M. Huso, J.P. Hayes 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. Annual report to the bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International Austin, TX. http://www.batsandwind.org/pdf/Cutailment_2008_Final_Report.pdf

Bach, L. & P. Bach, 2009. Fledermausaktivtät in und uber einem Wald am Beispiel eines Naturwaldes bei Rotenburg/Wumme (Niedersachsen). Vortrag Fachtagung Fledermausschutz im Zulassungsverfahren für Windenergieanlagen, Berlin, 30.3.2009. Landesvertretung Brandenburgs beim Bund, Berlin.

Bearwald E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Current Biology 18: 695-696.

Baerwald E.F., J. Edworthy, M. Holder & R.M.R. Barclay 2009. A large scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. J. Wildl. Management 73:1077-1081.

Brinkmann R., O. Behr, I. Niermann, and M. Reich. 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, volume 4 Umwelt und Raum. Cuvillier Verlag, Göttingen.

Boonman, M., H.J.G.A. Limpens, M.J.J. La Haye, M. van der Valk & J.C. Hartman, 2013. Protocollen vleermuisonderzoek bij windturbines. Rapport 2013.28. Rapport 13-186. Bureau Waardenburg / Zoogdiervereniging, Culemborg / Nijmegen.

Boonman, M., D. Beuker, M. Japink, K.D. van Straalen, M. van der Valk, R.G. Verbeek 2011. Vleermuizen bij windpark Sabinapolder in 2010. Rapport 10-247 Bureau Waardenburg, Culemborg.

Boonman M., M.P. Collier, M.J.M. Poot 2014.Cumulative effects of offshore wind farms in the Southern North Sea on bats. Notitie 14-408/14.07021/MarPo Bureau Waardenburg, Culemborg.

Cryan. P. M., P.M. Gorresen, C. D. Hein, M. R. Schirmacher, R. H. Diehl, M.M. Huso, D.T. S. Hayman, P.D. Fricker, F.J. Bonaccorso, D.H. Johnson, K. Heist & D.C. Dalton 2014. Behavior of bats at wind turbines. http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1406672111.

Dürr, T., 2013. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt

Brandenburg. Stand 25.09..2013. www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php /.../wka_fmaus.xls.

Eurobats Advisory Committee, 2005. 10th Meeting of the Advisory Committee. Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations. Eurobats Secretariat, Bonn, Deutschland.

Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Brake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd, N.L. Walrath (2011). Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. J. Mammal. 92(5): 917-925.

Hein, C. D., J. Gruver, & E. B. Arnett. 2013. Relatingpre-construction bat activityand post-construction bat fatalitytopredict risk at wind energy facilities:asynthesis. A reportsubmittedto theNational Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International,Austin, TX,USA.

Heise G. & T. Blohm 2003. Zur Altersstruktur weiblicher Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Uckermark. Nyctalus (N.F.) 9:3-13.

Heist, K. 2014. Assessing Bat and Bird Fatality Risk at Wind Farm Sites usingAcoustic Detectors. A DISSERTATION SUBMITTED TO THE FACULTY OF THE UNIVERSITY OF MINNESOTA.

Horn J.W., E.B. Arnett, M. Jensen & T.H. Kunz 2008. Testing the effectiveness of an experimental acoustic bat deterrent at the maple ridge wind farm. Report to the bats and wind energy cooperative. Bat Conservation International Austin, TX. http://www.batsandwind.org

Korner-Nievergelt F, Brinkmann R, Niermann I, Behr O (2013) Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. PLoS ONE 8(7): e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997

Lagrange H., P. Rico, Y. Bas, A.-L. Ughetto, F. Melki, C. Kerbiriou 2013. Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted cutailment: results from 4 years of testing CHIROTECH©. Book of abstracts CWE, Stockholm.

Long C.V., J.A. Flint, P.A. Lepper 2010. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? Eur. J. Wildlife Res. DOI 10.10007/s 10344-0100432-7.

Lehnert LS, Kramer-Schadt S, Schönborn S, Lindecke O, Niermann I, Voigt CC (2014) Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. PLoS ONE 9(8): e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

Nicholls, B. P.A. Racey 2009. The averse effect of electromagnetic radiation on foraging bats – A possible means of discouraging bats from approaching wind turbines. PLoS ONE 4(7): e6246.

Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010a. Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica, 12(2).

Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal of Wildlife Research 56: 823-827.at Wind Turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica, 12(2).

Schmidt A. 1994. Phanologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhautfledermaus Pipistrellus nathusii, In Ostbrandenburg. Nyctalus 5:77-100.

Suba, J. 2014.Migrating Nathusius's pipistrelles Pipistrellus nathusii (Chiroptera: Vespertilionidae) optimise flight speed and maintain acoustic contact with the ground. Environmental and Experimental Biology (2014) 12: 7–14.

Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann, S. Kramer-Schadt 2012. The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international conservation. Biological conservation 153: 80-86.

Bijlage 5 Aerius berekening

PM

Bijlage 6 Flux Collision Model

Versie maart 2016
J. Kleyheeg-Hartman, K. Krijgsveld, M. Collier & B. Engels / Bureau Waardenburg

Met behulp van het zogenaamde Flux-Collision Model kan voor een bepaalde soort(groep) voorspeld worden hoeveel aanvaringsslachtoffers er ongeveer in een (gepland) windpark zullen vallen. Om deze berekening uit te kunnen voeren zijn gegevens nodig van de vogelflux door het windpark, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines. Daarnaast is voor de betreffende soort(groep) een aanvaringskans nodig die vastgesteld is door veldonderzoek naar flux en aanvaringsslachtoffers in een ander al bestaand zogenaamd 'referentiewindpark'. Om de berekening volledig uit te kunnen voeren zijn ook van dit referentiewindpark gegevens nodig van de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines.

Voor de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers via het Flux-Collision Model wordt onderstaande formule gebruikt die eerder door Troost (2008) is beschreven en die op enkele punten door Bureau Waardenburg is aangepast:

c = b * h * (1-a_macro) * h_cor * (r/r_ref) * (e/e_ref) * p_cor * p

Waarin:

c	=	aantal slachtoffers in het windpark
b	=	vogelflux
h	=	fractie vogels die op turbinehoogte vliegt (tussen grond en tiphoogte)
a_macro	=	fractie vogels die om of over het windpark heen vliegt
h_cor	=	correctie voor het verschil in het aandeel vogels op rotorhoogte tussen het te beoordelen windpark en het referentiewindpark
r	=	fractie van het vlak waarin de rotoren draaien, dat bedekt wordt door de rotor (berekend voor 1 turbine)
r_ref	=	fractie van het vlak waarin de rotoren draaien, dat bedekt wordt door de rotor in het referentiewindpark (berekend voor 1 turbine)
e	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het windpark gepasseerd wordt
e_ref	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het referentiewindpark gepasseerd wordt
p_cor	=	correctie van de aanvaringskans voor het verschil in het formaat van de rotor (en daaraan gerelateerde rotorsnelheid en breedte van de rotorbladen) tussen het referentiewindpark en het te beoordelen windpark
p	=	aanvaringskans

b, h en a_macro

De factoren b, h en a_macro bepalen samen de vogelflux door het windpark. De vogelflux (b) betreft het totaal aantal vogels dat in een bepaalde tijdsperiode (jaar, maand, dag) over de locatie van het (geplande) windpark vliegt. Afhankelijk van de manier waarop de flux (b) is gemeten of ingeschat (zowel in het plangebied als in het referentiewindpark), wordt gebruik gemaakt van de factoren h en a_macro om de totale flux op een bepaalde locatie naar beneden bij te stellen tot de flux die daadwerkelijk door het windpark vliegt. Als de flux van vogels (b) tot op grote hoogte boven het windpark bekend is (bijvoorbeeld inclusief seizoenstrek), kan met de factor h aangegeven worden welke fractie van deze flux (ongeveer) op turbinehoogte passeert. Vaak is de vogelflux bepaald in een (nul)situatie zonder windturbines. In een situatie met windturbines zal over het algemeen een deel van de flux uitwijken voor de turbines door om het windpark heen te vliegen. De fractie van de flux die op deze manier uitwijkt voor het windpark wordt aangegeven met de factor a_macro. De factoren h en a_macro betreffen dus altijd getallen tussen 0 en 1. In sommige gevallen heeft de flux (b) al specifiek betrekking op het windpark en is in dit getal ook al rekening gehouden met uitwijking. In dat geval kan voor h 1 en voor a_macro 0 ingevuld worden.

h_cor

De factor a_macro omvat geen uitwijking onder de rotoren door, want deze uitwijking is al verwerkt in de aanvaringskans omdat deze (over het algemeen) berekend is op basis van de vogelflux door het totale referentiewindpark. Wanneer echter het aandeel vogels op rotorhoogte in het te beoordelen windpark sterk afwijkt van het aandeel vogels op rotorhoogte in het referentiewindpark is het wenselijk om hiervoor te corrigeren.

Voorbeeld: In windparken met kleine turbines (waaronder sommige referentiewindparken) is de flux over het algemeen evenredig over het verticale vlak van het windpark verdeeld. In windparken met grotere turbines (waar bijvoorbeeld veel vliegbewegingen van lokale vogels plaatsvinden) kan het echter zo zijn dat relatief meer vogels onder de rotoren door vliegen dan door het vlak waar de rotoren in draaien. Wanneer er in het te beoordelen windpark relatief gezien weinig vogels door de rotoren vliegen, zal de aanvaringskans die in het referentiewindpark is vastgesteld (waar een groter aandeel van de vogels op rotorhoogte vloog) te hoog zijn en dus omlaag gecorrigeerd moeten worden.

h_cor wordt berekend volgens de volgende formule:

> h_cor = fractie van de flux op rotorhoogte / fractie van de flux op rotorhoogte in referentiewindpark

De fractie van de flux op rotorhoogte in het te beoordelen windpark betreft het aandeel van de flux die volgt uit de berekening (b * h * (1-a_macro)). Er hoeft hier dus niet

nogmaals gecorrigeerd te worden voor vogels die (hoog) over het windpark heen vliegen.

r en r_ref

Deze twee factoren worden op dezelfde manier berekend op basis van de configuratie en afmetingen van het te beoordelen windpark (r) en het referentiewindpark (r_ref). De formule is voor beide factoren als volgt:

r(_ref) = rotoroppervlak / (rotordiameter * gemiddelde afstand tussen turbines)

e en e_ref

Het aantal turbines dat een vogel tijdens een passage van het windpark gemiddeld passeert is afhankelijk van de configuratie van het windpark en de hoofdvliegrichting van de vogels door het windpark. De aanname voor e(_ref) is gekoppeld aan de manier waarop de flux (b) is bepaald. Bij het bepalen van deze flux is namelijk al nagedacht over de manier waarop vogels door het windpark vliegen. Voor een lijnopstelling wordt er vaak van uitgegaan dat de flux dwars door het windpark gaat (hoofdvliegrichting haaks op de lijnopstelling). In het geval van een lijnopstelling wordt dan ook over het algemeen aangenomen dat vogels één windturbine passeren, tenzij er duidelijke aanwijzingen zijn dat dit niet het geval is.

Wanneer de configuratie van het windpark min of meer vierkant is (en vogels over het algemeen vanuit alle richtingen door het windpark vliegen) wordt e(_ref) vaak berekend als de wortel van het totaal aantal turbines.

p_cor

Met deze factor wordt gecorrigeerd voor het verschil in rotoroppervlak (en de daaraan gerelateerde rotorsnelheid en breedte van de rotorbladen) tussen de turbines van het te beoordelen windpark en de turbines van het referentiewindpark. Bij een grotere rotor (die relatief langzamer draait en bredere rotorbladen heeft) is de aanvaringskans per vierkante meter rotoroppervlak kleiner dan bij een kleinere rotor. De formule voor p_cor is gebaseerd op de theoretische relatie tussen aanvaringskans en rotoroppervlak, afgeleid van het Band Model (Band *et al.* 2007). p_cor wordt berekend op basis van de volgende formule:

$p\_cor = 0{,}9785 * (O / Oref)^{-0{,}26}$

Waarin:

O	=	rotoroppervlak van de windturbines van het te beoordelen windpark (m^2)
Oref	=	rotoroppervlak van de windturbines van het referentiewindpark (m^2)

p

Deze factor betreft de aanvaringskans die voor de betreffende soort(groep) is vastgesteld in een referentiewindpark. Indien voor een soort(groep) meerdere aanvaringskansen beschikbaar zijn wordt met al deze aanvaringskansen het aantal aanvaringsslachtoffers berekend en wordt in de rapportage de gemiddelde uitkomst gepresenteerd. Sommige in de literatuur beschikbare aanvaringskansen zijn gebaseerd op een te beperkt onderzoek m.b.t. flux of aantallen slachtoffers, waardoor de onzekerheidsmarge te groot wordt. Deze aanvaringskansen worden door Bureau Waardenburg daarom niet gebruikt in het Flux-Collision Model. De gebruikte aanvaringskans(en) worden in de rapportage gepresenteerd.

Literatuur

Band, W., M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In De Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M., eds. Birds and Wind Power. Barcelona., Spain: Lynx Edicions.

Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird collisions Deltares v1-0.xls'. Appendix to report Z4513. Deltares, Delft.

BIJLAGE 6



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap
Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

NOTITIE

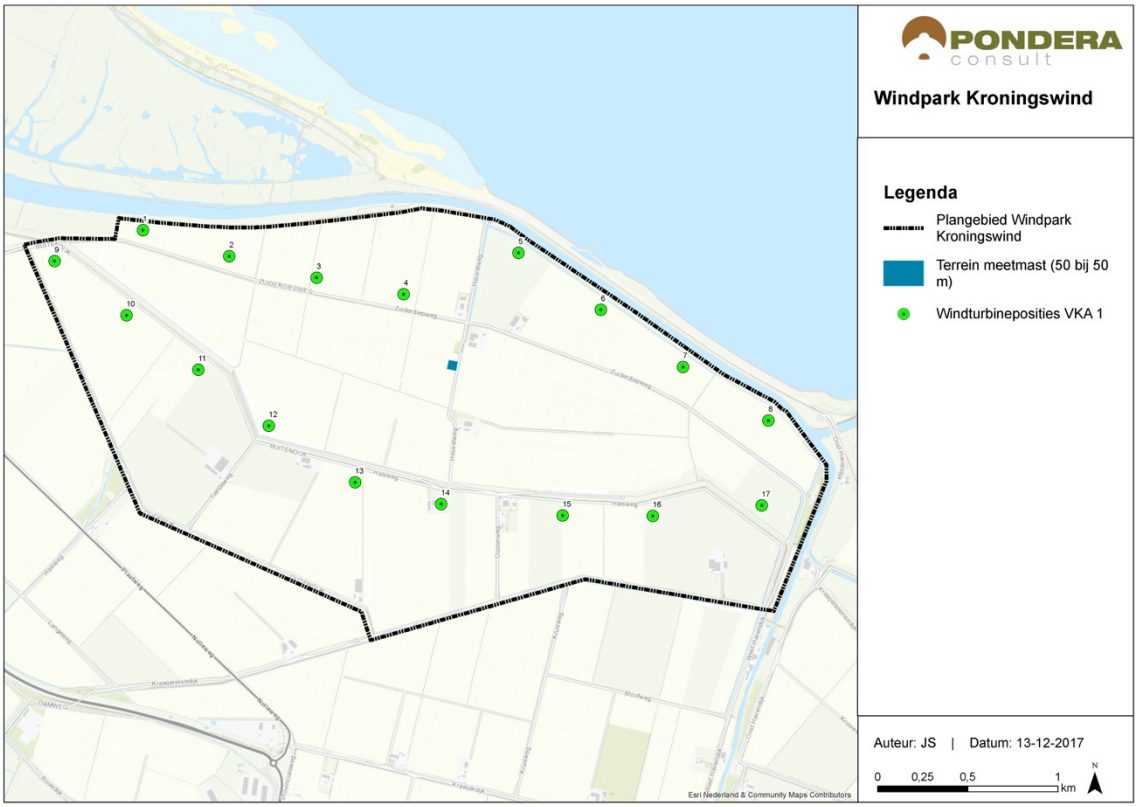
Pondera Consult
Paul Janssen
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov)

DATUM:	18 december 2017
ONS KENMERK:	16-902/17.09303/JonKl
UW KENMERK:	email P. Janssen d.d. 4 december 2017
AUTEUR:	J.C. Kleyheeg-Hartman
PROJECTLEIDER:	H.A.M. Prinsen
STATUS:	concept
CONTROLE:	H.A.M. Prinsen

Uitvoerbaarheid meetmast Windpark Kroningswind i.h.k.v. natuur

Windpark Kroningswind BV heeft het voornemen om naast de windturbines ook een meetmast in het plangebied van het windpark te plaatsen. Deze meetmast is voorzien aan de westzijde van de Heuvelweg, op het perceel tussen de Zuiderdiepweg en de Halsweg (zie figuur 1). De meetmast wordt maximaal 132 meter hoog en zal getuid worden uitgevoerd. De planlocatie van de meetmast kent een intensief agrarisch gebruik. Er bevinden zich geen bomen of gebouwen op de locatie van de meetmast. In voorliggende notitie is getoetst of natuurwetgeving (Wet natuurbescherming; Wnb) en/of natuurbeleid (NNN) de uitvoerbaarheid van dit plan in de weg kan staan.

Soortenbescherming (Wnb)
De meetmast is gepland op een locatie die momenteel een intensief agrarisch gebruik kent. Deze locatie heeft daardoor voor vleermuizen geen bijzondere betekenis. Het ruimtebeslag van de meetmast is daarnaast zeer beperkt. De Heuvelweg, waarlangs de meetmast is voorzien, maakt geen onderdeel uit van de lokaal aanwezige essentiële vliegroutes en foerageergebieden van de gewone dwergvleermuis en de ruige dwergvleermuis (Nederpel *et al.* 2016). Wel ligt de planlocatie langs een (niet essentiële) vliegroute en foerageergebied van de ruige dwergvleermuis. De aanleg en het gebruik van de meetmast leidt niet tot aantasting van deze vliegroute en/of foerageergebied. Het overtreden van verbodsbepalingen is in dit kader uitgesloten. Er zijn geen (paar)verblijf-plaatsen van vleermuizen op de planlocatie van de meetmast aanwezig (Nederpel *et al.* 2016). Aangezien er geen bomen gekapt en/of gebouwen gesloopt worden, is met zekerheid uit te sluiten dat de realisatie van de meetmast negatieve gevolgen heeft voor de verblijfplaatsen van de gewone dwergvleermuis in het plangebied van Windpark Kroningswind.



Figuur 1. Planlocatie voor de meetmast in Windpark Kroningswind (aangegeven met een blauw vierkantje). Bron: Pondera Consult.

In het plangebied van Windpark Kroningswind zijn jaarrond beschermde nesten van de buizerd, ransuil, kerkuil en huismus aanwezig (Radstake *et al.* 2017). Nesten van deze soorten komen in de omgeving van het plangebied uitsluitend in bomen of gebouwen voor. Ten behoeve van de realisatie van de meetmast worden geen gebouwen gesloopt en geen bomen gekapt. Effecten op jaarrond beschermde nesten van vogels als gevolg van de realisatie van de meetmast zijn daarom uitgesloten.

Op de planlocatie van de meetmast kunnen verschillende vogelsoorten broeden. Dit betreft hoofdzakelijk algemene vogelsoorten die op open akkerland en ruige perceelranden broeden. Effecten op deze broedvogels kunnen voorkomen worden door buiten het broedseizoen te werken. Indien dit niet mogelijk is dient het plangebied voorafgaand aan de werkzaamheden gecontroleerd te worden op de aanwezigheid van in gebruik zijnde nesten van vogels. Indien broedvogels aanwezig zijn kunnen werkzaamheden in de nabijheid van in gebruik zijnde nesten tijdens/gedurende het broedseizoen geen doorgang vinden. Een andere optie is om het plangebied voorafgaand en gedurende het broedseizoen ongeschikt te maken voor broedvogels door het gebied dagelijks intensief te bewerken zodat vestiging van broedvogels onmogelijk wordt gemaakt.

De meetmast wordt getuid uitgevoerd. Dit betekent dat er sprake kan zijn van aanvaringsslachtoffers van vogels die in het donker tegen de dan slecht zichtbare tuidraden kunnen vliegen. Omdat het slechts één getuide meetmast betreft, op een locatie

die van weinig betekenis is voor vogels als broedgebied, foerageergebied of rustgebied, en er ook geen belangrijke vliegroutes van vogels (op lage hoogte) specifiek over de planlocatie van de meetmast lopen, zal dit hooguit incidentele sterfte betreffen van lokaal algemeen aanwezige vogelsoorten. Dit betreft een verwaarloosbaar effect. Aangezien geen sprake zal zijn van voorzienbare (meer dan incidentele) sterfte van vogels is geen sprake van overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 3.1 lid 1 van de Wnb en is geen ontheffing nodig. Omdat de meetmast, in tegenstelling tot windturbines, geen bewegende onderdelen heeft is sterfte van vleermuizen niet aan de orde.

De planlocatie van de meetmast biedt geen geschikt habitat voor (strikt) beschermde grondgebonden zoogdieren, flora, ongewervelden, vissen, amfibieën en reptielen, zodat overtreding van verbodsbepalingen ten aanzien van deze soort(groep)en ten gevolge van de realisatie van de meetmast op voorhand met zekerheid uitgesloten kan worden (Radstake *et al.* 2017).

Natura 2000-gebieden (Wnb)
De planlocatie van de meetmast ligt op *ca.* een kilometer afstand van het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied (Haringvliet). De locatie biedt voor de meeste soorten waarvoor het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen geen geschikt habitat. Het perceel kan als foerageergebied benut worden door ganzen die in het Natura 2000-gebied slapen. Het ruimtebeslag door de meetmast betreft een verwaarloosbaar areaal van het totaal beschikbare foerageergebied, waardoor effecten uitgesloten kunnen worden (zie ook Radstake *et al.* 2017 i.r.t. verstoring foerageergebied door de windturbines). Ook kunnen meeuwen uit kolonies in de omgeving van het plangebied van Windpark Kroningswind onderweg van en naar foerageergebieden langs de meetmast vliegen. Ook in dit geval geldt dat de voorzienbare aantallen aanvaringsslachtoffers verwaarloosbaar zijn. Voor geen enkele soort wordt jaarlijks een aanvaringsslachtoffer verwacht. Effecten van de realisatie en gebruik van de meetmast zijn in het kader van de bescherming van Natura 2000-gebieden onder de Wnb daarom met zekerheid uit te sluiten.

Natuurnetwerk Nederland (NNN)
De planlocatie van de meetmast maakt geen onderdeel uit van het NNN. Ook ligt de planlocatie niet langs de Halsweg, Oude Dijk of Kraaijenissedijk die in het Natuur-beheerplan zijn aangewezen als ‘bloemdijk’ (beheertype N12.01) (Radstake *et al.* 2017). Buiten de aangegeven planlocatie heeft de realisatie en het gebruik van de meetmast geen effecten. Realisatie en gebruik van de meetmast heeft daarom geen effect op het NNN.

Effecten van de meetmast in combinatie met Windpark Kroningswind
Omdat de bouw en het gebruik van de meetmast in het kader van de Wnb en het NNN geen effecten heeft, of effecten kunnen worden voorkomen, voegt de realisatie van de meetmast niets toe aan de effecten van Windpark Kroningswind. Gezamenlijke realisatie van het windpark en de meetmast leidt niet tot andere effecten van voor Windpark Kroningswind beschreven is in Radstake *et al.* (2017).

Conclusies

De conclusies zijn opgesteld op basis van de huidige ter beschikking staande kennis en inschattingen van deskundigen.

- Natuurwetgeving (Wnb) en natuurbeleid (NNN) staan de realisatie van een meetmast op de aangegeven locatie niet in de weg.
- Er is geen sprake van effecten in het kader van de Wnb en het NNN.
- Realisatie van de meetmast voegt niets toe aan de effecten van Windpark Kroningswind.

Literatuur

Nederpel, V., J. Dekker & T. Molenaar, 2016. Vleermuisonderzoek Windlocaties Goeree. In het kader van de Flora- en faunawet en Natuurbeschermingswet 1998. Rapport RA14255-02, Regelink Ecologie & Landschap, Mheer.

Radstake, Y.N., R.E. van der Vliet & H.A.M. Prinsen, 2017. Natuurtoets Windpark Kroningswind. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland. Rapport 17-128. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Voor vragen over deze notitie kunt u contact opnemen met H.A.M. Prinsen.

Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg

drs. H.A.M. Prinsen,

Paraaf:



Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera Consult bv
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de brancheverenigingen Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001: 2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.

Bureau Waardenburg
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

BIJLAGE 7



Passende Beoordeling Windpark Kroningswind

Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming

Y.N. Radstake
H.A.M. Prinsen

Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap
Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl

Passende Beoordeling Windpark Kroningswind

Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming

Y.N. Radstake MSc, drs. H.A.M. Prinsen

Status uitgave: Definitief

Rapportnummer:	17-225
Projectnummer:	16-902
Datum uitgave:	12 februari 2018
Projectleider:	Drs. H.A.M. Prinsen
Naam en adres opdrachtgever:	Pondera Consult bv Postbus 579, 7550 AN Hengelo
Referentie opdrachtgever:	E-mail, d.d. 13 april 2017
Akkoord voor uitgave:	drs. C. Heunks

Paraaf:



Graag citeren als: Radstake, Y.N. & H.A.M. Prinsen, 2018. Passende beoordeling Windpark Kroningswind. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapport 17-225, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: Wet natuurbescherming, windpark, Goeree-Overflakkee, ganzen, Scheelhoek

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.
Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera Consult bv
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.

Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Pondera Consult onderzoekt in opdracht van initiatiefnemers de mogelijkheid om Windpark Kroningswind, met 19 windturbines, in de polders ten oosten van Stellendam op het eiland Goeree-Overflakkee te realiseren. De bouw en het gebruik van dit windpark kan effecten hebben op beschermde natuurgebieden (Natura 2000-gebieden).

In het MER zijn de milieueffecten in beeld gebracht die Windpark Kroningswind met zich meebrengt. Pondera Consult heeft Bureau Waardenburg opdracht verstrekt om in een passende beoordeling de mogelijke effecten van het windpark op beschermde natuurwaarden in het kader van de Wet natuurbescherming in beeld te brengen en aan te geven op welke wijze mogelijke negatieve effecten op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen kunnen worden beperkt.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Yvonne Radstake	rapportage
Hein Prinsen	projectleiding, eindredactie.

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hen uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteitshandboek van Bureau Waardenburg. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg is ISO gecertificeerd.

Vanuit Pondera Consult werd de opdracht begeleid door Mariëlle de Sain en Paul Janssen. Wij danken hen voor de prettige samenwerking.

Inhoud

Voorwoord 3

1 Inleiding 7

1.1 Aanleiding en doel 7

1.2 Opzet van deze passende beoordeling 7

1.3 Leeswijzer 8

2 Inrichting windpark en plangebied 9

2.1 Inrichting windpark 9

2.2 Plangebied en onderzoeksgebied 10

3 Methoden en bronmateriaal 13

3.1 Methode van effecten bepalen 13

3.2 Effecten beoordelen: toelichting op het begrip significantie 20

3.3 Bronmateriaal 22

4 Natura 2000 en afbakening onderzoek 23

4.1 Natura 2000-gebieden in de omgeving 23

4.2 Relatie tussen plangebied en Natura 2000-gebieden 23

5 Vogels in en nabij het plangebied 33

5.1 Broedvogels 33

5.2 Niet-broedvogels 40

6 Bepaling van effecten 51

6.1 Effecten op habitattypen 51

6.2 Effecten op soorten van Bijlage II van de habitatrichtlijn 51

6.3 Effecten op vogels in de aanlegfase 51

6.4 Effecten op vogels in de gebruiksfase 52

7 Beoordeling van effecten 59

7.1 Beoordeling van effecten op habitattypen 59

7.2 Beoordeling van effecten op soorten van Habitatrichtlijn 59

7.3 Beoordeling van effecten op broedvogels 60

7.4 Beoordeling van effecten op niet-broedvogels 60

7.5 Samenvatting beoordeling van effecten 63

7.6 Cumulatie van effecten 65

8 Conclusies en aanbevelingen 69

9 Literatuur 71

Bijlage 1 Kader Wet natuurbescherming 77

Bijlage 2 Windturbines en vogels 81
Bijlage 3 Flux-Collision Model 91
Bijlage 4 Aerius berekening 95

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

De initiatiefnemers van Windpark Kroningswind zijn voornemens om op het eiland Goeree-Overflakkee ten oosten van Stellendam een windpark te realiseren bestaande uit 19 windturbines (figuur 2.2). Het plangebied beslaat de Zuiderdieppolder, Nieuwe Kroningspolder, Kroningspolder, Bospolder en Halspolder (figuur 2.1). De bouw en het gebruik van dit windpark kan effecten hebben op beschermde natuurgebieden (Natura 2000-gebieden).

Ten behoeve van het MER zijn in Radstake *et al*. (2017) de effecten van verschillende varianten van Windpark Kroningswind in het kader van natuurwetgeving en natuurbeleid getoetst. Vervolgens heeft de initiatiefnemer het voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de bepaling en beoordeling van de effecten van de bouw en het gebruik van de geplande windturbines en hoe dit zich verhoudt tot Natura 2000-gebieden. Voorliggende passende beoordeling vormt de passende beoordeling van de habitattoets, zoals omschreven in de Wet natuurbescherming (artikelen 2.7 tot en met 2.9).

1.2 Opzet van deze passende beoordeling

Het plangebied ligt in de omgeving van Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen, Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Krammer-Volkerak, Oosterschelde en Hollands Diep (figuur 4.1). Als het project negatieve effecten heeft op de habitattypen en soorten waarvoor deze Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, is mogelijk een vergunning op grond van de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) vereist (zie hieronder en bijlage 1). Ook kunnen mitigerende dan wel compenserende maatregelen nodig zijn. De effecten van het project dienen in het kader van de Wnb te worden getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van voornoemde Natura 2000-gebieden.

Voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van een passende beoordeling in het kader van de Wnb (zie bijlage 1). Op basis van de beste wetenschappelijke kennis zijn de effecten[1] van het Windpark Kroningswind op de habitattypen en soorten in kaart gebracht en beoordeeld. De effecten zijn op zichzelf en waar nodig in samenhang met de effecten van andere plannen en projecten (cumulatief) beoordeeld.

[1] Waar in dit rapport wordt gesproken over ‘effecten’ wordt in het kader van de Wnb bedoeld: het verslechteren van de kwaliteit van natuurlijke habitats en of habitats van soorten in een Natura 2000-gebied en of verstoring (inclusief sterfte) van soorten waarvoor het gebied is aangewezen. De context van de tekst licht toe of sprake is van ‘verslechtering’ dan wel ‘verstoring’ in de zin van de Wnb.

Deze rapportage geeft antwoord op de volgende vragen:

- Welke Natura 2000-gebieden liggen binnen de invloedssfeer van het project? Wat zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor deze natuurgebieden?
- Wat is de ligging van het plangebied ten opzichte van de habitattypen, de leefgebieden van soorten of andere natuurwaarden waarvoor de desbetreffende natuurgebieden zijn aangewezen? Welke functies heeft het plangebied en zijn invloedssfeer voor deze beschermde natuurwaarden?
- Welke effecten op beschermde gebieden heeft het VKA van Windpark Kroningswind?
- Wat zijn de effecten van het project als deze waar nodig worden beschouwd in samenhang met andere activiteiten en plannen, met andere woorden, wat zijn de cumulatieve effecten?
- Kunnen significante effecten (inclusief waar nodig cumulatieve effecten) met zekerheid worden uitgesloten?

De effecten van het project worden getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen die gelden voor Natura 2000-gebieden die binnen de invloedssfeer van het project liggen. Deze zijn ontleend aan de (ontwerp)-aanwijzingsbesluiten.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat een omschrijving van het project en het plangebied. In **hoofdstuk 3** wordt de aanpak beschreven van de effectbepaling en -beoordeling, alsmede de gebruikte bronnen. **Hoofdstuk 4** beschrijft de relatie van het plangebied met nabij-gelegen beschermde gebieden en geeft een afbakening van de voor dit project relevante instandhoudingsdoelstellingen. Vervolgens beschrijft **hoofdstuk 5** de verspreiding en het gebiedsgebuik van relevante soorten in en om het plangebied. In **hoofdstuk 6 en 7** zijn de effecten van het windpark op beschermde gebieden bepaald respectievelijk beoordeeld in het kader van de Wnb, dit is inclusief een cumulatietoets. De overkoepelende conclusies zijn beschreven in **hoofdstuk 8**. Dit hoofdstuk kan eveneens gelezen worden als de samenvatting van dit rapport.

2 Inrichting windpark en plangebied

2.1 Inrichting windpark

De ingreep omvat de bouw en exploitatie van 19 windturbines (Windpark Kroningswind, zie figuur 2.1 en 2.2). Waar in dit rapport gesproken wordt over Windpark Kroningswind worden telkens het VKA bedoeld zoals beschreven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Het VKA van Windpark Kroningswind.

	Aantal turbines	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Tiphoogte (m)
VKA	19	91-100	100-117	max 150

2.1.1 Aanleg en gebruik geplande windturbines

Voor het windpark is nog niet bekend welke specifieke merk(en) en type(s) windturbines worden toegepast. De afmetingen bevinden zich binnen een gedefinieerde bandbreedte. Ten behoeve van de effectbepaling van het VKA zijn voor wat betreft de afmetingen derhalve een *maximum effect scenario* en een *minimum effect scenario* geselecteerd op basis van de minimale en maximale afmetingen van tabel 2.1 om inzicht te geven in de te verwachten effecten. Met betrekking tot aanvaringsslachtoffers van lokaal aanwezige vogels betreft het *maximum effect scenario* voor het VKA de laagst mogelijk as, in combinatie met de grootst mogelijke rotor. Voor het *minimum effect scenario* voor het VKA is de hoogst mogelijke ashoogte in combinatie met de kleinst mogelijke rotordiameter geselecteerd. De oppervlakte van de fundering van de windturbines bedraagt maximaal circa 550 m^2.

Voor andere soortgroepen zijn de verschillen in afmetingen van de windturbines niet van invloed op de effectbepaling.

2.1.2 Aanleg onderhoudswegen en kraanopstelplaatsen

- de heiwerkzaamheden duren per turbine circa twee dagen en de palen worden door conventionele heistelling aangebracht;
- aan te leggen onderhoudswegen:
- per windturbine wordt een aansluiting op de openbare weg gemaakt, middels een toegang- en onderhoudsweg. De lengte van deze wegen verschilt per windturbine, maar bedraagt in totaal circa 3,5 km;
- wegbreedte bedraagt 5 m, de graafdiepte bij de aanleg van de wegen en de wegen zelf ligt niet dieper dan - 40 cm (naar verwachting 25-30 cm diepte);
- aan te leggen kraanopstelplaatsen van 60 bij 40 m, 2.400 m^2 per stuk;
- toename verhard oppervlak: 17.500 m^2 (wegen) + 9.000 m^2 (fundering) + 40.800 m^2 (kraanopstelplaatsen).

2.1.3 Bekabeling

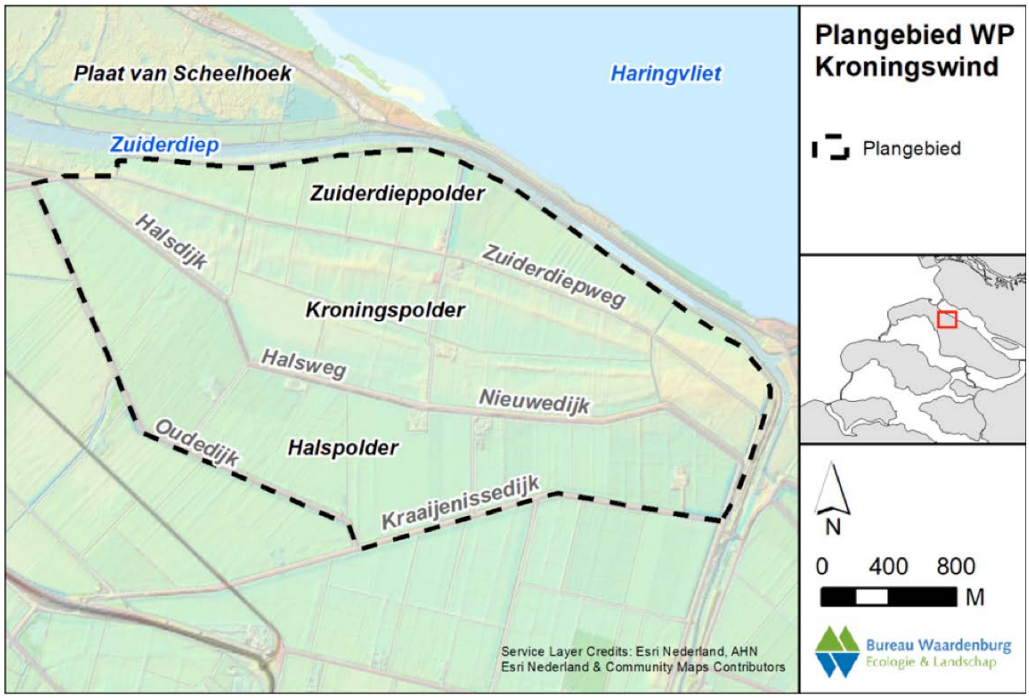
Tussen de windturbines wordt bekabeling aangebracht. De bekabeling wordt samengebracht in een transformatorstation. Daarnaast worden kabels aangebracht tussen het onderstation en de netaansluiting (bestaand schakelstation in Middelharnis). Voor het samenbrengen van de kabels in een transformatorstation is in het MER één locatie onderzocht. In het hoofddocument van het MER is een kaart opgenomen van de locatie, die in voorliggende passende beoordeling meegenomen is. Deze locatie bevindt zich ter hoogte van het adres Halsweg 3, Melissant.

2.2 Plangebied en onderzoeksgebied

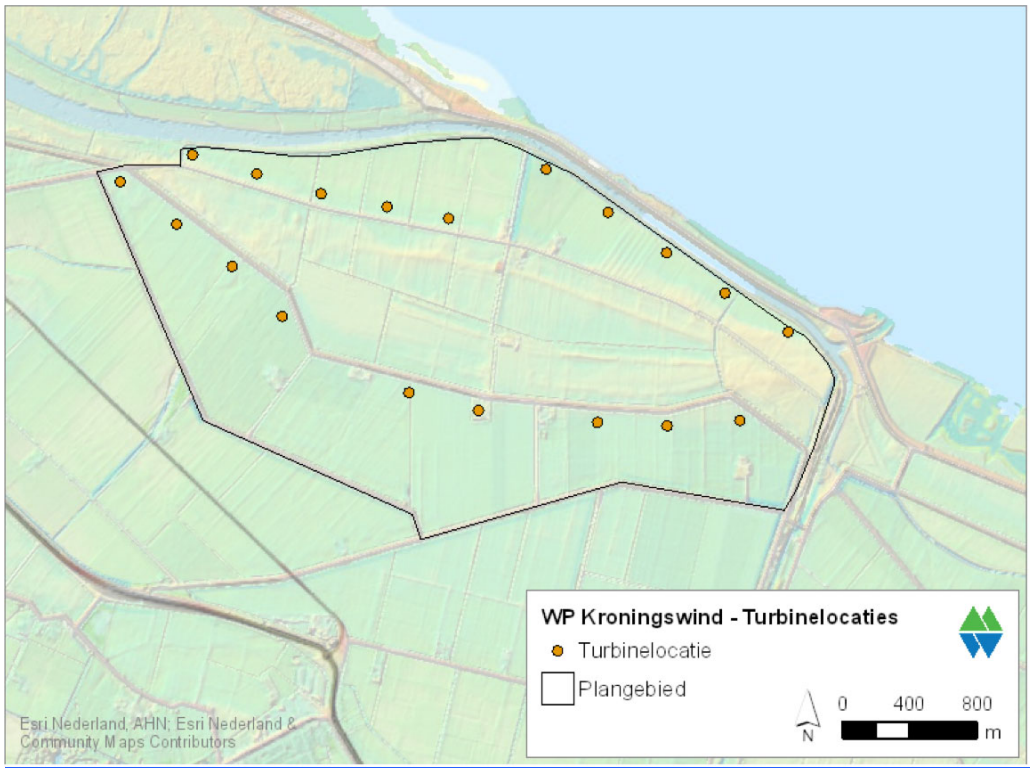
Het plangebied wordt gevormd door meerdere polders op Goeree, namelijk Zuiderdieppolder, Kroningspolder, Nieuwe Kroningspolder, Bospolder en Halspolder (zie figuur 2.1). Deze polders worden in het vervolg van dit rapport gezamenlijk als het plangebied aangeduid. Het is een agrarisch gebied ten oosten van Stellendam. In het plangebied is geen permanent oppervlaktewater aanwezig. Opgaande begroeiing is o.a. aanwezig langs de Halsdijk, die midden in het plangebied ligt.

Ten noorden van het plangebied ligt natuurgebied Plaat van Scheelhoek dat onderdeel uitmaakt van Natura 2000-gebied Haringvliet.

Het onderzoeksgebied is voor het onderdeel ecologie in een aantal gevallen ruimer genomen dan het plangebied. Dit verschilt per effecttype of per diersoort. Voor mobiele soorten (o.a. vogels, voor sommige waarvan de actieradius tot meer dan 30 kilometer reikt) beslaat het studiegebied een groot deel van Goeree-Overflakkee en omringende wateren en buitendijkse gebieden.



Figuur 2.1 Toponiemenkaart met de toponiemen zoals gebruikt in voorliggend rapport.



Figuur 2.2 Kaart met de locaties van geplande windturbines volgens VKA van Windpark Kroningswind (zie tabel 2.1 voor aantal en specificaties turbines).

3 Methoden en bronmateriaal

3.1 Methode van effecten bepalen

Windpark Kroningswind kan met name effect hebben op vogels die gedurende enige fase van hun levenscyclus in de omgeving van het plangebied verblijven (zie bijlage 2 voor een algemeen overzicht van de effecten van windturbines op vogels). Daarmee kan het windpark ook effect hebben op vogels die een deel van hun tijd in Natura 2000-gebieden doorbrengen. Voorafgaande aan de bepaling van de effecten in hoofdstuk 6 is een overzicht gepresenteerd van het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van relevante vogelsoorten in de omgeving van het windpark (hoofdstuk 5).

In de effectbepaling in hoofdstuk 6 zijn de volgende zaken opgenomen:

- De aantallen aanvaringsslachtoffers;
- De verstorende effecten van windturbines op lokaal rustende en foeragerende vogels;
- De mogelijke barrièrewerking van de opstelling voor passerende vogels.

De aantallen slachtoffers en de mate van verstoring en barrièrewerking zijn zo veel mogelijk (en voor zover relevant) per soort gekwantificeerd.

3.1.1 Aanvaringsslachtoffers

Voor de bepaling van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van bestaande kennis over slachtofferaantallen bij windparken in Nederland, België, Duitsland en andere (West-) Europese landen (Winkelman 1989, 1992, Musters *et al.* 1996, Baptist 2005, Schaut *et al.* 2008, Everaert 2008, Krijgsveld *et al.* 2009, Krijgsveld & Beuker 2009, Beuker & Lensink 2010, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011, Verbeek *et al.* 2012, Klop & Brenninkmeijer 2014, Langgemach & Dürr 2017). In deze studies is gecorrigeerd voor factoren zoals zoekefficiëntie, verdwijnen van lijken door aaseters, het aantal zoekdagen en type zoekgebied. Op basis van deze kennis, gecombineerd met kennis van de vliegactiviteit van soorten in het plangebied, is op basis van deskundigenoordeel het toekomstige aantal slachtoffers in Windpark Kroningswind bepaald.

Voor sommige soort(groep)en is uit onderzoek in bestaande windparken een aanvaringskans beschikbaar. Voor deze soorten kan het aantal aanvaringsslachtoffers berekend worden met behulp van het Flux-Collision Model. De aanvaringskansen (kans dat een langs vliegende vogel botst met een windturbine) zijn gebaseerd op studies in Windpark Wieringermeer, Windpark Sabinapolder, Windpark Oosterbierum, Windpark Slufter en in België (Winkelman 1992, Everaert 2008, Fijn *et al.* 2012, Verbeek *et al.* 2012, Prinsen *et al*. 2013). De aantallen slachtoffers uit deze studies zijn te vertalen naar nieuw geplande windparken, indien rekening gehouden wordt met de windturbineomvang (ashoogte, rotordiameter), windturbineconfiguratie, locatie (landschapstype), vogelaanbod (flux) en betrokken soorten. Deze factoren zijn geformaliseerd in een berekeningswijze die soort(groep)specifiek is en waarvoor

kennis over het vogelaanbod (flux) noodzakelijk is (Flux-Collision Model; versie maart 2016, zie bijlage 3 voor details). De uitkomst van de berekeningen wordt bepaald door de combinatie van de dimensies van het windpark en de eigenschappen en het gedrag van de desbetreffende vogelsoort. Voor Windpark Kroningswind zijn zulke slachtofferberekeningen uitgevoerd voor kleine zwaan, brandgans, kolgans, grauwe gans, smient, wilde eend, zwartkopmeeuw, goudplevier, kievit, wulp en grote stern.

Voor soort(groep)en waarvoor geen aanvaringskans beschikbaar is, kunnen geen modelberekeningen met het Flux-Collision Model worden uitgevoerd. Voorbeelden van soortgroepen waarvoor dit geldt zijn roofvogels en reigerachtigen. Voor soorten uit deze soortgroepen is een inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers te maken op basis van informatie over 1) aantallen vliegbewegingen over het plangebied, 2) vlieggedrag en 3) aantallen slachtoffers gevonden in slachtofferonderzoeken in Europa. In voorliggende natuurtoets voor Windpark Kroningswind is deze aanpak gevolgd voor bruine kiekendief en lepelaar. Voor andere vogelsoorten zijn geen slachtofferberekeningen uitgevoerd, omdat deze afwezig zijn of in zeer lage dichtheden voorkomen (zie § 6.3). Voor deze soorten zijn op voorhand geen jaarlijkse aanvaringsslachtoffers verwacht en daarom zijn geen nadere slachtofferberekeningen uitgevoerd.

De berekeningen zijn deels gebaseerd op aannames omdat op sommige punten gedetailleerde en locatie-specifieke informatie van betrokken soorten niet voorhanden is. Deze aannames zijn altijd op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst. Dit geldt voor het aantal vogels dat bij het windpark rondvliegt, uitwijkt voor het windpark, en de berekende 1%-mortaliteitsnorm (zie toelichting hieronder bij flux, macro-uitwijking en 1%-mortaliteitsnorm).

Aanvaringskans

Zwanen en ganzen worden zelden als aanvaringsslachtoffer gevonden vanwege hun kleine aanvaringskans (Hötker *et al.* 2006, Fijn *et al.* 2007, Fijn *et al.* 2012, Verbeek *et al.* 2012). Fijn *et al.* (2007) vonden bij twee windparken in de Wieringermeer geen aanvaringsslachtoffers onder kleine zwanen en toendrarietganzen, ondanks de dagelijkse aanwezigheid van vele honderden, respectievelijk enkele duizenden vogels nabij de windparken. Voor de kleine zwaan en voor de ganzen is een aanvaringskans gehanteerd (tabel 3.1) die is vastgesteld in Windpark Wieringermeer (Fijn *et al*. 2012) respectievelijk Windpark Sabinapolder (Verbeek *et al.* 2012). Dat laatste windpark staat net als Windpark Kroningswind nabij een groot waterlichaam en werd ook in de ochtend- en avondschemering gepasseerd door ganzen onderweg van en naar de slaapplaatsen op het open water.

Voor de smient, wilde eend, kievit, goudplevier en wulp is een aanvaringskans gehanteerd (tabel 3.1) die voor eenden respectievelijk steltlopers is vastgesteld in Windpark Oosterbierum (cf. methode Lensink & van Straalen 2016; Winkelman 1992). Dat windpark werd in de ochtend- en avondschemering gepasseerd door eenden die

onderweg zijn van en naar de slaapplaatsen op het open water en door ’s nachts foeragerende kieviten en goudplevieren.

Het onderzoek in de Sep-proefwindcentrale in Oosterbierum (Winkelman 1992) is tot nu toe het enige onderzoek waarin aanvaringskansen voor eenden en steltlopers zijn bepaald. Winkelman (1992) heeft de aanvaringskans op verschillende manieren berekend, uitgaande van uiteenlopende fluxen en verschillende, al dan niet gecorrigeerde, aantallen aanvaringsslachtoffers. De gehanteerde aanvaringskans van 0,04% voor eenden en 0,02% voor steltlopers is door Winkelman (1992) berekend op basis van het maximale werkelijke (oftewel gecorrigeerde) aantal aanvarings-slachtoffers. Dit is berekend op basis van de zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. De flux die Winkelman (1992) heeft gebruikt voor de berekening van deze aanvaringskans, betreft het minimale aantal geschatte vliegbewegingen door (of net over) het windpark in de namiddag/avond, nacht en ochtend. Dit betreft waarschijnlijk een onderschatting van de werkelijke flux, omdat de fluxen in het onderzoek van Winkelman (1992) veelal visueel/auditief zijn gemeten, waardoor mogelijk vogels zijn gemist. De belangrijkste redenen voor het hanteren van specifiek deze aanvaringskansen zijn: 1) Omdat de aanvaringskansen berekend zijn op basis van het maximale werkelijke aantal slachtoffers, waarin ook de mogelijke aanvarings-slachtoffers zijn meegenomen, betreft de aanvaringskans met zekerheid een *worst case scenario*, 2) De flux waarop de aanvaringskansen zijn gebaseerd (vliegbewegingen in de avond, nacht en ochtend) komt het best overeen met de manier waarop de flux over het algemeen in de slachtofferberekeningen voor de te beoordelen windparken wordt bepaald.

Tabel 3.1 Aanvaringskansen, flux richting windpark (totaal aantal vliegbewegingen per winterhalfjaar), percentage macro-uitwijking (voor het gehele windpark) en verdeling van de flux over de westelijke en oostelijke helft van het plangebied zoals gehanteerd voor de verschillende vogelsoorten in de slachtofferberekeningen. 1 = Verbeek et al. (2012); 2 = Winkelman (1992); 3 = Fijn et al. (2012), 4 = Prinsen et al. (2013), 5 = Everaert (2008).

soort	aanvaringskans (%)	flux per seizoen (n vluchten)	macro-uitwijken (%)	Verdeling flux (W/O)
kleine zwaan	0,040[3]	1.200	85 of 70	100:0
brandgans	0,0008[1]	724.000	85 of 70	75:25
kolgans	0,0008[1]	216.000	85 of 70	50:50
grauwe gans	0,0008[1]	226.500	85 of 70	60:40
smient	0,040[2]	30.200	70	50:50
wilde eend	0,040[2]	54.600	70	50:50
goudplevier	0,040[2]	73.200	70	50:50
kievit	0,040[2]	289.600	70	50:50
zwartkopmeeuw	0,00011[1, 4, 5]	8.560	18	50:50
wulp	0,040[2]	4.840	70	100:0
grote stern	0,002[4]	6.097	28	100:0

Voor de zwartkopmeeuw is een gemiddelde aanvaringskans gehanteerd (tabel 3.1) vastgesteld voor kleine meeuwensoorten in twee windparken op de Eerste Maasvlakte

(Prinsen *et al.* 2013), in Windpark Sabinapolder (Verbeek *et al.* 2012), plus twee referentie windparken in België (Windpark Boudewijnkanaal en Windpark Kleine Pathoekseweg; Everaert 2008). Het in dit rapport gepresenteerde aantal aanvaringsslachtoffers betreft het gemiddelde van de uitkomsten berekend met de aanvaringskansen uit deze referentiewindparken. De afzonderlijke windparken tellen even zwaar mee in de berekening van het gemiddelde.

Voor de grote stern tenslotte is een gemiddelde aanvaringskans gehanteerd (tabel 3.1) vastgesteld voor een vergelijkbare sternsoort, de visdief, in twee windparken op de Eerste Maasvlakte (Prinsen *et al.* 2013).

Flux broedvogels
In de nabijheid van het plangebied bevinden zich geen grote kolonies van lepelaar, sterns en steltlopersoorten (zie Smits *et al.* 2016 en hoofdstuk 5). Zwartkopmeeuw, grote stern en lepelaar vliegen wel zo nu en dan in en over het plangebied. Deze vogels kunnen afkomstig zijn uit kolonies in een Natura 2000-gebied.

De fluxen van de broedvogels zijn gebaseerd op het veldonderzoek naar vliegbewegingen van kolonievogels over het plangebied (zie hoofdstuk 5) en jaarrapporten van kustbroedvogels in de Delta (Strucker *et al*. in serie, Arts *et al*. 2017). Voor de zwartkopmeeuw is bijvoorbeeld aangenomen dat 40 volwassen vogels tijdens het broedseizoen (half april tot eind juli) dagelijks door het windpark vliegen (zie ook hoofdstuk 5). Voor de lepelaar zijn dat 15 vogels per dag in de periode half april tot half juli. Voor de grote stern bedraagt dit 67 vogels per dag in de periode half april tot half juli. Naar rato van lengte en positie van de windturbineopstelling (opgedeeld in deelparken waar nodig) ten opzichte van de ingeschatte breedte van de vliegbaan van de vogels, zijn de aantallen als aanbod opgevoerd in de slachtofferberekening (tabel 3.1). Hierbij is nadrukkelijk rekening gehouden met vliegpatronen waargenomen in het veld tijdens het veldonderzoek in het broedseizoen en afgeleid van de ligging van de kolonies. Bijvoorbeeld, voor grote stern is de flux geheel (100%) toegekend aan het westelijke deel van het plangebied en is voor de oostelijke helft van het windpark in het VKA een nul flux (0%) gehanteerd. Voor zwartkopmeeuw is deze verdeling bijvoorbeeld 50:50 (tabel 3.1).

Het plangebied wordt niet of nauwelijks gebruikt door andere broedvogelsoorten waarvoor de omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen en die ook uit die gebieden afkomstig zijn (zie hoofdstuk 4 en 5). Op basis hiervan is uitgesloten dat het plangebied door meer dan een verwaarloosbaar deel van de betrokken populaties dagelijks gebruikt zal worden als vliegroute.

Flux niet-broedvogels
Voor de berekening van de flux van kwalificerende niet-broedvogels (kleine zwaan, brandgans, kolgans, grauwe gans, smient, wilde eend, goudplevier, kievit en wulp) is uitgegaan van gegevens over verspreiding en aantallen in (de omgeving van) het plangebied en hun vlieggedrag (zie ook hoofdstuk 5). Op basis van radaronderzoek

naar vliegpatronen in het plangebied is bepaald uit welke telgebieden vogels mogelijk de windturbines in het geplande windpark kruisen tijdens hun dagelijkse pendelvluchten tussen slaapplaatsen en foerageergebieden. Voor de aantallen in de flux is gebruik gemaakt van de getelde aantallen aanwezige vogels in de nabijgelegen watervogelmonitoringsgebieden (gegevens provincie Zuid-Holland). Hiervan is, als worst case, telkens het gemiddelde seizoensmaximum over de periode 2011/12-2015/16 gebruikt om de dagelijkse flux (intensiteit vliegbewegingen) door de betreffende opstelling te bepalen. Hierbij is rekening gehouden met het seizoensverloop van elke soort (zie Sovon.nl) en is aangenomen dat de aantallen in de periode van aanwezigheid tweemaal daags tussen slaapplaats en foerageergebied pendelen. Naar rato van lengte en positie van de windturbineopstelling (opgedeeld in deelparken waar nodig) ten opzichte van de ingeschatte breedte van de vliegbaan van de vogels, zijn de aantallen als aanbod opgevoerd in de slachtofferberekening (tabel 3.1). Hierbij is nadrukkelijk rekening gehouden met vliegpatronen waargenomen in het veld tijdens het radaronderzoek en afgeleid van de ligging van de slaapplaatsen ten opzichte van de watervogeltelgebieden. Bijvoorbeeld, voor brandganzen is de flux grotendeels (75%) toegekend aan het westelijke deel van het plangebied en is voor de oostelijke helft van het windpark in het VKA een kleinere flux (25%) gehanteerd. Voor kolgans is deze verdeling bijvoorbeeld 50:50 (tabel 3.1).

Macro-uitwijking

Voor kleine zwaan en ganzen is aangenomen dat 85% van de vogels uit zal wijken voor het windpark wanneer tussen de lijnopstellingen voldoende ruimte bestaat om ongehinderd van een dergelijk ‘gat’ gebruik te maken. Wanneer sprake is van een lange lijnopstelling (bijvoorbeeld de windturbines langs de dijk) is een lager uitwijkpercentage van 70% gehanteerd (tabel 3.1). Deze waarden komen overeen met uitwijkpercentages (80-98%) die zijn gemeten voor een divers aantal soorten, waaronder ganzen (o.a. Plonczkier & Simms 2012, Dirksen *et al.* 2007, Fijn *et al.* 2007, Fernley *et al.* 2006, Poot *et al.* 2001, Tulp *et al.* 1999). Voor eenden en steltlopers is een uitwijking van 70% aangehouden. Dit laatste is ‘worst case’ ten opzichte van de hiervoor verzamelde resultaten ten aanzien van andere soort(groep)en in bestaande windparken. Voor zwartkopmeeuw en grote stern is een geringe uitwijking aangehouden; zowel in windparken op zee (Krijgsveld *et al*. 2011) als in windparken op de Eerste Maasvlakte (Prinsen *et al*. 2013) vertoonden grote en kleine meeuwen en sterns nauwelijks uitwijking en vlogen ze veelal door het windpark heen. In deze natuurtoets is de 18% respectievelijk 28% overgenomen die empirisch door Krijgsveld *et al.* (2011) voor meeuwen respectievelijk sterns in een uitgebreide meerjarige studie naar het effect van de windturbines op zee op (o.a.) vogels is vastgesteld.

In het Flux-Collision Model wordt rekening gehouden met uitwijking van vogels om of over het windpark (macro-uitwijking; tabel 3.1) en met een eventuele onevenredige hoogteverdeling van de flux (vaak vliegen de meeste lokale vogels in de onderste luchtlagen en dus onder de rotoren door in vergelijking tot de hogere luchtlagen waar de rotoren draaien). Dit laatste is altijd in vergelijking met de situatie in het

referentiewindpark beschouwd. Voor ganzen, kleine zwaan, eenden is 100% op rotorhoogte aangehouden, maar voor de andere soorten zijn, op basis van de waargenomen vlieghoogtes tijdens het veldwerk, lagere percentages in het model gehanteerd: voor kievit en goudplevier 50%, wulp 66%, zwartkopmeeuw 2% en grote stern 6%.

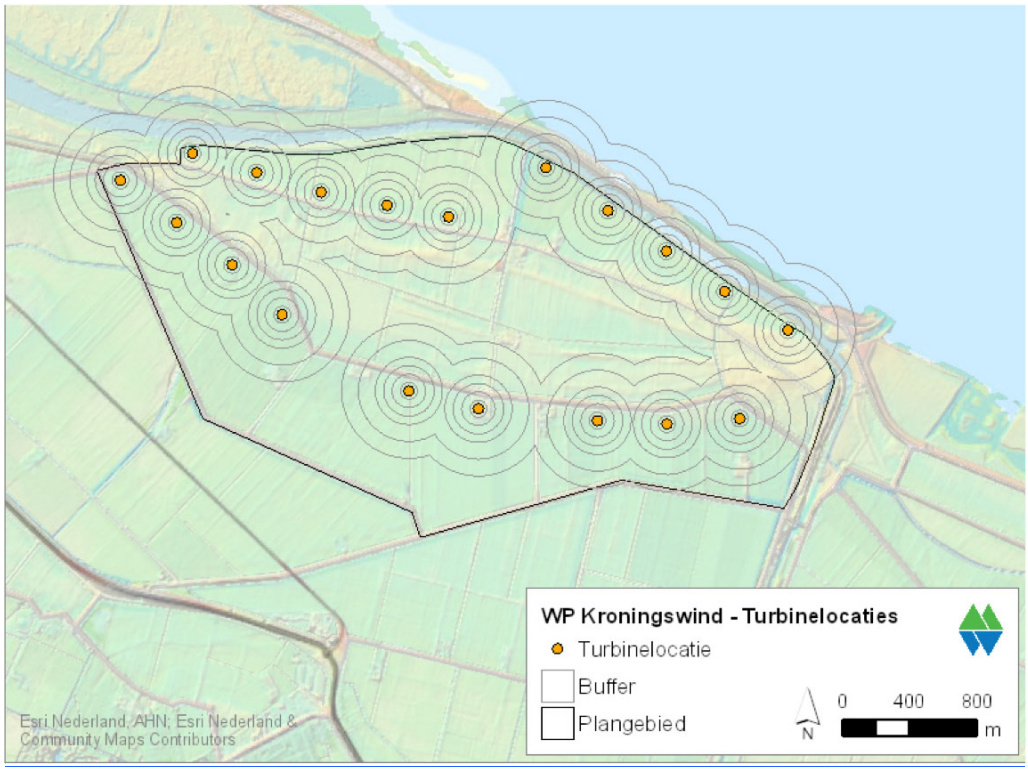
3.1.2 Verstoring

Verstoring van vogels kan zowel in de aanlegfase als in de gebruiksfase van Windpark Kroningswind plaatsvinden. De mate van verstoring is dan ook afzonderlijk voor zowel de aanlegfase als de gebruiksfase bepaald. Wanneer in deze rapportage over verstoring in de gebruiksfase wordt gesproken, wordt de totale verstorende werking van de windturbines op vogels bedoeld, die wordt veroorzaakt door de combinatie van geluid, beweging (ook door onderhoudsmedewerkers), slagschaduw en de fysieke aanwezigheid van een hoog opgaand element in een open landschap.

De verstorende werking van windturbines voor vogels verschilt tussen soortgroepen en varieert van enkele tientallen tot honderden meters (zie bijlage 2 en Hötker 2017). In de soortspecifieke beoordeling van de verstoring is hier rekening mee gehouden en is gewerkt met een voor de desbetreffende soort toepasselijke verstoringsafstand (tabel 3.2). Schekkerman *et al*. (2003) vonden geen evenredig grotere verschillen in verstoringsafstand tussen kleine en grotere windturbines, zodat genoemde verstoringsafstanden als representatief worden beschouwd voor de te toetsen situatie. Verstoring van kwalificerende *broedvogelsoorten* (veelal 50 m of minder, maximaal 200 m, zie bijlage 2) is niet in beschouwing genomen, omdat binnen deze afstand van de windturbines geen of nauwelijks geschikt broedhabitat aanwezig is en verstorings-effecten op kwalificerende broedvogels dus op voorhand kunnen worden uitgesloten.

Figuur 3.1 geeft de maximale verstoringscontour van 400 m voor *niet-broedvogels* rondom de geplande windturbines van het VKA van Windpark Kroningswind weer.

Het plangebied wordt mogelijk benut door de soorten die genoemd zijn in tabel 4.1. Voor deze soorten worden effecten van verstoring besproken op de foerageerfunctie. Daarnaast is er onder de niet-broedvogelsoorten een flink aantal soorten die gebruik maken van het buitendijkse gebied als rust- en/of slaapplaats. Van deze soorten is er echter een beperkt aantal soorten dat een verstoringsafstand kent van meer dan 200 meter (tabel 3.2). Het gaat daarbij om de lepelaar, kleine zwaan en diverse soorten ganzen die het gebied ook als rust- en slaapplaats benutten. Voor deze niet-broedvogelsoorten worden de effecten van verstoring van het buitendijkse gebied bepaald voor de rust- en slaapfuncties. Voor de overige niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoelstelling kunnen effecten van verstoring, vanwege de geringe verstoringsafstand (tabel 3.2), op voorhand worden uitgesloten.



Figuur 3.1 Verstoringscontouren in stappen van 50 en 100 m rondom de geplande windturbines van het VKA van Windpark Kroningspolder.

Verstoring kan resulteren in een afname van het totale areaal aan potentieel beschikbaar leefgebied en daarmee de draagkracht van het gebied. Binnen de verstoringscontour worden overigens niet alle vogels verstoord, er is sprake van een gradiënt. Aangenomen is dat gemiddeld genomen 80% van de vogels binnen de contour verstoord wordt. Wanneer binnen het Natura 2000-gebied geschikt alternatief leefgebied beschikbaar is, kunnen de desbetreffende vogels uitwijken en is er geen sprake van maatgevende verstoring (de vogels verlaten immers het gebied niet).

Om het verstoringseffect van de 19 geplande windturbines te bepalen, zijn voor de relevante soorten achtereenvolgens de volgende stappen doorlopen:

1. Bepalen oppervlak leefgebied waar mogelijke een verstoringseffect kan optreden;
2. Berekenen van de aantallen die in de huidige situatie aanwezig zijn, inclusief bepaling van de 20% aan exemplaren waarvan per soort wordt aangenomen dat deze binnen de verstoringscirkel niet verstoord wordt;
3. Bepalen of de vogels in de nabijheid een alternatief hebben.

Voor het bepalen van het aantal verstoorde vogels als gevolg van het plaatsen en gebruik van de turbines is voor het aangrenzende telgebied het gemiddeld seizoens-maximum over de periode 2011/12-2015/16 gebruikt (gegevens provincie Zuid-Holland). Voor enkele relevante soorten (kleine zwaan, ganzen en steltlopers) is aangenomen dat de vogels (overdag en/of ’s nachts) gelijkmatig verdeeld zijn over het telgebied, terwijl voor de eenden is aangenomen dat deze overdag binnen 100 m van de dijk op het water rusten (tabel 3.2).

Tabel 3.2 Soortspecifieke uitgangspunten voor berekening van aantallen niet-broedvogels binnen de invloedsfeer van turbines binnendijks en/of op het Haringvliet, gebaseerd op aantallen in de huidige situatie. Zone geeft de soortspecifieke verstoringzone aan die is aangehouden gebaseerd op referenties in bijlage 2 en Hötker (2017).

soort	verdeling vogels in telgebied	zone (m)
fuut	gelijkmatig verdeeld op water	150
aalscholver	gelijkmatig verdeeld op water	50
lepelaar	gelijkmatig verdeeld	250
kleine zwaan	gelijkmatig verdeeld op water	400
grauwe gans	gelijkmatig verdeeld	400
brandgans	gelijkmatig verdeeld	400
bergeend	gelijkmatig verdeeld	150
smient	overdag < 100 m van dijk op water	150
krakeend	overdag < 100 m van dijk op water	150
wintertaling	overdag < 100 m van dijk op water	150
wilde eend	overdag < 100 m van dijk op water	150
pijlstaart	overdag < 100 m van dijk op water	150
slobeend	overdag < 100 m van dijk op water	150
kuifeend	overdag < 100 m van dijk op water	150
meerkoet	overdag < 100 m van dijk op water	50
kluut	gelijkmatig verdeeld	150
goudplevier	gelijkmatig verdeeld	150
kievit	gelijkmatig verdeeld	150
wulp	gelijkmatig verdeeld	400

3.1.3 Barrièrewerking

Voor het bepalen van de mate waarin barrièrewerking een probleem voor vogels vormt, is gebruik gemaakt van literatuur en eigen waarnemingen uit veldonderzoek (o.a. Beuker *et al.* 2009, Fijn *et al.* 2007, 2012, Prinsen *et al*. 2013). Op grond hiervan en informatie over de dimensies van de geplande windturbineopstellingen is bepaald of vogels het windpark zullen kruisen of omvliegen, en de mate waarin dat valt te verwachten.

3.2 Effecten beoordelen: toelichting op het begrip significantie

In het kader van de Wet natuurbescherming moet beoordeeld worden of de realisatie en het gebruik van Windpark Kroningswind op zichzelf of in samenhang met andere plannen en projecten in de omgeving, (significant) negatieve effecten kan hebben op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden.

Voor de beoordeling van effecten van plannen en projecten op de desbetreffende Natura 2000-gebieden (zie hoofdstuk 4), is gebruik gemaakt van de door het Steunpunt Natura 2000 opgestelde leidraad (Steunpunt Natura 2000, 2010). Hierin

staat verwoord wanneer gesproken moet worden van significante effecten. In de leidraad staat ook vermeld hoe kan worden omgegaan met het mogelijk onbedoeld veroorzaken van sterfte van vogels door windturbines. De basis hiervoor wordt gevormd door het 1%-criterium (verder 1%-mortaliteitsnorm) van het Ornis Comité. Volgens dit criterium kan iedere tol van minder dan 1% van de totale jaarlijkse sterfte van de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als kleine hoeveelheid worden beschouwd (zie kader hieronder).

Notabene: deze 1%-mortaliteitsnorm wordt hier niet gebruikt om het begrip 'significantie' uit te leggen. Het wordt hier gebruikt om een ordegrootte van effecten aan te geven waarbij zeker geen significante effecten op zullen treden, omdat de sterfte procentueel zeer laag is ten opzichte van de natuurlijke sterfte. Een veilige 'eerste zeef' dus. De Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State achtte dit een acceptabele werkwijze[2]. Een grotere sterfte dan 1% (in cumulatie met andere projecten) noodzaakt een aanvullende toetsing om te bepalen of de instandhoudings-doelstelling voor de desbetreffende soort in gevaar kan komen. Een dergelijke toetsing kan bijvoorbeeld bestaan uit het doorrekenen van de effecten (additionele sterfte) op de betrokken populatie met behulp van een populatiemodel, zoals uitgevoerd voor effecten van offshore windparken op kleine mantelmeeuwen (Lensink & van Horssen 2012).

Berekening 1%-mortaliteitsnorm

De 1%-mortaliteitsnorm is het aantal vogels dat 1% van de natuurlijke sterfte van de te toetsen populatie representeert. Deze norm is soortspecifiek aangezien de populatiegrootte en de mortaliteit (de twee variabelen die de 1%-mortaliteitsnorm bepalen) voor alle soorten anders is. De norm wordt als volgt berekend:

1%-mortaliteitsnorm (# vogels) = (natuurlijke sterfte * grootte van de te toetsen populatie) * 0,01

Voor de gegevens over de natuurlijke sterfte per soort is gebruik gemaakt van de website van de BTO (http://www.bto.org/about-birds/birdfacts). In de berekeningen is de natuurlijke sterfte van adulte vogels gebruikt, omdat hier meer over bekend is en omdat deze sterfte lager is dan die van juveniele vogels. Hierdoor valt de 1%-mortaliteitsnorm lager uit waardoor met zekerheid het worst case scenario getoetst is. Als populatiegrootte zijn recente telgegevens gebruikt, waarbij voor niet-broedvogels het aantal exemplaren wordt gebruikt en voor broedvogels het aantal paren maal twee.

[2] Zie o.a. uitspraak ABRS van 1 april 2009 in zaaknr. 200801465/1/R2 en de uitspraak ABRS van 29 december 2010 in zaaknr. 200908100/1.

3.3 Bronmateriaal

Een kwantificering van voornoemde effecten is deels mogelijk door middel van een analyse van reeds bestaande informatie. Voor informatie over de aanwezigheid en mogelijke vliegbewegingen van vogels in en over het plangebied is gebruik gemaakt van de resultaten van verschillende onderzoeken:

1) Verbeek *et al.* 2013: Ecologische verkenning Windplan Goeree-Overflakkee;
2) Janssen *et al.* 2013: PlanMER Windenergie Goeree-Overflakkee;
3) Smits *et al.* 2016: Knelpuntenanalyse windparken Goeree-Overflakkee. Dit rapport omvat de resultaten van onderzoek aan watervogels in de winter van 2014/2015 en onderzoek naar vliegbewegingen van kolonievogels in zomer 2015;
4) Meerjarige monitoringsrapportages van kustbroedvogels in de Delta (Strucker *et al.* in serie, Arts *et al*. 2017).

Ter aanvulling is gebruik gemaakt van diverse literatuurbronnen (zie hoofdstuk 9). Alle bronnen worden in de tekst vermeld. Daarnaast zijn de meest actuele telgegevens van watervogels gebruikt uit de periode 2010 - 2016 van een aantal telgebieden in (de ruime omgeving van) het plangebied, die zijn opgevraagd bij de provincie Zuid-Holland.

Per telvak en per soort zijn de watervogelgegevens bewerkt tot gemiddelde seizoensmaxima over de telseizoenen 2011/12-2015/16, met uitzondering van telseizoen 2013/14 waarvoor data ontbreken gedurende 9 maanden. Een telseizoen loopt van juli tot en met juni van het volgende jaar. Voor telvakken op het land was alleen de periode van oktober tot maart van het volgende jaar beschikbaar.

De berekeningen in dit rapport, bijvoorbeeld van het potentieel aantal aanvarings-slachtoffers, zijn gedeeltelijk gebaseerd op aannames omdat voor veel soorten gedetailleerde en locatiespecifieke informatie over bijvoorbeeld het aantal vlieg-bewegingen en vlieggedrag van betrokken soorten niet in voldoende detail voorhanden was. Deze aannames zijn altijd op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst. In voorgaande paragraaf 3.1 is beschreven welke aannames zijn gedaan en op welke manier met *worst case scenario's* rekening is gehouden.

4 Natura 2000 en afbakening onderzoek

4.1 Natura 2000-gebieden in de omgeving

Het plangebied van Windpark Kroningswind ligt niet in een Natura 2000-gebied. Wel liggen er verschillende Natura 2000-gebieden in de ruime omgeving van het plangebied[3]. Het windpark grenst aan het Natura 2000-gebied Haringvliet en ligt op circa 2,5 - 4 km afstand van Natura 2000-gebieden Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen (figuur 4.1). Andere Natura 2000-gebieden, zoals Oosterschelde en Krammer-Volkerak, liggen op nog (veel) grotere afstanden en zijn buiten beschouwing gelaten omdat op voorhand effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden met zekerheid kan worden uitgesloten.

Hieronder wordt kort toegelicht of en welke relatie bestaat tussen het plangebied van Windpark Kroningswind en voornoemde vijf Natura 2000-gebieden. Voor meer details wordt verwezen naar Smits *et al*. (2016). Aangegeven wordt welke instandhoudingsdoelstellingen een effect (verslechtering of verstoring) kunnen ondervinden van het geplande windpark[4]. Het hoofdstuk sluit af met een tabel waarin per instandhoudingsdoelstelling is aangegeven of er een relatie bestaat met het plangebied en of sprake is van een mogelijk effect van het windpark op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling. Als dat laatste niet op voorhand kan worden uitgesloten, worden in voorliggende rapport de effecten van Windpark Kroningswind nader bepaald en beoordeeld.

4.2 Relatie tussen plangebied en Natura 2000-gebieden

4.2.1 Beschermde habitattypen

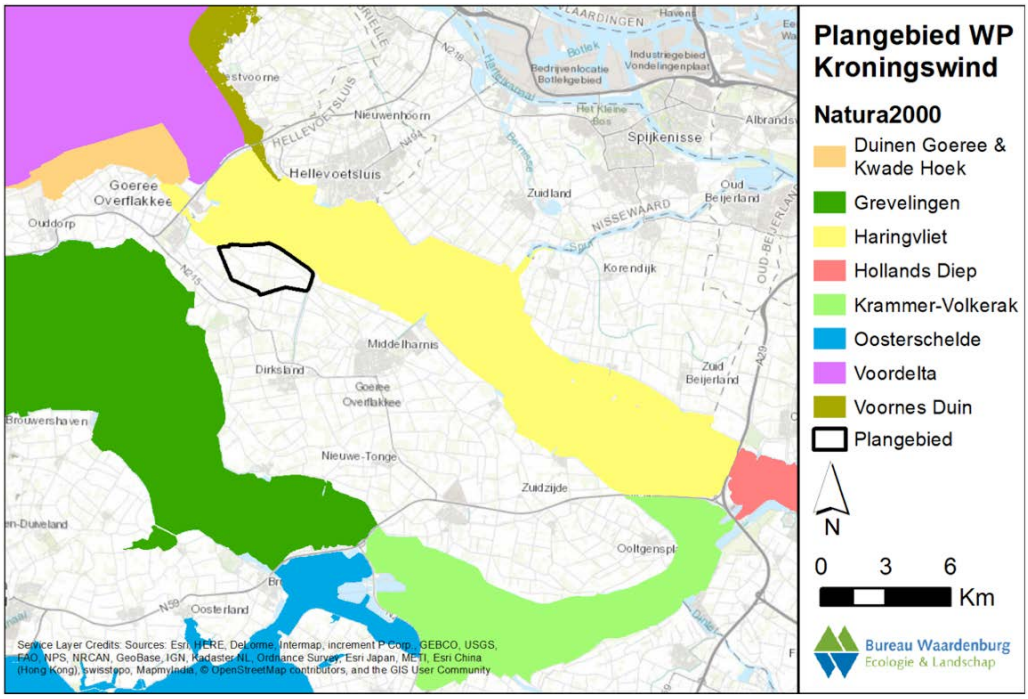
Alle voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor beschermde habitattypen (zie tabel 4.1). Omdat de windturbines buiten de begrenzing van de Natura 2000-gebieden gebouwd zullen worden, is met zekerheid geen sprake van verlies van areaal van de beschermde habitattypen door ruimtebeslag.

Daarnaast is er geen sprake van relevante emissie van schadelijke stoffen naar lucht, water en of bodem of van veranderingen in grond- of oppervlaktewateren. Weliswaar wordt in de aanlegfase gebruik gemaakt van vracht- en kraanwagens die stikstof kunnen uitstoten, maar vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden, afstand tot

[3] Voor een eerste afbakening van de mogelijke invloedssfeer van het project op Natura 2000-gebieden, is rekening gehouden met de actieradius van de soorten met instandhoudingsdoelstellingen in de omliggende Natura 2000-gebieden (van der Vliet *et al*. 2011, zie hoofdtekst voor gehanteerde afstanden). In dit hoofdstuk wordt vervolgens nader bepaald welke Natura 2000-gebieden en soorten met instandhoudingsdoelstellingen relevant zijn.

[4] In de oorspronkelijke aanwijzingsbesluiten zijn voor sommige gebieden complementaire doelen opgenomen: dit zijn Vogelrichtlijndoelen die zijn opgenomen in een Habitatrichtlijngebied en andersom. Middels een wijzigingsbesluit van het Ministerie van EZ, gepubliceerd op 13 maart 2013 (Staatscourant 2013, nr. 6334), zijn deze complementaire doelen komen te vervallen.

Natura 2000-gebieden en het ontbreken van stikstofgevoelige habitattypen in die gebieden, is dergelijke emissie verwaarloosbaar. Dit is nader onderbouwd met behulp van het rekenmodel Aerius in bijlage 4. Effecten op beschermde habitattypen als gevolg van externe werking zijn daarom niet aan de orde (tabel 4.1). Verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats in voornoemde Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind zijn daarom op voorhand met zekerheid uit te sluiten.



Figuur 4.1 De Natura 2000-gebieden nabij het plangebied van Windpark Kroningswind.

4.2.2 Soorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn

Alle voornoemde vijf Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor Habitatrichtlijn-soorten van bijlage II (zie tabel 4.1). Het plangebied ligt buiten de begrenzing van Natura 2000-gebieden.

De **nauwe korfslak**, waarvoor Voornes Duin en Duinen Goeree & Kwade Hoek als Natura 2000-gebied zijn aangewezen, is een soort die voornamelijk wordt aangetroffen in kalkrijke duinen. Het plangebied beschikt niet over het juiste habitat, waardoor het voorkomen van deze soort in het plangebied en de directe omgeving kan worden uitgesloten. Negatieve effecten van de bouw en het gebruik van de windturbines op de populatie van de nauwe korfslak binnen de begrenzing van de Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Duinen Goeree & Kwade Hoek kunnen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten. Deze soort wordt daarom in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten.

De Natura 2000-gebieden Haringvliet en Voordelta zijn aangewezen voor de **zeeprik**, **rivierprik**, **elft**, **fint** en/of **zalm**. Alle vijf de soorten hebben een anadrome levensstijl,

wat betekent dat het zoutwatervissen zijn die in zoetwatergebieden paaien. Het plangebied beschikt niet over geschikt habitat voor deze soorten. Een effect van de bouw en het gebruik van het windpark is dan ook op voorhand uit te sluiten. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten.

Het Natura-2000 gebied Haringvliet is aangewezen voor de **bittervoorn** en **rivierdonderpad**. De rivierdonderpad komt niet binnendijks voor en de bittervoorn is in de sloten in/om het plangebied niet waargenomen (Ravon 2017; data NDFF). Een effect van de bouw en het gebruik van het windpark is dan ook op voorhand uit te sluiten. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten.

De **noordse woelmuis**, waarvoor Haringvliet, Voornes Duin, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen als Natura 2000-gebied zijn aangewezen, komt niet in het plangebied voor. Daarnaast is het habitat in het plangebied niet geschikt voor deze soort. De noordse woelmuis komt namelijk voor in rietvegetaties langs watergangen.

De **groenknolorchis**, waarvoor Voornes Duin en Grevelingen als Natura 2000-gebied zijn aangewezen, komt voor in kalkrijke duinvalleien. Aangezien het plangebied vooral een intensief agrarisch karakter heeft, heeft het geen geschikte groeiplaatsen voor deze plantensoort. Negatieve effecten van de bouw en het gebruik van de windturbines op de populatie van de groenknolorchis binnen de begrenzing van de Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Grevelingen kunnen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten.

Het Natura 2000-gebieden Voordelta is aangewezen voor de **gewone zeehond** en/of **grijze zeehond**. Vanwege hun aquatische levensstijl en de grote afstand (> 7 km) van het plangebied tot geschikt habitat in het Natura 2000-gebied, kunnen effecten op de gewone en grijze zeehond worden uitgesloten.

4.2.3 Broedvogels

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden, behalve de Voordelta, zijn aangewezen voor een aantal broedvogelsoorten (tabel 4.1).

Broedvogelsoorten Haringvliet
Het Haringvliet is het enige Natura 2000-gebied dat direct grenst aan het plangebied. Het gebied is aangewezen voor tien broedvogelsoorten: **bruine kiekendief, kluut, bontbekplevier, strandplevier, zwartkopmeeuw, grote stern, visdief, dwergstern, blauwborst** en **rietzanger**.

De zangvogelsoorten blauwborst en rietzanger zijn in het broedseizoen strikt gebonden aan de directe omgeving van de nestlocatie. Vanwege deze binding aan de nestlocatie voeren deze soorten geen vliegbewegingen uit tot in het plangebied, zodat zij hooguit incidenteel slachtoffer worden van aanvaringen. (Significant) verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze twee zangvogels in

het Natura 2000-gebied Haringvliet zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1). Deze soorten worden dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

De overige acht broedvogelsoorten kunnen buiten het Natura 2000-gebied foerageren en rusten. Zij kunnen dat in het plangebied of buitendijks direct langs de rand van het plangebied doen, maar ook onderweg het plangebied passeren (tabel 4.1). Het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van bovengenoemde soorten in het Haringvliet en de potentiële relatie met het plangebied wordt in hoofdstuk 5 in meer detail beschreven en effecten van het windpark hierop worden beoordeeld in voorliggende rapportage.

Broedvogelsoorten van de overige Natura 2000-gebieden
Lepelaar
Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de **lepelaar** als broedvogel. De lepelaarkolonie in het Voornes Duin in het Quackjeswater ligt op >2.5 km afstand van het plangebied. De lepelaars uit deze kolonie foerageren hoofdzakelijk in het Delfland en later in het broedseizoen ook in de getijdengebieden in de Delta, waaronder de gebieden Scheelhoek en Kwade Hoek (Prinsen *et al.* 2009). Aangezien de Scheelhoek direct grenst aan het plangebied, is er een gerede kans dat de lepelaars uit voornoemde kolonie door het plangebied vliegen (tabel 4.1). Het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van lepelaar in en over het plangebied wordt in hoofdstuk 5 in meer detail beschreven en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage.

.

Kleine zilverreiger
Het Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de **kleine zilverreiger** als broedvogel. Het plangebied van Windpark Kroningswind biedt geen geschikt foerageergebied voor de kleine zilverreiger vanwege de afwezigheid van geschikt foerageerbiotoop. Gezien de afstand van het plangebied tot het Voornes Duin (>2.5 km), en het ontbreken van belangrijke foerageergebieden voor de kleine zilverreiger in het achterland, ligt er geen belangrijke vliegroute van de kleine zilverreigers uit het Voornes Duin over het plangebied. Deze soort wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Aalscholver
Het Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de broedvogelsoort **aalscholver**. De gebieden de Voordelta en het Haringvliet functioneren voor de aalscholvers uit het Voornes Duin als belangrijkste foerageergebied (Boudewijn *et al.* 2012). Het plangebied ligt op >4 km van de kolonies in het Quackjeswater en Breede Water. In het achterland van het plangebied zijn vrijwel geen gebieden aanwezig die kunnen functioneren als potentiële foerageer- en/of rustgebieden voor aalscholver die broeden in het Voornes Duin. Daarom maken aalscholvers uit Voornes Duin hooguit incidenteel gebruik van het luchtruim boven het plangebied. Deze soort wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Geoorde fuut
Het Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor de **geoorde fuut** als broedvogel. De geoorde fuut is in het broedseizoen gebonden aan de ondiepe wateren binnen het Natura 2000-gebied Voornes Duin. De geoorde futen die in het Voornes Duin broeden hebben geen relatie met het plangebied en de soort wordt verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Bruine kiekendief
Naast het Haringvliet is ook de Grevelingen aangewezen voor de **bruine kiekendief** als broedvogel. De bruine kiekendief broedt in rietlanden en gorzen en foerageert in nabijgelegen gebieden met moeras en/of ruigte. Voor de bruine kiekendieven die in deze gebieden broeden geldt dat ze vaak binnen enkele kilometers van de nestlocaties ruim voldoende foerageermogelijkheden tot hun beschikking hebben. Omdat er mogelijk overlap bestaat met het plangebied van Windpark Kroningswind, wordt in hoofdstuk 5 nader ingegaan op het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van de bruine kiekendief in het plangebied en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage (tabel 4.1).

Steltlopers
De Grevelingen en Duinen Goeree & Kwade Hoek zijn als Natura 2000-gebieden aangewezen voor de **kluut**, **bontbekplevier** en/of **strandplevier** als broedvogel. Voor deze soorten geldt dat ze sterk gebonden zijn aan onbegroeide terreinen in de nabijheid van ondiepe getijdebieden en/of natuurontwikkelingsgebieden binnen of in de nabijheid van deze Natura 2000-gebieden. Gezien de afstand van deze Natura 2000-gebieden tot het plangebied (minimaal enkele kilometers) is een relatie van deze vogelsoorten met het plangebied op voorhand met zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1).

Ook het aangrenzende Haringvliet is voor deze soorten aangewezen, zodat in hoofdstuk 5 het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van deze broedvogelsoorten in het plangebied wel in relatie tot dit Natura 2000-gebied wordt besproken.

Sterns
De Grevelingen is aangewezen voor de **grote stern**, **visdief** en **dwergstern** als broedvogel. De broedkolonies van deze soorten in deze gebieden liggen op minimaal enkele kilometers afstand van het plangebied. De sterns foerageren bovendien hoofdzakelijk op het open water van de Grevelingen zelf, of in de Voordelta. De watergangen in het plangebied bieden hooguit voor de visdief enige foerageer-mogelijkheid (tabel 4.1). In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van de visdief in het plangebied van het windpark in relatie tot de Grevelingen en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage (tabel 4.1).

Ook het aangrenzende Haringvliet is voor deze soorten aangewezen, zodat in hoofdstuk 5 het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van deze broedvogelsoorten in het plangebied wel in relatie tot dit Natura 2000-gebied wordt besproken.

Samenvatting

In tabel 4.1 is een overzicht weergegeven van de soorten broedvogels uit Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied die mogelijk een relatie hebben met het plangebied van Windpark Kroningswind. Samengevat hebben alleen broedvogels uit het Haringvliet, plus bruine kiekendief en visdief uit Grevelingen en lepelaar uit Voornes Duin, mogelijk een relatie met het plangebied. In deze rapportage worden alleen deze soorten broedvogels verder beschouwd (zie uitwerking in hoofdstuk 5 en daarna). (Significant) verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de overige soorten broedvogels in de vijf relevante Natura 2000-gebieden zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1).

4.2.4 Niet-broedvogels

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden, behalve de Voornes Duin, zijn aangewezen voor een aantal niet-broedvogelsoorten (tabel 4.1). In deze paragraaf wordt afgebakend voor welke soorten niet-broedvogels en voor welke Natura 2000-gebieden er een mogelijke relatie is met het plangebied. Alleen deze soorten worden in hoofdstuk 5 nader beschreven en beoordeeld in voorliggende rapportage. Voor de overige soorten wordt in deze paragraaf onderbouwd waarom ze geen relatie hebben met het plangebied, zodat een effect van de bouw en het gebruik van Windpark Kroningswind op voorhand met zekerheid uit gesloten kan worden.

Duikers en futen

De soorten **roodkeelduiker**, **dodaars**, **kuifduiker** en **geoorde fuut** zijn strikt gebonden aan open water en zijn door hun beperkte actieradius sterk gebonden aan de Natura 2000-gebieden. Voornoemde soorten hebben vanwege de afstand tussen de Natura 2000-gebieden en het plangebied, geen relatie met het plangebied. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1). De **fuut** rust en of foerageert overdag of ’s nachts mogelijk op het Haringvliet nabij het plangebied en ondervindt dan mogelijk verstoringseffecten van de windturbines. In voorliggende rapportage wordt daarom wel nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van Windpark Kroningswind op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogelsoort waarvoor het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen (zie tabel 4.1).

Aalscholver, kleine zilverreiger en lepelaar

De wateren binnen de Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor de soorten **aalscholver**, **kleine zilverreiger** en **lepelaar** (tabel 4.1) vormen de belangrijkste foerageergebieden voor deze soorten. De platen en hoogwatervluchtplaatsen binnen de betreffende Natura 2000-gebieden functioneren op hun beurt als de belangrijkste rust- en slaapplaatsen. Op basis van de afwezigheid van potentiële foerageergebieden in het binnendijkse gebied ten zuiden van het plangebied, is de aanwezigheid van belangrijke vliegroutes van deze soorten over het plangebied uit te sluiten. Het plangebied zelf biedt ook geen geschikt foerageergebied voor deze

soorten. Deze soorten worden als niet-broedvogel verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Zwanen en ganzen
Vier van de vijf voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor de **kleine zwaan** en/of verschillende soorten ganzen (**kolgans**, **dwerggans**, **grauwe gans**, **brandgans** en/of **rotgans**, tabel 4.1). De zwanen en ganzen rusten over het algemeen op het open water in de Natura 2000-gebieden en foerageren frequent in het binnendijkse agrarische gebied buiten de Natura 2000-gebieden, waaronder het plangebied van Windpark Kroningswind. De rotgans kan worden uitgesloten, omdat deze soort zeer sterk gebonden is aan Natura 2000-gebied Grevelingen en zich dus niet of nauwelijks vanuit dit gebied tot in het plangebied zal begeven (tabel 4.1). Daarnaast kan de dwerggans ook worden uitgesloten, omdat deze niet in of in de buurt van het plangebied wordt waargenomen (gegevens provincie). Voor de kleine zwaan, kolgans, grauwe gans en brandgans geldt dat zij regelmatig over het plangebied kunnen vliegen en/of hier foerageren. Voor deze soorten is in hoofdstuk 5 de aanwezigheid in en om het plangebied in meer detail beschreven, en wordt in voorliggende rapportage een beoordeling gemaakt van de mogelijke effecten van het windpark op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten in de betrokken Natura 2000-gebieden (tabel 4.1).

Eenden, zaagbekken en meerkoet
De eendensoorten **tafeleend**, **eider**, **zwarte zee-eend**, **brilduiker** en **middelste zaagbek** zijn strikt gebonden aan het open water van de Natura 2000-gebieden die voor deze soorten zijn aangewezen (tabel 4.1). Deze soorten hebben geen relatie met het plangebied en worden verder buiten beschouwing gelaten. De overige in tabel 4.1 genoemde eendensoorten en meerkoet rusten of foerageren overdag of ’s nachts mogelijk wel op/nabij de dijk of op het water van het Haringvliet nabij het plangebied en ondervinden dan mogelijk verstoringseffecten van de windturbines. De soorten smient en wilde eend passeren bovendien (mogelijk) het plangebied en/of foerageren in het plangebied. In voorliggende rapportage wordt daarom wel nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van Windpark Kroningswind op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogelsoorten waarvoor het Natura 2000-gebied Haringvliet en Grevelingen is aangewezen (zie tabel 4.1).

Roofvogels
Voor de **visarend** zijn in het binnendijkse gebied ten zuiden van het plangebied geen potentiële rustlocaties in de vorm van opgaande begroeiing aanwezig. Hier is ook geen open water aanwezig dat kan functioneren als potentieel foerageergebied. Door de afwezigheid van binnendijkse waterrijke gebiedsdelen wordt voor de **slechtvalk** verondersteld dat binnendijks vrij lage concentraties aan potentiële prooidieren aanwezig zijn in (de omgeving van) het plangebied. Op basis van afwezigheid van belangrijke potentiële foerageergebieden in het binnendijkse gebied ten zuiden van het plangebied (en in het plangebied zelf) zijn frequente vliegpassages vanuit het Natura 2000-gebied over het plangebied voor de visarend en de slechtvalk

uitgesloten. Beide soorten jagen vooral binnen het Natura 2000-gebied Haringvliet zelf en hebben dus een verwaarloosbaar risico om met de geplande windturbines in aanvaring te komen. Overigens zijn beide soorten in NW-Europa ook weinig als slachtoffer in windparken vastgesteld, en dan met name in het broedseizoen (Langgemach & Dürr 2017). Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Steltlopers
Van alle steltlopersoorten waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied zijn aangewezen hebben, vanwege de afwezigheid van geschikt foerageerbiotoop en de afstand tot het plangebied, alleen de **goudplevier**, **kievit** en **wulp** vanuit het Natura 2000-gebieden Haringvliet en/of Grevelingen mogelijk een relatie met het plangebied. Deze drie soorten kunnen buiten het broedseizoen in het agrarische gebied in het binnenland rusten en/of foerageren. Zo ook in (de omgeving van) het plangebied van Windpark Kroningswind. In voorliggende rapportage wordt daarom wel nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van Windpark Kroningswind op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogelsoorten waarvoor de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen (zie tabel 4.1). Voor de overige soorten steltlopers geldt dat vanwege de afwezigheid van potentieel foerageer- en rustgebied en/of de grote afstand tot het plangebied deze soorten geen relatie hebben met het plangebied (tabel 4.1). Vliegbewegingen door het windpark vinden hooguit incidenteel plaats. Een effect van de bouw en het gebruik van het windpark op deze soorten is op voorhand met zekerheid uitgesloten. Deze worden verder buiten beschouwing gelaten.

Meeuwen en sterns
De Voordelta is aangewezen voor **dwergmeeuw**, **grote stern** en **visdief**. Buiten het broedseizoen fungeert de Voordelta voor deze soorten met name als foerageergebied. De soorten zijn gebonden aan het open water en de kust. Alleen de visdief komt zo nu en dan mogelijk wat verder het binnenland in. Gezien de afstand tot het plangebied zullen vogels uit de Voordelta hooguit incidenteel over het plangebied vliegen. Deze soorten worden verder (als niet-broedvogel) buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Samenvatting
In tabel 4.1 is een overzicht weergegeven van de soorten niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied die mogelijk een relatie hebben met het plangebied. In deze rapportage zullen alleen deze soorten in relatie tot deze Natura 2000-gebieden verder in beschouwing worden genomen (zie hoofdstuk 5 en volgende).

4.2.5 Synthese afbakening

In voorgaande paragrafen is beschreven welke soorten, waarvoor de Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Voordelta en Voornes Duin zijn aangewezen, mogelijk een verstorend effect (inclusief sterfte) ondervinden van Windpark Kroningswind. In tabel 4.1 is een volledig overzicht

opgenomen van de instandhoudingsdoelstellingen van voornoemde Natura 2000-gebieden en is weergegeven voor welke soorten de effecten in deze natuurtoets nader bepaald en beoordeeld worden (oranje gearceerd in tabel 4.1). Voor de overige soorten en alle beschermde habitattypen (groen gearceerd in tabel 4.1) is in voorgaande alinea's beargumenteerd waarom effecten (verstoring of verslechtering) van Windpark Kroningswind op voorhand met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Deze soorten en habitattypen zullen in de verdere effectbepaling en -beoordeling dan ook buiten beschouwing worden gelaten.

Tabel 4.1 Afpeltabel waarin is weergegeven of de habitattypen en soorten, waarvoor Natura 2000-gebieden nabij het plangebied zijn aangewezen, een relatie hebben met het plangebied. Zo ja, dan worden in deze natuurtoets de effecten van Windpark Kroningswind op deze habitattypen en soorten nader onderzocht en beoordeeld.

Zie tabel volgende pagina.

Instandhoudingsdoelstelling		Haringvliet (>25 m)	Grevelingen (>2,5 km)	Voornes Duin (>2,5 km)	Voordelta (>3 km)	Duinen Goeree & Kwade Hoek (> 3,5 km)
Habitattypen						
H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzee-kustzone)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1320	Slijkgraslanden	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
H2110	Embryonale duinen	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2120	Witte duinen	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2160	Duindoornstruwelen	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2170	Kruipwilgstruwelen	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2180A	Duinbossen (droog)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2180B	Duinbossen (vochtig)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	nvt	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H3270	Slikkige rivieroevers	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H6430C	Ruigten en zomen (droge bosranden)	nvt	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H91E0A	Vochtige alluviale bossen (zachthoutooibossen)	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
Habitatsoorten						
H1014	Nauwe korfslak	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1095	Zeeprik	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1099	Rivierprik	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1102	Elft	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1103	Fint	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1106	Zalm	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H1134	Bittervoorn	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H1163	Rivierdonderpad	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H1340	Noordse woelmuis	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
H1364	Grijze zeehond	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1365	Gewone zeehond	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
H1903	Groenknolorchis	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
Broedvogels						
A008	Geoorde fuut	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A017	Aalscholver	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A026	Kleine Zilverreiger	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A034	Lepelaar	nvt	nvt	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt
A081	Bruine Kiekendief	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A132	Kluut	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A137	Bontbekplevier	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A138	Strandplevier	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A176	Zwartkopmeeuw	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt	nvt
A191	Grote stern	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A193	Visdief	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A195	Dwergstern	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A272	Blauwborst	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A295	Rietzanger	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
Niet-broedvogels						
A001	Roodkeelduiker	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A004	Dodaars	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A005	Fuut	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A007	Kuifduiker	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A008	Geoorde fuut	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A017	Aalscholver	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A026	Kleine Zilverreiger	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A034	Lepelaar	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A037	Kleine Zwaan	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A041	Kolgans	Mogelijk, effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A042	Dwerggans	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A043	Grauwe Gans	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A045	Brandgans	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A046	Rotgans	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A048	Bergeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A050	Smient	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A051	Krakeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A052	Wintertaling	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A053	Wilde eend	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A054	Pijlstaart	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A056	Slobeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A061	Kuifeend	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A062	Toppereend	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A063	Eider	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A065	Zwarte zee-eend	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A067	Brilduiker	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A069	Middelste Zaagbek	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A094	Visarend	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A103	Slechtvalk	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A125	Meerkoet	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A130	Scholekster	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A132	Kluut	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A137	Bontbekplevier	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A138	Strandplevier	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A140	Goudplevier	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A141	Zilverplevier	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A142	Kievit	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt	nvt
A144	Drieteenstrandloper	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A149	Bonte strandloper	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A156	Grutto	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
A157	Rosse grutto	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A160	Wulp	Mogelijk, effect onderzoeken	Mogelijk, effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A162	Tureluur	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A169	Steenloper	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A177	Dwergmeeuw	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A191	Grote stern	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A193	Visdief	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt

5 Vogels in en nabij het plangebied

De onderstaande teksten hebben betrekking op de selectie van vogelsoorten waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied zijn aangewezen (zie hoofdstuk 4) en die mogelijk effecten kunnen ondervinden van de aanleg en of het gebruik van Windpark Kroningswind. Voor een beschrijving van overige vogelsoorten zie Radstake *et al.* (2017).

5.1 Broedvogels

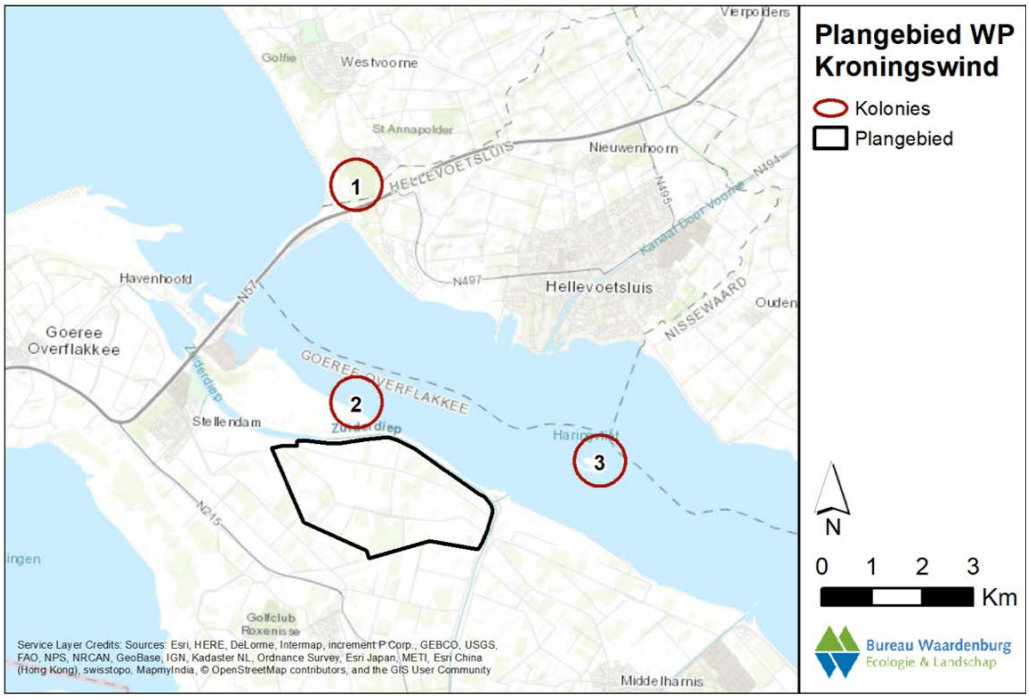
Lepelaar

In de omgeving van het plangebied broeden lepelaars in het Quackjeswater (tabel 5.1 en figuur 5.1). Nabij de vooroever van de Plaat van Scheelhoek en langs het Zuiderdiep zijn foeragerende lepelaars vastgesteld. Meestal ging het om solitaire vogels of kleine groepjes.

Over het plangebied en de directe omgeving vinden dagelijks vliegbewegingen van enkele tientallen lepelaars plaats (tabellen 5.2 en 5.3 en figuur 5.3) (Smits *et al*. 2016). Lepelaars die het plangebied passeerden, vlogen vrijwel zonder uitzondering van noordelijke richting naar zuid/zuidwest of andersom (figuur 5.3). Gezien de vliegrichting waren de lepelaars vooral afkomstig van de kolonie in het Quackjeswater in Natura 2000-gebied Voornes Duin en op weg naar foerageergebieden op of nabij de Slikken van Flakkee.
De vlieghoogte van de lepelaars vond voor bijna 90% plaats beneden de 40 meter (zie tabel 5.4). De meeste lepelaars passeerden in de vroege ochtend en de late middag aan de westzijde van het plangebied (figuren 5.2 en 5.3).

Tabel 5.1 Het aantal broedparen van een selectie van broedvogels in de ruime omgeving van het plangebied in 2016 (Lepelaar - sovon.nl, overige soorten Arts et al. 2017). Getallen achter de kolonienaam verwijzen naar nummers in figuur 5.1.

Kolonie	Soorten en inschatting ordegrootte
Maasvlakte	zwartkopmeeuw (1), visdief (558) & dwergstern (20)
Quackjeswater, Voornes Duin (1)	lepelaar (173)
Vooroever Plaat van Scheelhoek (2)	zwartkopmeeuw (43), visdief (491) & dwergstern (1), grote stern (2.273), kluut (2), bontbekplevier (1)
Slijkplaat (3)	zwartkopmeeuw (94), visdief (76), dwergstern (8) & grote stern (1), kluut (1)



Figuur 5.1 Ligging van kolonies van lepelaars, meeuwen en sterns nabij het plangebied (naar: Smits et al. 2016).

Zwartkopmeeuw

In de ruime omgeving van het plangebied broeden vele tientallen paren zwartkopmeeuwen op de Slijkplaat en de vooroevers van de Plaat van Scheelhoek (tabel 5.1 en figuur 5.1).

Een groot deel van de zwartkopmeeuwen die in de omgeving van het plangebied broeden foerageert nabij de Haringvlietdam waar bij de wateruitlaat veel voedsel beschikbaar is. Een deel van de zwartkopmeeuwen foerageert ook binnendijks op akkers, zoals binnen het plangebied, en buitendijks op het Zuiderdiep, op het Haringvliet en waarschijnlijk ook op en nabij de Slikken van Flakkee. In het broedseizoen passeren dagelijks kleinere aantallen zwartkopmeeuwen het plangebied en omgeving (tabel 5.2). De meeste zwartkopmeeuwen passeren in de eerste uren na zonsopkomst en vanaf enkele uren voor zonsondergang (figuren 5.2 en 5.4).

Gezien de ordegrootte en vliegrichtingen is een groot deel van de overvliegende-broedende zwartkopmeeuwen afkomstig van de broedkolonies op de vooroever van de Plaat van Scheelhoek (figuur 5.1: kolonie 2). Meer dan 90% van de zwartkopmeeuwen passeert het plangebied beneden de 20 m hoogte (tabel 5.4). Passage van zwartkopmeeuwen vindt plaats over het gehele plangebied, maar met de nadruk op de westzijde (figuren 5.4).

Grote stern, visdief en dwergstern

Naast meeuwen broeden op de Slijkplaat en/of op de vooroever van de Plaat van Scheelhoek ook grote aantallen grote sterns, relatief grote aantallen visdieven en

enkele dwergsterns (tabel 5.1 en figuur 5.1). Grote aantallen visdieven en grote sterns foerageren nabij de spuisluizen van de Haringvlietdam. Daarnaast foerageren veel sterns op zee in de Voordelta. Van de sternensoorten zijn in 2015 relatief weinig vliegbewegingen over het plangebied vastgesteld. Het merendeel van de grote sterns volgde tijdens hun foerageervluchten de kustlijn of het Zuiderdiep (figuur 5.5). Voor grote stern is vastgesteld dat dagelijks enkele tientallen exemplaren over het plangebied van en naar de Grevelingen vlogen. Slechts zes procent van deze vliegbewegingen vond plaats boven 40 m hoogte (tabel 5.4). Het merendeel van deze vliegbewegingen vond plaats aan het begin van de avond (figuur 5.2). Van de visdief en dwergstern zijn in 2015 geen vliegbewegingen over het plangebied vastgesteld.

Bruine kiekendief

In de omgeving van het plangebied broedde in 2015 de bruine kiekendief (eigen waarneming Bureau Waardenburg) en er zijn waarnemingen uit het Grevelingen van enkele broedgevallen in de afgelopen vijf jaar (data NDFF). Daarnaast broeden bruine kiekendieven in de nabijgelegen ruigtes op de Plaat van Scheelhoek. Op basis van de waarnemingen is geschat dat in het broedseizoen dagelijks meer dan 30 vliegbewegingen van bruine kiekendieven over het plangebied en omgeving plaatsvinden. Tijdens het veldonderzoek van 2015 waren altijd wel 1-5 bruine kiekendieven in de omgeving van het plangebied aanwezig. Geen enkele verplaatsing vond boven de 40 m hoogte plaats.

Bontbekplevier, strandplevier en kluut

Het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen voor de bontbekplevier, strandplevier en kluut. Deze drie soorten broeden vooral in open kustgebieden, zoals primaire duinen en strandvlaktes. Daarnaast foerageren ze nabij de broedplaats en op slikken en zandplaten (Strucker *et al*. in serie, Arts *et al*. 2017). Al deze habitattypen zijn niet aanwezig in het plangebied, waardoor het broedvoorkomen van genoemde drie soorten kan worden uitgesloten. Ook op de vooroevers van de Plaat van Scheelhoek broeden genoemde soorten slechts in zeer kleine aantallen (tabel 5.1). Meer dan incidentele vliegbewegingen van deze broedvogels over het plangebied vinden niet plaats omdat de polders binnendijks niet voorzien in foerageergebied.

Tabel 5.2 Aantallen van selectie van broedvogels per waarneemperiode vliegend waargenomen over het plangebied (selectie uit Smits et al. 2016).

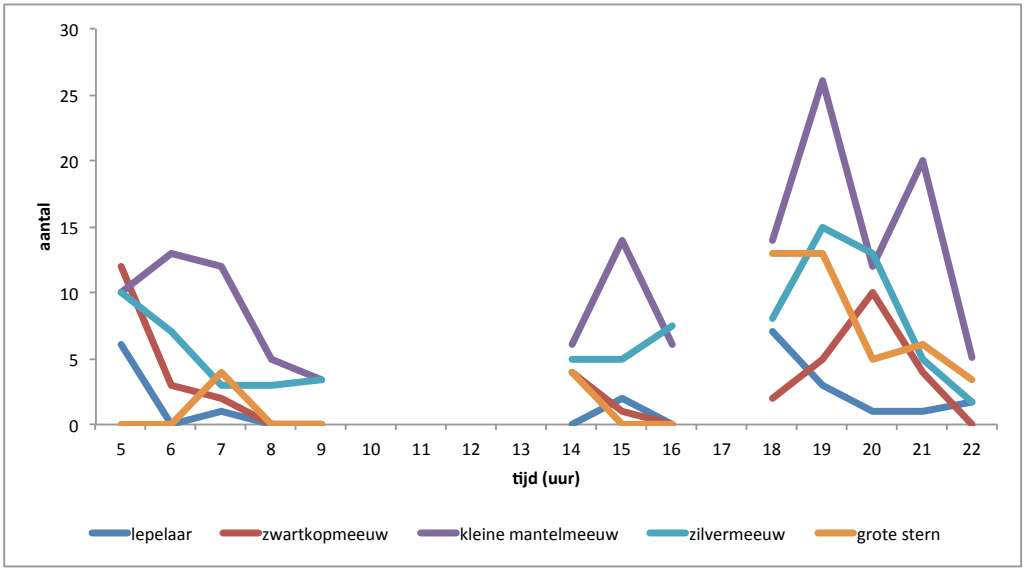
soort	ochtend	middag	avond	totaal
lepelaar	7	2	13	22
bruine kiekendief	9	6	9	24
zwartkopmeeuw	17	5	21	43
grote stern	4	4	39	47
dwergstern	0	1	1	2
visdief	12	0	16	28
totaal	49	18	99	166

Tabel 5.3 *Schatting van de ordegrootte van selectie van broedvogels dat gedurende het broedseizoen dagelijks het plangebied passeert. De schatting is gebaseerd op de in 2015 getelde aantallen in vogels geëxtrapoleerd naar de gehele dag (dus heen en weer).*

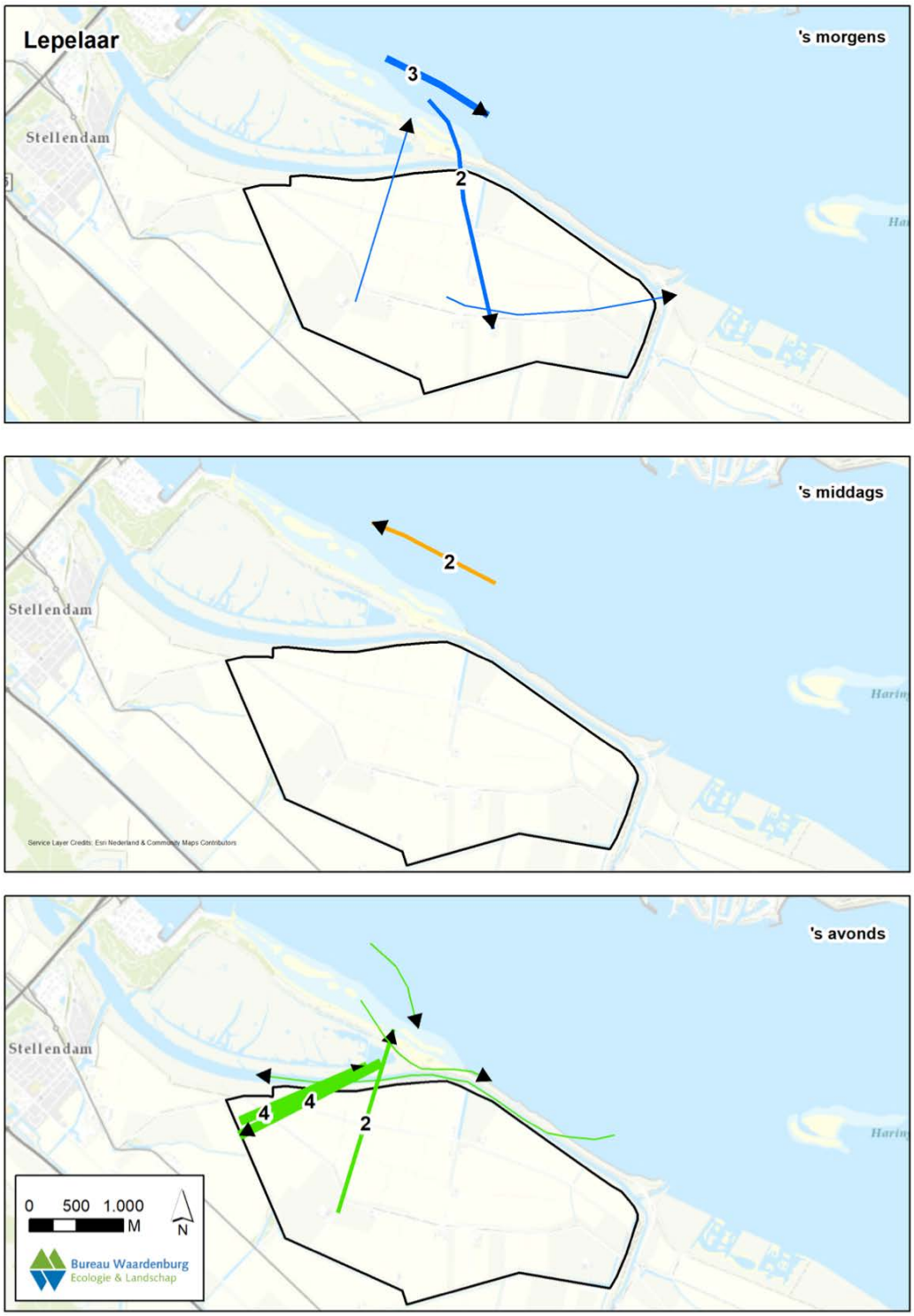
soorten	**ordegrootte vliegbewegingen**	**soorten**	**ordegrootte vliegbewegingen**
lepelaar	10-20	dwergstern	1-5
zwartkopmeeuw	20-50	grote stern	20-50
visdief	20-50		

Tabel 5.4 *Vlieghoogte van selectie van broedvogels over het plangebied. Weergegeven is het percentage vogels per hoogtecategorie in meters. Indien het totaal bij elkaar opgeteld meer dan 100% bedraagt dan komt dat door afronding van getallen (selectie uit Smits et al. 2016).*

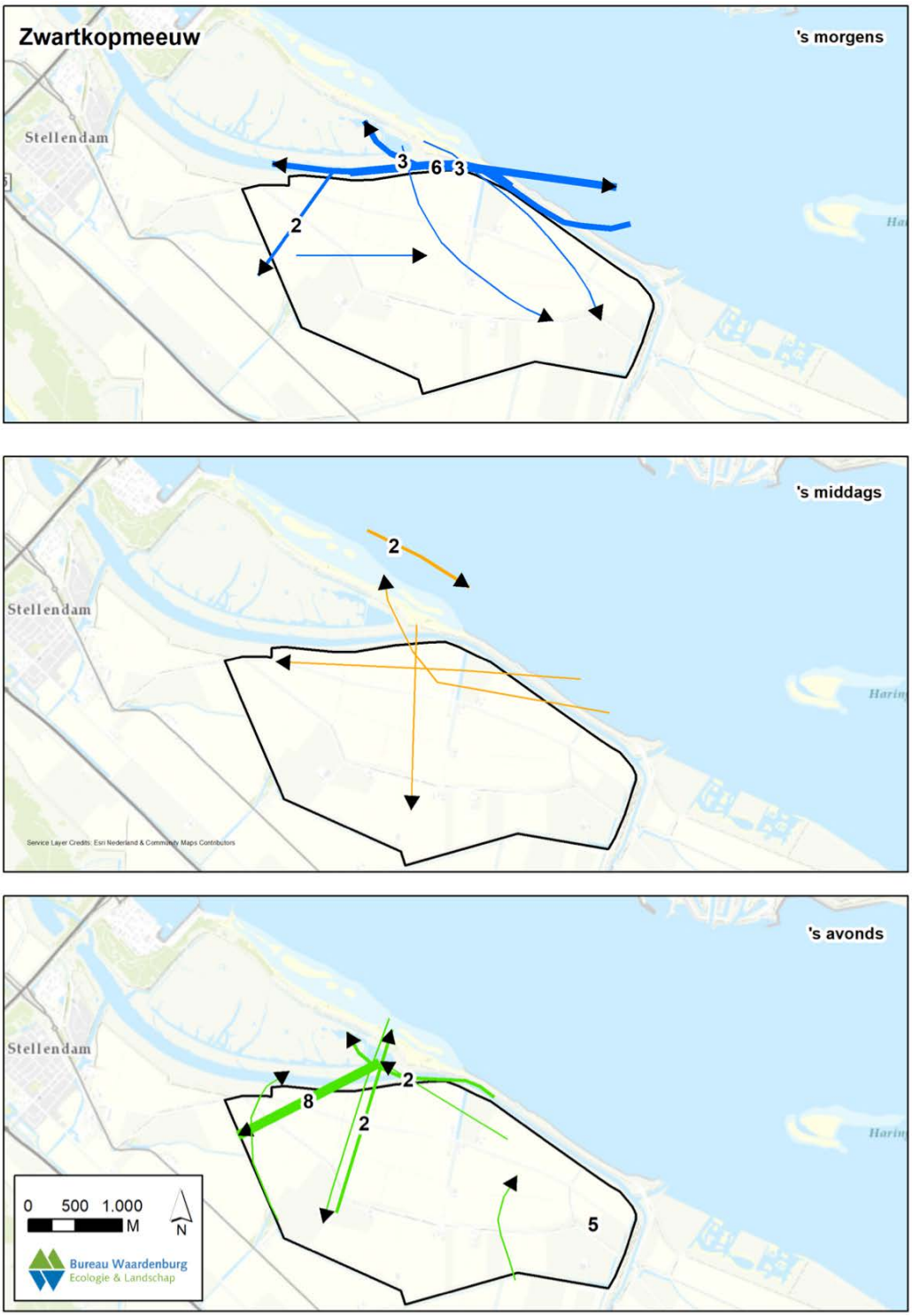
soort	1-20	20-40	40-100	100-160	>160
lepelaar	32	55	14	0	0
zwartkopmeeuw	98	0	2	0	0
grote stern	70	23	6	0	0



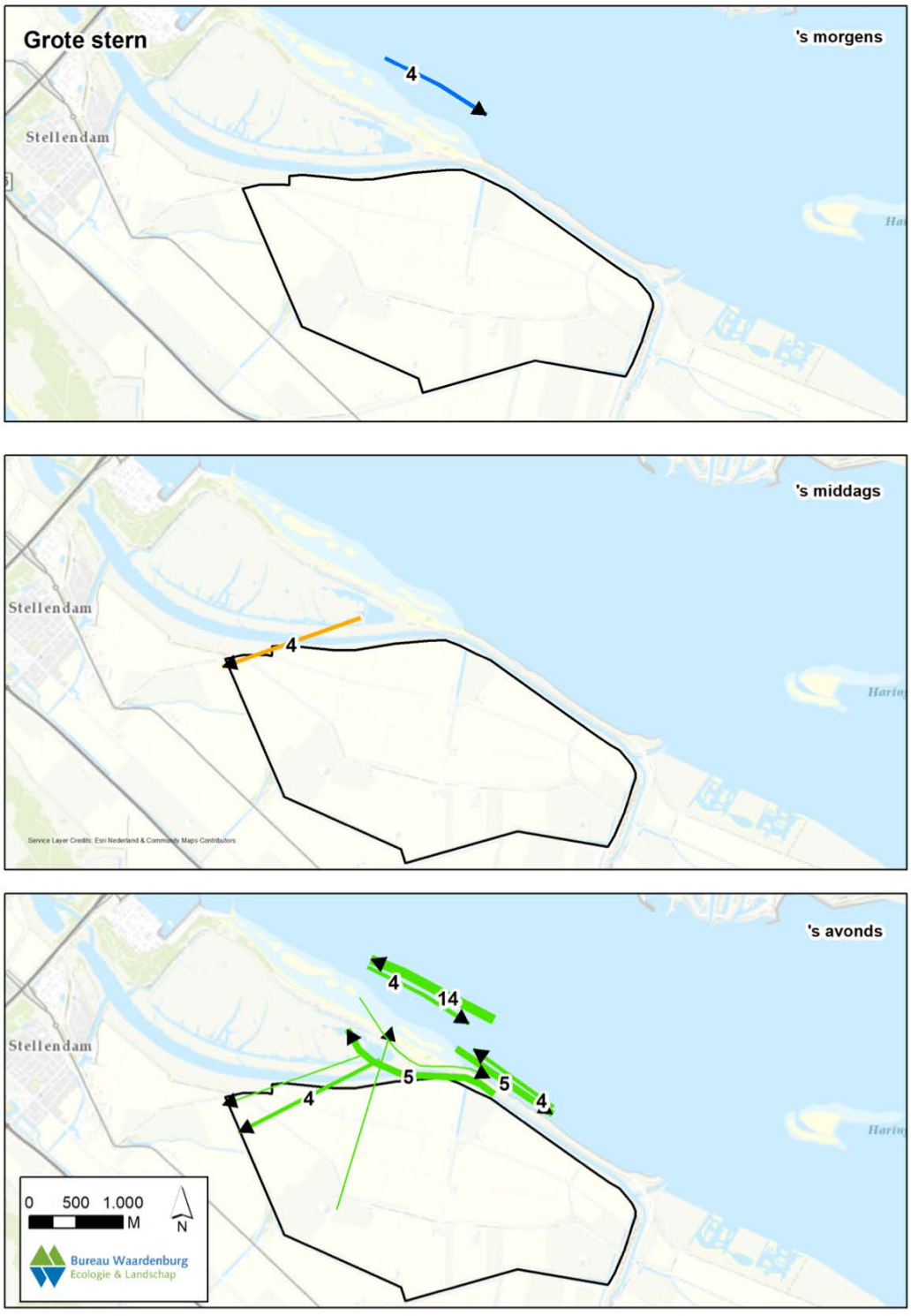
Figuur 5.2 *Verloop van het aantal vliegbewegingen van lepelaars, meeuwen en grote sterns gedurende verschillende waarneemperioden over de dag tussen 5 uur 's ochtends en 22 uur 's avonds over het plangebied (Smits et al. 2016).*



Figuur 5.3 Vliegbewegingen van lepelaars over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 5.4 Vliegbewegingen van zwartkopmeeuwen over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).



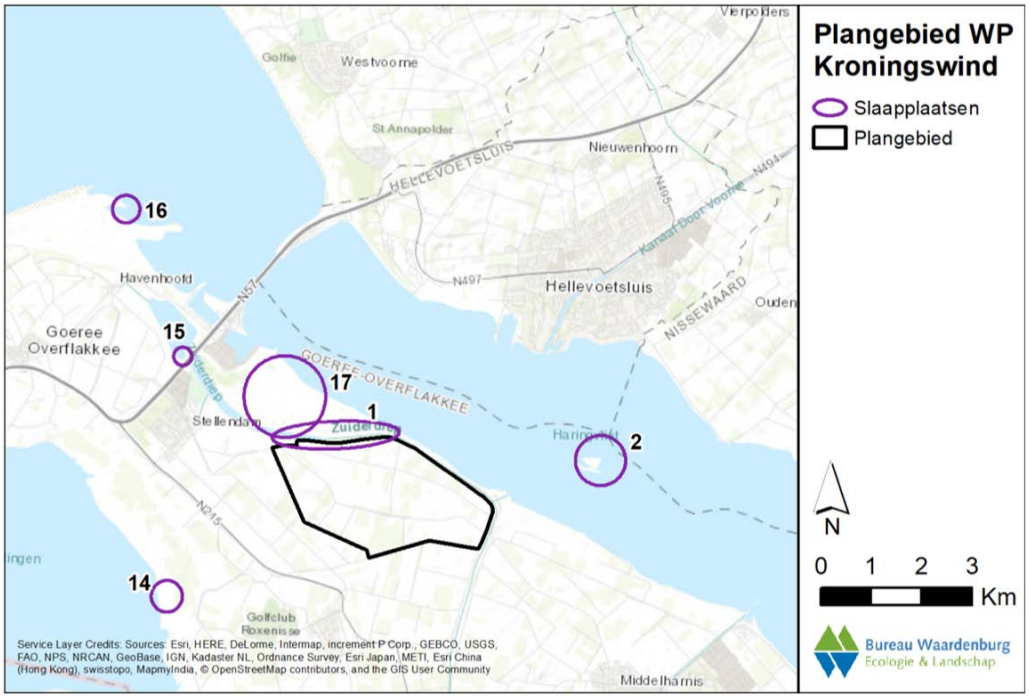
Figuur 5.5 Vliegbewegingen van grote sterns over het plangebied en omgeving in de periode mei-juli 2015 (Smits et al. 2016).

5.2 Niet-broedvogels

Zwanen en ganzen

Kleine zwaan, kolgans, grauwe gans, en brandgans

Het Zuiderdiep fungeert als slaapplaats voor zwanen en ganzen. Daarnaast slapen zwanen en ganzen op de Slijkplaat, Kwade Hoek, Slikken van Flakkee en mogelijk in 't Kiekgat (figuur 5.6). Op het Zuiderdiep slapen vooral grauwe ganzen en brandganzen. Kleine zwanen en kolganzen slapen vooral op de Slikken van Flakkee. Op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek slapen o.a. kleine zwanen en brandganzen. Uitwisseling tussen slaapplaatsen vindt plaats en hangt onder andere af van de gebruikte foerageergebieden. In het verleden werd bijvoorbeeld vastgesteld dat de brandganzen die overdag foerageren langs het Zuiderdiep op de Slijkplaat slapen (zie Poot *et al.* 1998).



Figuur 5.6 Slaapplaatsen van zwanen en ganzen in de ruime omgeving van het plangebied. 1. Zuiderdiep, 2. Slijkplaat, 14. Slikken van Flakkee, 15. Kiekgat Stellendam, 16. Kwade Hoek, 17. Scheelhoek (uitsnede van kaart in Smits et al. 2016).

In het plangebied en de omgeving daarvan verblijven voor Goeree-Overflakkee relatief grote aantallen grauwe ganzen en brandganzen (tabellen 5.5 en 5.6). Daarnaast verblijven kleine aantallen kolganzen in de omgeving van het plangebied. Onregelmatig komen hier ook andere soorten voor, zoals kleine zwanen. De ganzen foerageren zowel op oogstresten als gras. Daarnaast foerageren veel brandganzen op de grasgorzen langs het Haringvliet en het Zuiderdiep.

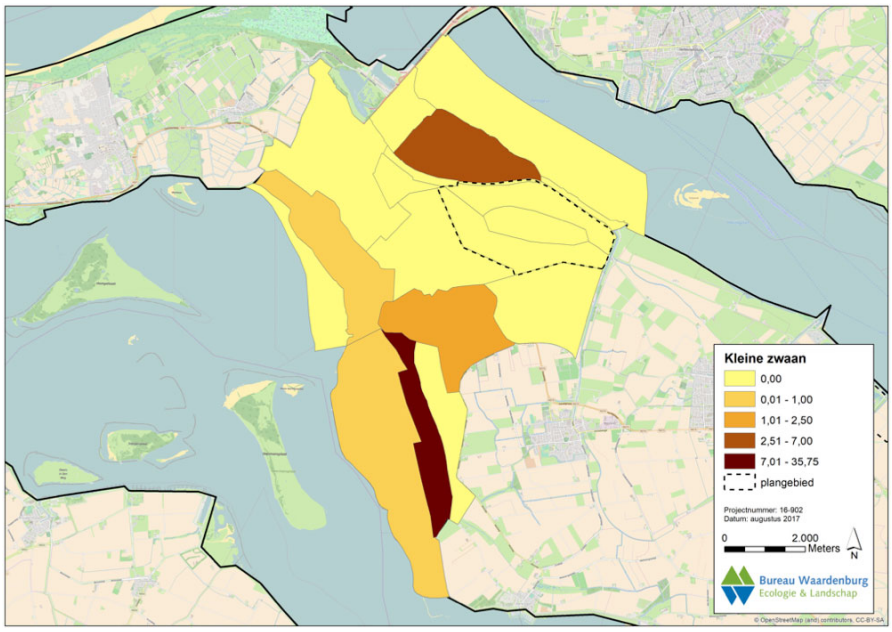
Tabel 5.5 Het gemiddeld seizoensmaximum seizoenen 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014) van een selectie van watervogels in en nabij het plangebied (gegevens Provincie Zuid-Holland), inclusief een schatting van de ordegrootte van de dagelijkse vliegbewegingen richting het plangebied ('enkele' reis; in berekeningen is hiervan het dubbele genomen) (update van Smits et al. 2016).

	omgeving van plangebied 2010-2016	**schatting ordegrootte vliegbewegingen**
kleine zwaan	1-10	3
kolgans	500-1.000	300
grauwe gans	1.000-2.000	750
brandgans	2.000-3.000	2.000
smient	300-500	50
wilde eend	300-500	150
goudplevier	300-500	150
kievit	1.000-2.000	500
wulp	10-50	10

Tabel 5.6 Selectie van resultaten veld- en radaronderzoek in winter 2014/15. Weergegeven zijn de aantallen vogels die van en naar slaapplaatsen vlogen en het aantal vogels dat eerder die dag ter plaatse was in en nabij Zuiderdieppolder. TP = ter plaatse, Vl = vliegend (selectie uit Smits et al. 2016).

	avond 6 jan		**avond 20 jan**		**ochtend 21 jan**	**avond 17 feb**		**ochtend 18 feb**
	TP	**Vl**	**TP**	**Vl**	**Vl**	**TP**	**Vl**	**Vl**
kolgans	30	0	60	35	0	-	300	189
grauwe gans	865	650	240	8	0	90	310	53
brandgans	5.140	970	4.330	1.300	3.000	1.040	3.186	2.849
brand/grauwe gans	-	200	-	-	-	-	-	-
kievit	-	-	-	400	-	-	-	-
smient	-	-	200	-	-	-	-	-

Kleine zwanen zijn tijdens het veldonderzoek in winter 2014/2015 niet vastgesteld, maar de omliggende gebieden en de buitendijkse eilanden voor de Plaat van Scheelhoek worden door kleine aantallen (ordegrootte tiental) gebruikt als slaapplaats (mond. med. dhr. G. Tanis, lokale vogelteller). In figuur 5.7 is de aanwezigheid van de kleine zwaan in en nabij het plangebied weergegeven. Hieruit is op te maken dat het aantal kleine zwanen in de omgeving laag is, met overdag gemiddeld slechts maximaal 7 kleine zwanen op de Scheelhoek en maximaal 3 kleine zwanen in een telvak net ten zuiden van het plangebied, terwijl in de andere telvakken in en nabij het plangebied in de afgelopen jaren geen kleine zwanen tijdens de maandelijkse tellingen zijn vastgesteld.

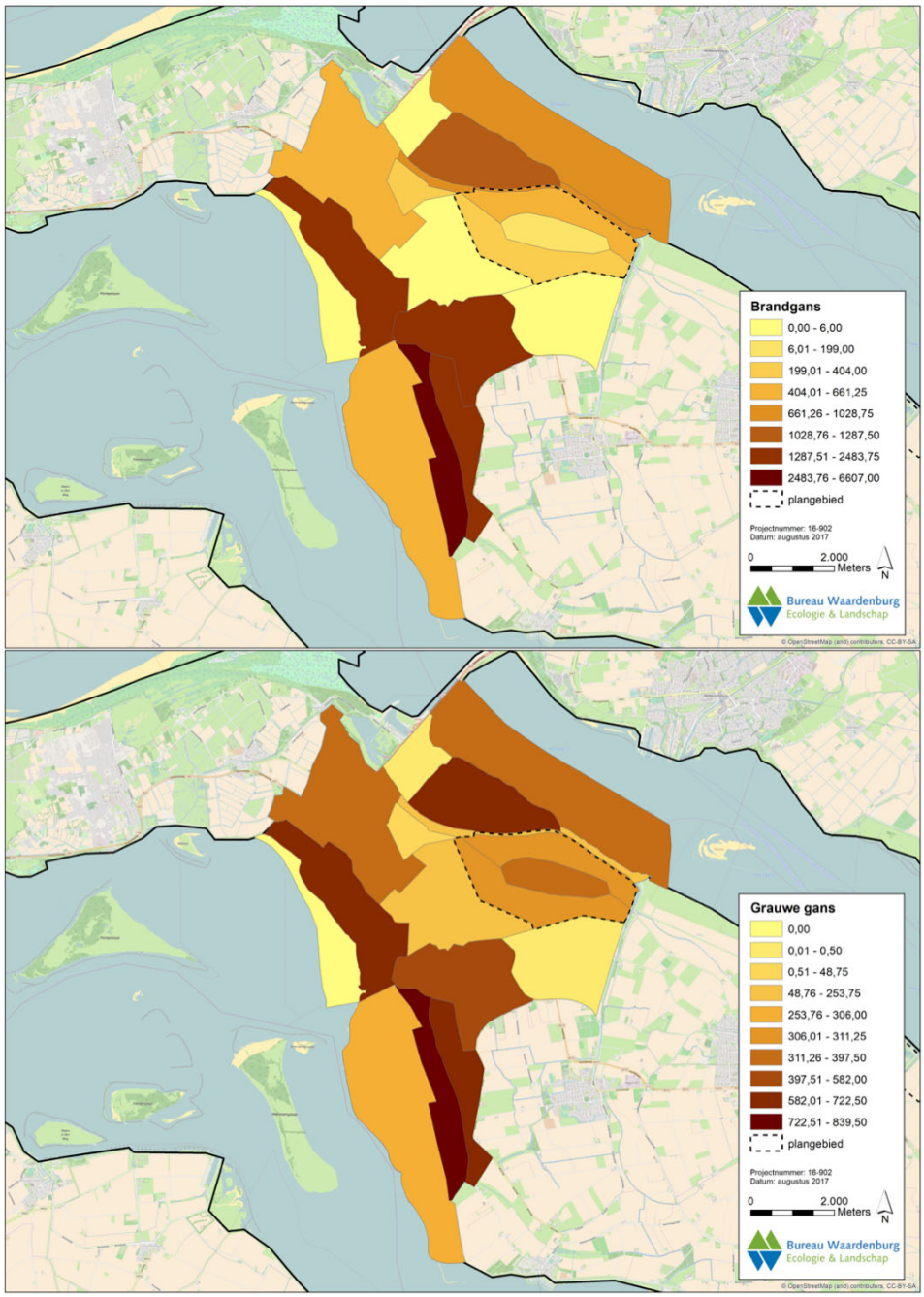


Figuur 5.7 Aanwezigheid van de kleine zwaan nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).

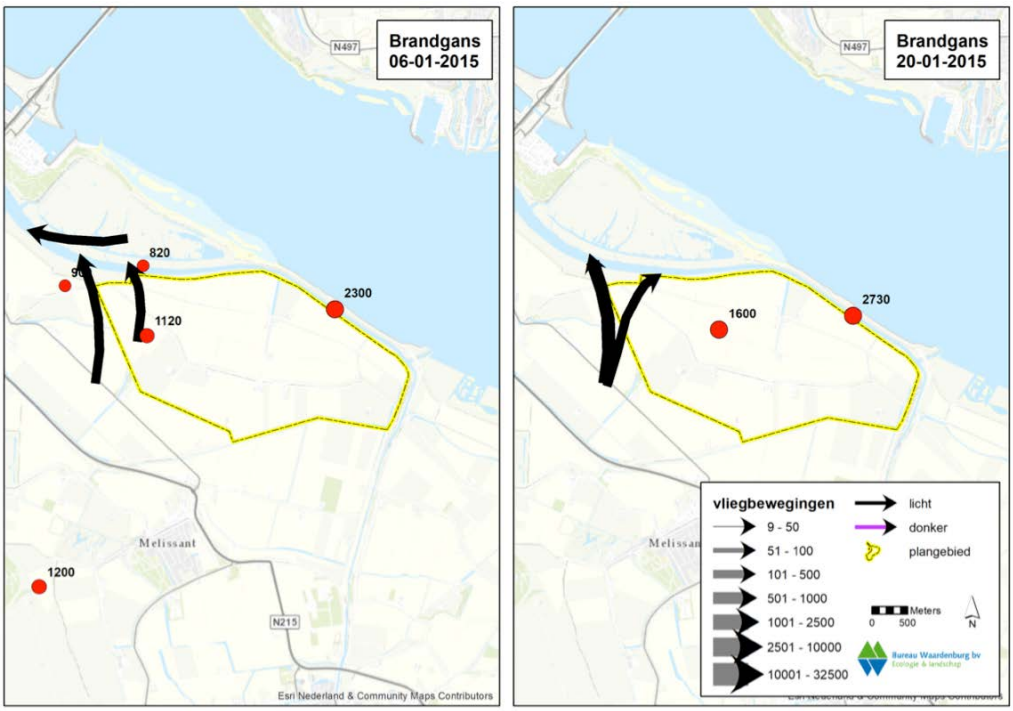
Brandganzen en **grauwe ganzen** verblijven met gemiddeld vele honderden tot enkele duizenden exemplaren in en rond het plangebied (figuur 5.8).

Radaronderzoek in januari-februari 2015 laat zien dat brandganzen en grauwe ganzen die in en nabij het plangebied foerageren, vooral op het Zuiderdiep slapen. In totaal vlogen toen over het plangebied dagelijks circa 1.500-3.000 brandganzen (figuren 5.9 en 5.10) en circa 600 grauwe ganzen (figuur 5.11). Een groot deel van deze vogels sliep op het Zuiderdiep. Brandganzen en grauwe ganzen komen in de avond voornamelijk uit zuidelijke en zuidoostelijke richting gevlogen om te gaan slapen in het Zuiderdiep. De exacte richting hangt samen met het foerageergebied van die dag. Veel ganzen die slapen op het Zuiderdiep, komen uit het Zuiderdieppolder zelf. Daarnaast komen vogels uit oostelijke en noordelijke richting op het Zuiderdiep slapen. Ook werd vastgesteld dat ganzen aan de noordzijde van de Plaat van Scheelhoek sliepen en voor de kust van de monding van het Zuiderdiep op het Haringvliet. In beide gevallen ging het vooral om brandganzen, waarbij waarschijnlijk circa 4.000 vogels bij de monding van het Zuiderdiep sliepen (figuur 5.9 en 5.10). In de ochtend vlogen de ganzen in breed front uit in zuidelijke richting.

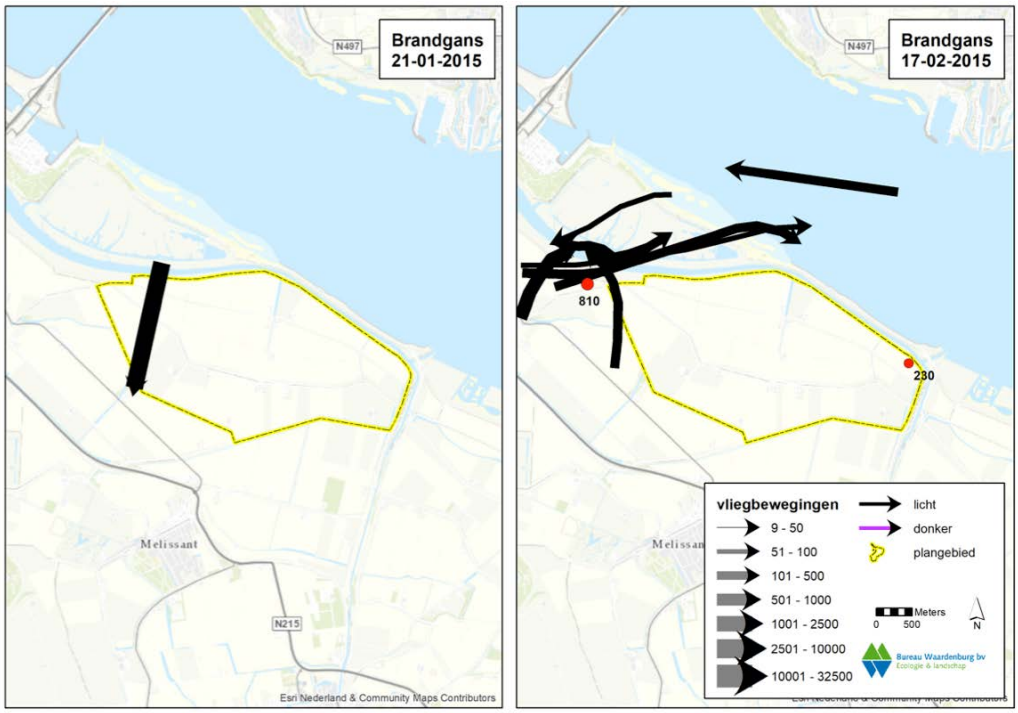
Vliegbewegingen van **kolganzen** (figuur 5.12) komen met enige regelmaat binnen het plangebied voor, maar het gaat om relatief kleine aantallen. Kolganzen overnachten niet of nauwelijks op het Zuiderdiep of op de buitendijkse eilanden van de Plaat van Scheelhoek. Ze overnachten elders op o.a. de Kwade Hoek en de Slikken van Flakkee of mogelijk aan de noordzijde van het Haringvliet. Het aantal dagelijkse vliegbewegingen voor kolgans is enkele honderden exemplaren (tabel 5.5).



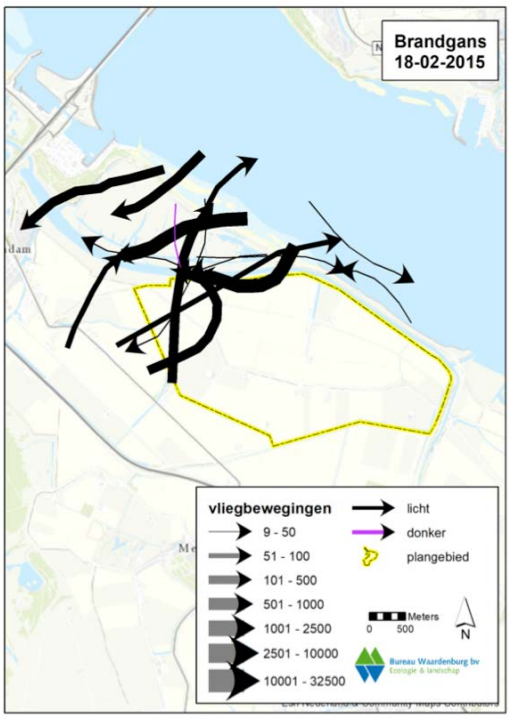
Figuur 5.8 Aanwezigheid van de brandgans en grauwe gans nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).



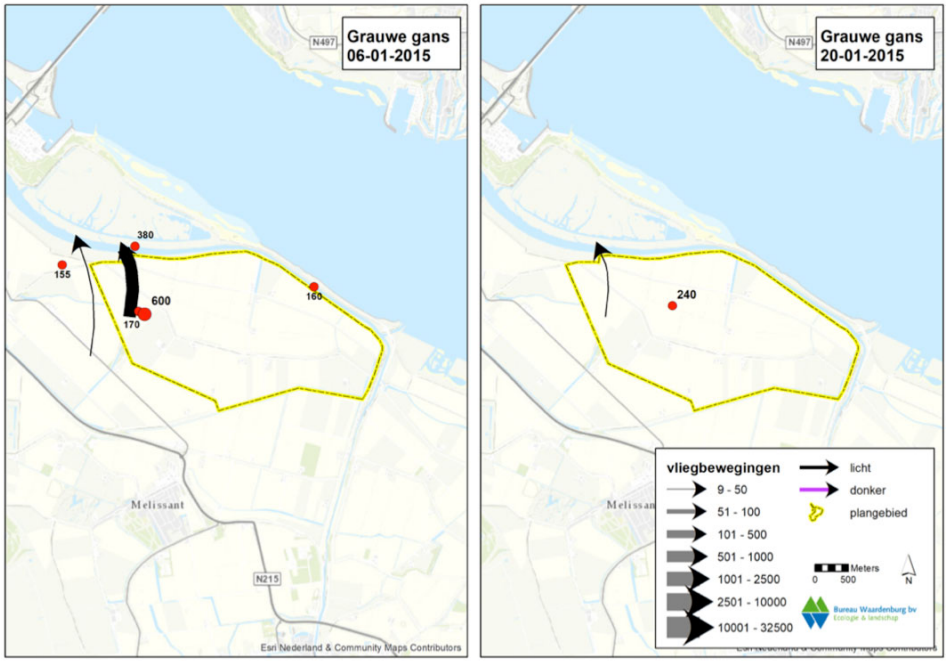
Figuur 5.9 Vliegbewegingen van brandganzen over en nabij het plangebied op 6 en 20 januari 2015 (beide avond) (Smits et al. 2016).



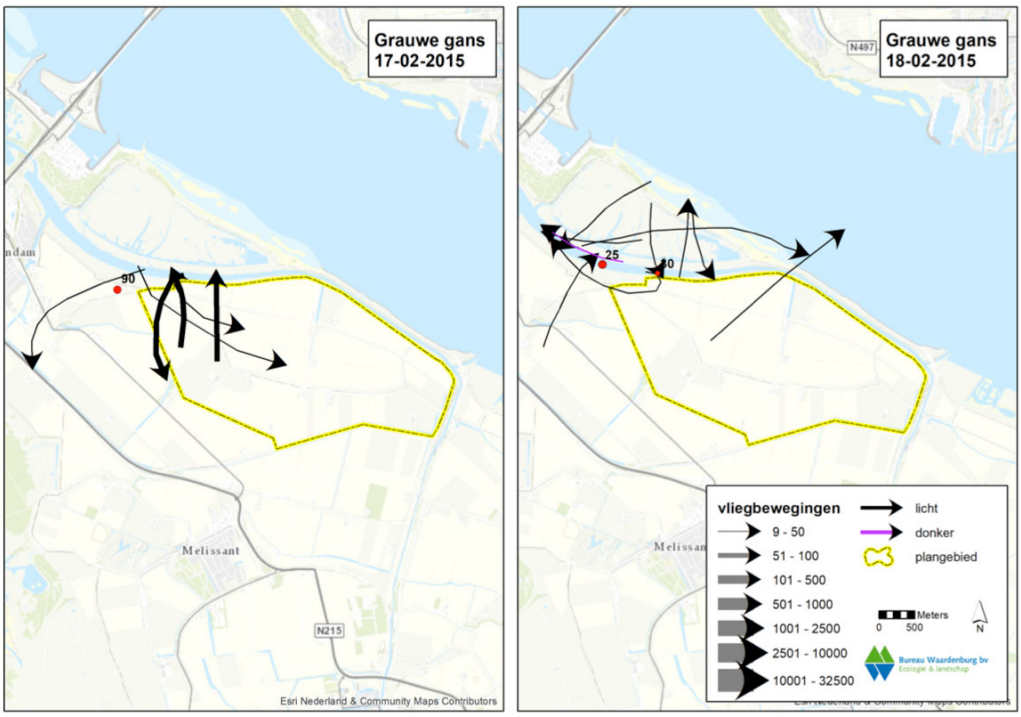
Figuur 5.10a Vliegbewegingen van brandganzen over en nabij het plangebied in de ochtend van 21 januari 2015 en avond van 17 februari 2015 (Smits et al. 2016).



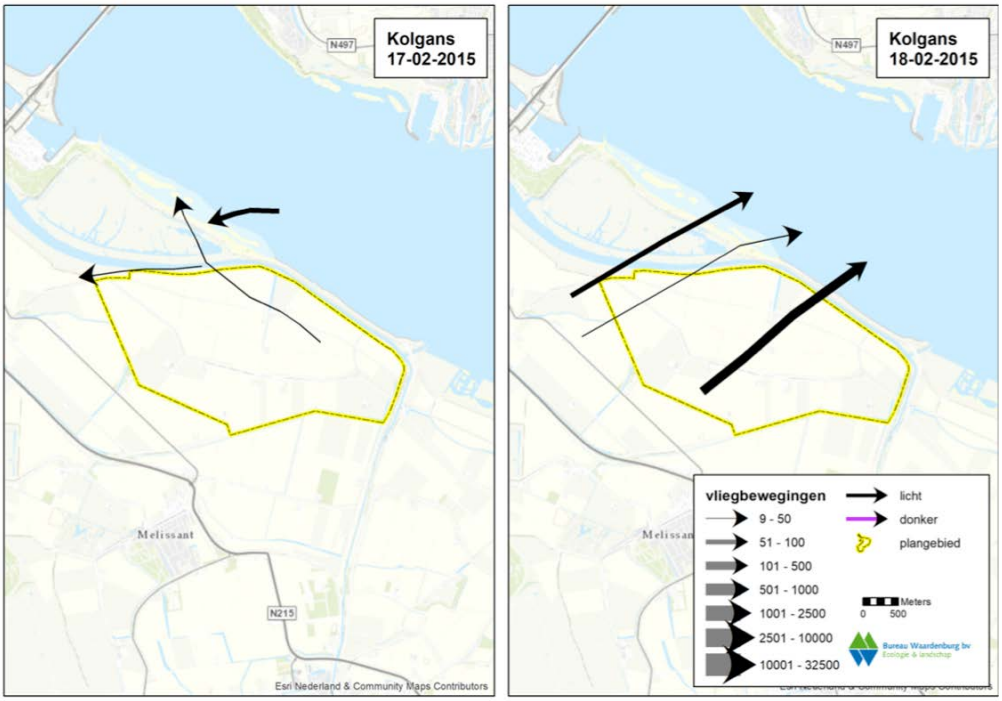
Figuur 5.10b Vliegbewegingen van brandganzen over en nabij het plangebied in de avond van 18 februari 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 5.11a Vliegbewegingen van grauwe ganzen over en nabij het plangebied op 6 en 20 januari 2015 (beiden avond) (Smits et al. 2016).



Figuur 5.11b Vliegbewegingen van grauwe ganzen over en nabij het plangebied op 17 (avond) en 18 (ochtend) februari 2015 (Smits et al. 2016).



Figuur 5.12 Vliegbewegingen van kolganzen in de avond van 17 februari 2015 en ochtend van 18 februari 2015 (Smits et al. 2016).

Smient en wilde eend

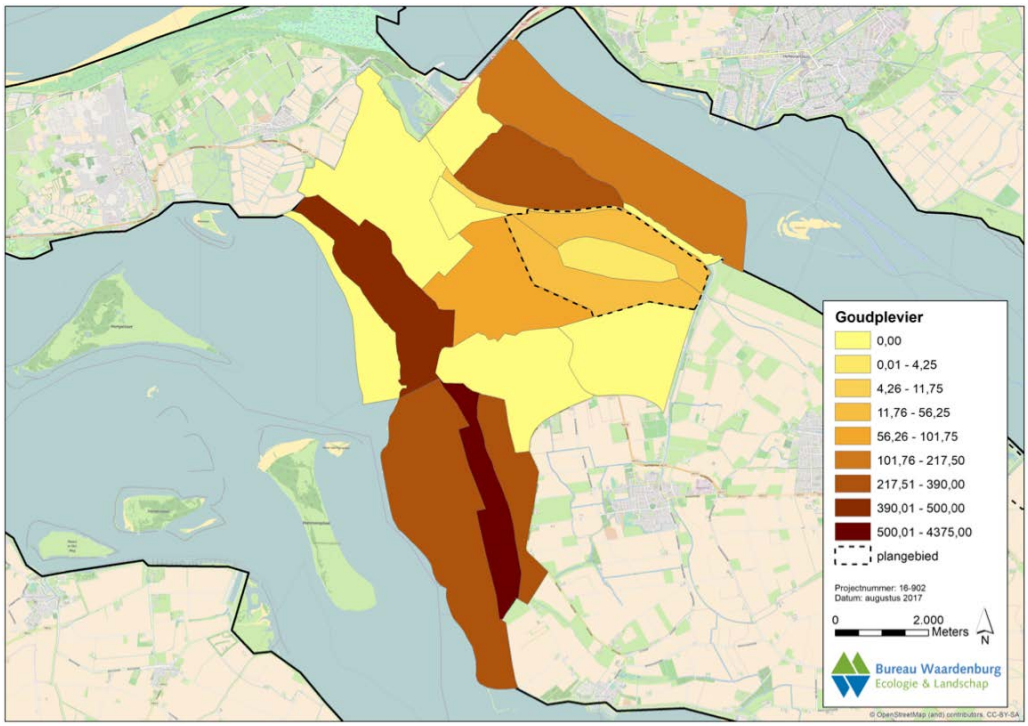
In het plangebied zelf en in de omliggende polders verblijven gemiddeld enkele tientallen wilde eenden en nauwelijks smienten. Grotere aantallen (enkele honderden exemplaren van beide soorten) verblijven overdag op het aangrenzende Zuiderdiep en op het Haringvliet (tabel 5.5). In de avond trekt een deel van deze eenden het binnendijkse agrarische gebied in om te gaan foerageren. Het veldonderzoek in januari-februari 2015 stelde vast dat het hier per avond gemiddeld om meer dan honderd wilde eenden en tientallen smienten gaat. Het merendeel van deze vogels passeerde hierbij het plangebied.

Goudplevier en kievit

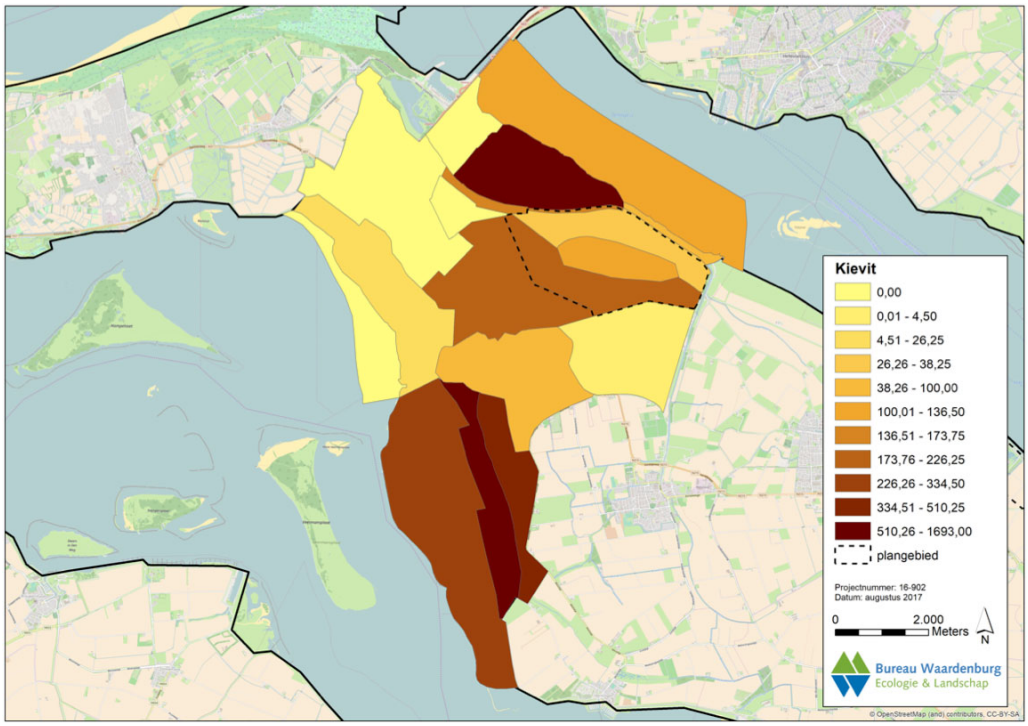
In en nabij het plangebied pleisteren en foerageren binnendijks regelmatig groepen van vele tientallen goudplevieren en enkele honderden kieviten (tabel 5.5, figuur 5.13 en 5.14). In het plangebied waren in januari-februari 2015 in totaal 400 kieviten aanwezig. Goudplevieren zijn toen niet vastgesteld. Buitendijks verblijven overdag regelmatig wat grotere aantallen van beide soorten op de Plaat van Scheelhoek en de vooroever. Beide soorten foerageren zowel overdag als ‘s nachts en verspreiden zich vooral ’s nachts over een ruimer gebied dan waar ze overdag verblijven. Vooral graslandpolders vormen favoriet foerageergebied. Er vanuit gaande dat dan ook uitwisseling plaatsvindt tussen binnendijkse en buitendijkse gebieden, zijn in het relevante seizoen over het plangebied dagelijks enkele honderden vliegbewegingen van beide soorten te verwachten (tabel 5.5).

Wulp

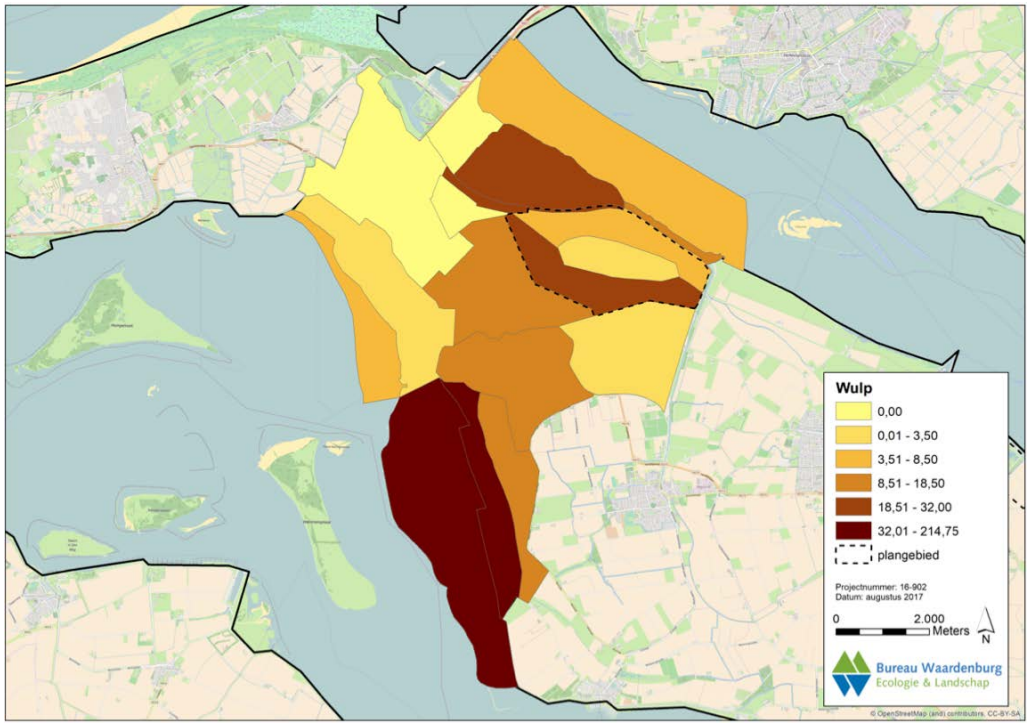
Tijdens voorjaarsveldwerk naar vliegbewegingen van kolonievogels is ook slaaptrek van wulpen vastgesteld. Het gaat om vogels die slapen op de vooroever van de Plaat van Scheelhoek. Vliegbewegingen van ruim 30 vogels zijn waargenomen waarvan het merendeel de dijk en het Zuiderdiep volgden. Enkele vogels vlogen over de westzijde van het plangebied. Figuur 5.15 geeft aan dat de telvakken aan de westkant van het plangebied meer bezocht worden dan de oostkant, wat wordt weerspiegeld in de waargenomen vliegroute naar de Plaat van Scheelhoek. Het dagelijks aantal vliegbewegingen van wulp over het plangebied bedraagt gemiddeld hooguit een tiental vogels per dag.



Figuur 5.13 Aanwezigheid van de goudplevier nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).



Figuur 5.14 Aanwezigheid van de kievit nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).



Figuur 5.15 Aanwezigheid van de wulp nabij het plangebied. Getallen weergegeven in de legenda zijn de gemiddelde seizoensmaxima van het betreffende telvak over de seizoenen van 2010/2011 t/m 2015/2016 (zonder seizoen 2013/2014).

6 Bepaling van effecten

6.1 Effecten op habitattypen

De geplande ingreep vindt plaats buiten de begrenzing van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats in deze Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind is op voorhand met zekerheid uit te sluiten (zie hoofdstuk 4 voor onderbouwing).

6.2 Effecten op soorten van Bijlage II van de habitatrichtlijn

Negatieve effecten van de aanleg van het windpark op de soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn in de aanleg- en gebruiksfase met zekerheid uit te sluiten. Voor deze soorten is met zekerheid geen sprake van verstoring (inclusief sterfte) of verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats van deze soorten (inclusief als gevolg van mogelijke stikstofdepositie) in deze Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van het windpark (zie hoofdstuk 4 voor onderbouwing).

6.3 Effecten op vogels in de aanlegfase

Tijdens de aanleg van het windpark zijn verschillende effecten op vogels mogelijk. Vogelaanvaringen zijn dan nog niet mogelijk, maar verstoring (als gevolg van geluid, beweging, trillingen) kan wel optreden. Er moeten ontsluitingswegen worden aangelegd of verbreed, er wordt geregeld heen en weer gereden met vrachtwagens en personenauto's, gewerkt met draglines en grote kranen, mogelijk worden funderingen voor de windturbines geheid, en in het veld wordt heen en weer gelopen door landmeters en bouwers. Zo kunnen bouwwerkzaamheden leiden tot de verstoring van vogels. Op beperkte schaal kunnen deze werkzaamheden ook (tijdelijk) habitatverlies opleveren voor vogels.

De verstorende invloed op rustende en foeragerende vogels die uitgaat van de hiervoor genoemde activiteiten moet minstens zo groot worden ingeschat als die van de aanwezigheid van de windturbines en bestrijkt een groter gebied (Pearce-Higgins *et al*. 2012). Daar staat tegenover dat het een tijdelijke verstoring betreft, die alleen optreedt in de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd.

Broedvogels
De geplande ingreep vindt plaats buiten de begrenzing van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Het plangebied (en directe omgeving) vormt geen of nauwelijks geschikt broed- of foerageerhabitat voor broedvogelsoorten waarvoor de in de ruime omgeving van het plangebied gelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Bovendien zijn effecten in de aanlegfase, als deze al optreden, tijdelijk van aard. In de omgeving van het plangebied is voldoende alternatief leefgebied beschikbaar. Er is geen sprake van maatgevende verstoring: vogels zullen (de directe omgeving van) het plangebied niet verlaten zodat in dit geval ook geen verslechtering van de kwaliteit van het leefgebied optreedt.
Negatieve effecten van de *aanleg* van het geplande windpark op broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn met zekerheid uit te sluiten.

Niet-broedvogels
In het plangebied worden 19 windturbines geplaatst. Ten opzichte van het beschikbare areaal agrarisch gebied in de ruime omgeving van het plangebied gaat het hier om een beperkte en tijdelijke verstoring van het totale areaal aan beschikbaar potentieel foerageergebied in de ruime omgeving. Ganzen en andere watervogels kunnen bij verstoring uitwijken naar andere delen nabij het plangebied (binnendijks polders en buitendijkse luwe gebieden) en zodoende alternatieve foerageer- en rustgebieden benutten. Vogels zullen het plangebied en de directe omgeving hooguit tijdelijk verlaten, zodat er geen sprake is van maatgevende verstoring. Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat negatieve effecten op rustende of foeragerende niet-broedvogels als gevolg van de tijdelijke verstoring tijdens de aanlegfase zijn uitgesloten.

6.4 Effecten op vogels in de gebruiksfase

6.4.1 Aanvaringsslachtoffers broedvogels

Het plangebied wordt niet of nauwelijks gebruikt door broedvogelsoorten waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen en die ook uit die gebieden afkomstig zijn (zie hoofdstuk 4 en 5). Op basis hiervan is uitgesloten dat het plangebied door meer dan een klein, zeer klein tot verwaarloosbaar deel van de betrokken populaties dagelijks gebruikt zal worden als vliegroute (lepelaar, visdief, dwergstern, kluut, bontbekplevier, strandplevier). Rekening houdend met de fluxen van betrokken broedvogelsoorten, de sowieso geringe aanvaringskans voor een individuele vogel (zie hoofdstuk 4 en bijlage 2) en vliegbewegingen die voor de genoemde soorten merendeels bij daglicht plaatsvinden (wanneer de windturbines goed zichtbaar zijn) en vaak beneden rotorhoogte, is uit te sluiten dat voor lepelaar, visdief, dwergstern, bontbekplevier, strandplevier en kluut sprake is van meer dan incidentele sterfte (<1 exemplaar per soort per jaar in het gehele windpark).

Vanuit broedplaatsen in het Haringvliet verschijnen zo nu en dan bruine kiekendieven in het plangebied, in het broedseizoen gaat het dagelijks om enkele tientallen (foerageer)vluchten door het plangebied. Kiekendieven worden, in tegenstelling tot sommige andere roofvogelsoorten, relatief weinig als aanvaringsslachtoffer van windturbines gevonden (Langgemach & Dürr 2017, Hötker *et al*. 2013). Kiekendieven vliegen, in tegenstelling tot veel andere roofvogelsoorten, maar een beperkt deel van

de tijd op ‘rotorhoogte’ (Oliver 2013, Whitfield & Madders 2006b) en vertonen een sterk uitwijkingsgedrag in de nabijheid van windturbines (o.a. Whitfield & Madders 2006a). Dit zorgt er voor dat kiekendieven een relatief lage aanvaringskans hebben. Er is wel sprake van een verhoogd aanvaringsrisico in de nabijheid (tot circa 300 m) van de nestlocatie als gevolg van vliegbewegingen op grotere hoogte, o.a. tijdens baltsvluchten, prooioverdracht, territoriale conflicten en verjagen van predatoren (Langgemach & Dürr 2017). Gezien de schaarse broedgevallen binnen of nabij het windpark (zie hoofdstuk 5), zullen aanvaringen van bruine kiekendief met een van de geplande windturbines van Windpark Kroningswind hooguit incidenteel (<1 exemplaar op jaarbasis in het gehele windpark) plaatsvinden. Negatieve effecten op de populatieomvang zijn uitgesloten.

Een berekening van het aantal slachtoffers onder grote stern en zwartkopmeeuw op basis van het Flux-Collision-Model (versie maart 2016, bijlage 3) komt op incidentele sterfte (<1 exemplaar per soort per jaar in het gehele windpark) voor beide soorten per jaar in het gehele windpark (zie hoofdstuk 3 voor aannamen in het model).

6.4.2 Aanvaringsslachtoffers niet-broedvogels

Voor niet-broedvogelsoorten waarvoor het Haringvliet en/of Grevelingen als Natura 2000-gebied zijn aangewezen en die tevens een relatie hebben met het plangebied (hoofdstuk 4), zou een toename van de sterfte als gevolg van realisatie van Windpark Kroningswind een verstorend effect kunnen hebben op de grootte van de populaties in deze Natura 2000-gebieden. Om die reden is voor de Natura 2000-soorten een soortspecifieke berekening gemaakt van het aantal aanvaringsslachtoffers (tabel 6.1). Het gaat hierbij om de niet-broedvogelsoorten kleine zwaan, brandgans, kolgans, grauwe gans, smient, wilde eend, goudplevier, kievit en wulp (zie ook hoofdstuk 4). De berekeningen hiervoor zijn conform de door Bureau Waardenburg ontwikkelde methodiek uitgevoerd (zie bijlage 3, Flux-Collision Model). Een overzicht van de gehanteerde getallen en aannames is opgenomen in hoofdstuk 3.

Tabel 6.1 Berekend aantal aanvaringsslachtoffers bij de geplande windturbines in Windpark Kroningswind voor een aantal niet-broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen (zie hoofdstuk 4 voor selectie). Berekeningen zijn uitgevoerd met het Flux-Collision model (zie bijlage 3 en hoofdstuk 3 voor toelichting).

soort	**berekend aantal slachtoffers**
kleine zwaan	<1
brandgans	2-3
kolgans	<1
grauwe gans	<1
smient	4-5
wilde eend	8-9
goudplevier	2-3
kievit	9-10
wulp	<1

6.4.3 Verstoring broedvogels

Uit onderzoek is gebleken dat windturbines in het algemeen slechts in beperkte mate een verstorende invloed hebben op vogels die broeden (bijlage 2). Bij veel soorten zijn in het geheel geen verstorende effecten in de broedperiode aangetoond, en waar dat het geval is zijn de effectafstanden geringer dan die buiten de broedperiode. Doordat vogels doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner. Verstoring van kwalificerende broedvogelsoorten is, vanwege de geringe verstoringsafstanden van windturbines (veelal 50 m of minder, maximaal 200 m, zie bijlage 2), niet aan de orde. De (zeer) beperkte verstoringseffecten in de gebruiksfase van het windpark zullen de gunstige stand van instandhouding van landelijk algemene(re) broedvogelsoorten niet beïnvloeden.

In en nabij het plangebied foerageren bruine kiekendieven die gebonden zijn aan Natura 2000-gebied Haringvliet. Daarnaast broedt minimaal één paar bruine kiekendieven nabij het plangebied. Kiekendieven zijn weinig verstoringsgevoelig voor windturbines. In verschillende studies waarin de effecten van windturbines op broedende kiekendieven zijn onderzocht, zijn geen statistisch aantoonbare effecten gevonden van windturbines op het aantal nesten, nestplaatskeuze en/of foerageeractiveit en -areaal (Whitfield & Madders 2006, Hernandez-Pliego *et al*. 2013, Hötker *et al*. 2013, Robinson *et al*. 2013). Ook in de Wieringermeer, een bolwerk van de bruine kiekendief in Nederland, broedt de soort regelmatig vlakbij windturbines (Hartman *et al*. 2013). Gezien de eerder aangehaalde onderzoeken en de afstand van enkele honderden meters tussen de windturbines is verstoring van de bruine kiekendief door Windpark Kroningswind uitgesloten.

6.4.4 Verstoring niet-broedvogels

In hoofdstuk 4 is reeds bepaald dat een beperkt aantal niet-broedvogelsoorten een effect van verstoring kan ondervinden, namelijk soorten met een binding met plangebied vanwege de foerageerfunctie (ganzen, wilde eend, smient en steltlopers) en soorten waarvoor het buitendijkse gebied een rust- of slaapplaatsfunctie heeft (o.a. lepelaar, kleine zwaan, ganzen en eenden).

Lepelaar
Als gevolg van windturbines kunnen verstorende effecten op lepelaars optreden binnen een afstand van 250 m. Hoewel de lepelaar voorkomt op de Plaat van Scheelhoek, staat het niet bekend als een bekende rust- en/of slaapplaats voor de lepelaar. Deze soort bevindt zich meer verspreid over het Natura 2000-gebied zodat deze soort voldoende alternatieve locaties heeft om te rusten of slapen binnen het Natura 2000-gebied Haringvliet. Bovendien reikt de verstoringscontour van 250 m niet of nauwelijks tot op de Plaat van Scheelhoek, zodat met zekerheid in het VKA geen sprake is van verstoringseffecten op de lepelaar.

Kleine zwaan en ganzen
De kleine zwaan komt overdag zeer weinig voor in de binnendijkse en buitendijkse gebieden in en nabij het plangebied, zodat in het VKA verstoring van foerageergebied te verwaarlozen is.

De grauwe gans, brandgans en (veel mindere mate) kolgans zijn regelmatig in grotere aantallen aanwezig in zowel de binnendijkse als buitendijkse gebieden in en nabij het plangebied, zodat verstoring van binnendijks foerageergebied of buitendijkse slaapplaatsen niet op voorhand kan worden uitgesloten. In het verstoorde gebied kan 80% van de ganzen verstoord worden bij aanwezigheid van de geplande windturbines. De ganzen waarvoor het leefgebied nabij de geplande windturbines minder geschikt wordt kunnen echter elders buiten het plangebied en in de directe omgeving voldoende geschikt foerageerhabitat vinden omdat alternatieve foerageergebieden binnen een actieradius van 30 kilometer in de nabije omgeving van het plangebied ruim voorhanden zijn. Op basis van de veldonderzoeken en gegevens van de provincie blijkt dat genoemde ganzensoorten op het westelijk deel van Goeree-Overflakkee een groot gebied gebruiken als foerageergebied (zie hoofdstuk 5). De ganzen waarvoor het leefgebied nabij de geplande windturbines minder geschikt wordt kunnen elders buiten het plangebied en in de directe omgeving voldoende geschikt foerageerhabitat vinden. Op grond van deze bevindingen wordt uitgesloten dat de geplande turbines een blijvend verstorend effect zullen hebben op de populaties van genoemde ganzensoorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. De maatgevende verstoring is nul.

Specifiek voor de ganzenslaapplaats van het Zuiderdiep geldt dat deze benut wordt door de grauwe gans en brandgans. Onder meer kleine zwanen en kolganzen slapen vooral op de Slikken van Flakkee. Kleine zwanen (met ook veel brandganzen) slapen daarnaast in kleinere aantallen ook op de buitendijkse eilanden van de Plaat van

Scheelhoek. Voor zowel kolgans als kleine zwaan geldt dus dat deze slapen buiten de verstorende invloedsfeer van windturbines (die immers 400 meter bedraagt). Voor zowel kolgans als kleine zwaan is in het VKA een effect van verstoring van slaapplaatsen uitgesloten.

Op het Zuiderdiep slapen in de winter regelmatig meer dan duizend grauwe ganzen en brandganzen. In het VKA kunnen de twee meest westelijke windturbines aan de zuidrand van Blok de Wit een deel van de slaapplaats op het Zuiderdiep verstoren. Omdat minimaal de helft van het Zuiderdiep buiten de verstoringsinvloed ligt, is het deskundigenoordeel dat na realisatie van het windpark slechts een deel van de ganzen deze slaapplaats zal mijden. Dat deel van de ganzen zal na realisatie van de windturbines elders in het Natura 2000-gebied gaan slapen. Dat kan binnen de Plaat van Scheelhoek, maar ook elders binnen het Natura 2000-gebied. Het is uit te sluiten dat de ganzen het Natura 2000-gebied definitief verlaten. De maatgevende verstoring is nul.

Wilde eend en smient

Als gevolg van windturbines kunnen verstorende effecten op wilde eend en smient optreden binnen een afstand van 150 m. Binnen deze verstoringscontour van de geplande turbines van het VKA van Windpark Kroningswind valt nauwelijks open water van het Haringvliet, zodat verstoringseffecten voor rustende eenden verwaarloosbaar zijn. Wilde eenden en smienten foerageren met name ’s nachts op oogstresten op akkers en/of op gras. Door de plaatsing van de turbines wordt een deel van de binnen- en buitendijkse foerageergebieden minder aantrekkelijk voor wilde eenden en smienten. Aangezien beide eendensoorten een actieradius (afstand tussen rust- en foerageergebied) tot ca. 10 kilometer hebben (van der Vliet *et al*. 2011) betreft het verstoorde gebied slechts een fractie (<1%) van het totaal beschikbare areaal foerageergebied in het plangebied en de omgeving. Voor wilde eenden en smienten die verstoord worden, is in de directe omgeving voldoende alternatief foerageergebied aanwezig in de vorm van agrarisch gebied. De maatgevende verstoring is nul.

Goudplevier, kievit en wulp

Het plangebied wordt vooral benut door goudplevier, kievit en wulp als foerageergebied en/of dagrustplaats. Voor kievit en goudplevier geldt dat windturbines tot op ruim 150 m en voor wulp tot ruim 400 m afstand een verstorende werking kunnen hebben op niet-broedende exemplaren (tabel 3.2). In theorie betekent dit dat delen van het binnendijkse foerageer- en rustgebied nabij de windturbines door steltlopers kan worden gemeden, de buitendijkse gebieden liggen buiten de verstoringscontour.

Goudplevier en kievit foerageren met name ’s nachts op akkers en/of gras, terwijl wulpen dit vooral overdag doen. Aangezien de genoemde steltlopersoorten een maximale actieradius van tussen ca. 10 en 15 kilometer hebben (van der Vliet *et al*. 2011) kunnen zij in de nabijheid van het plangebied ook andere geschikte foerageer- en rustgebieden bereiken en is dit ook voorhanden. De maatgevende verstoring is nul.

6.4.5 Barrièrewerking

In algemene zin is er sprake van een effectieve barrière als vogels door een windpark hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken of dergelijke gebieden in belangrijke mate minder functioneel worden. Voor Windpark Kroningswind geldt dat noord-zuid verplaatsingen en west-oost verplaatsingen van watervogels zowel om het windpark als tussen de windturbines door kunnen plaatsvinden. Bij dergelijke relatief korte lijnstopstellingen (maximaal 4 km lengte) bestaan voldoende mogelijkheden voor vogels om voor het windpark uit te wijken of tussen de turbines door te vliegen (tussenruimte 400 m of meer). Dit laatste is regelmatig waargenomen in windparken met kleinere tussenruimtes tussen de windturbines dan in Windpark Kroningswind (o.a. Fijn *et al.* 2007 en Verbeek *et al.* 2012 ten aanzien van ganzen en kleine zwaan en Prinsen *et al.* 2013 ten aanzien van lepelaar en meeuwen). De foerageervluchten van lepelaar, ganzen eenden en meeuwen zijn bovendien vele kilometers lang en de extra inspanning voor het eventuele omvliegen vallen in het niet bij de energetische kosten van de normale dagelijkse foerageer- en slaapvluchten. Er is in Windpark Kroningswind geen sprake van barrièrewerking waarin foerageergebieden of slaapplaatsen onbereikbaar worden. Hooguit is sprake van enige hinder (vogels die omvliegen).

7 Beoordeling van effecten

In dit hoofdstuk wordt besproken of, in het kader van de Wnb (onderdeel gebiedenbescherming), door Windpark Kroningswind significant negatieve effecten kunnen optreden op Natura 2000-gebieden. In §3.1 is het begrip significantie al nader toegelicht.

In hoofdstuk 4 is beargumenteerd welke broed- en niet-broedvogelsoorten uit de nabijgelegen Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen, Voornes Duin, Voordelta, Duinen Goeree & Kwade Hoek een binding hebben met het plangebied of het plangebied regelmatig passeren. De effecten (verstoring en/of verslechtering) op deze vogelsoorten zijn beschreven in hoofdstuk 6 en worden hieronder in het kader van de Wnb beoordeeld. De overige soorten of habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden in de ruime omgeving van het plangebied zijn opgesteld hebben geen relatie met het plangebied en ondervinden in geen geval effecten (verstoring en/of verslechtering) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind (zie hoofdstuk 4).

In §7.1 t/m §7.6 worden de effecten van Windpark Kroningswind in eerste instantie op zichzelf beoordeeld en vervolgens ook in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten beoordeeld.

7.1 Beoordeling van effecten op habitattypen

Er vinden geen werkzaamheden plaats binnen de grenzen van een Natura 2000-gebied en er is geen sprake van relevante emissie van schadelijke stoffen naar lucht, water en/of bodem of van verandering in grond- en oppervlaktewateren. Verslechtering van de kwaliteit van natuurlijke habitats in nabijgelegen Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind is met zekerheid uitgesloten.

7.2 Beoordeling van effecten op soorten van Habitatrichtlijn

De nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn. Geen van deze soorten heeft binding met het plangebied (zie hoofdstuk 4). Er bestaat voor deze soorten geen relatie met het plangebied en verslechtering van de kwaliteit van het natuurlijke habitat van deze soorten in deze Natura 2000-gebieden als gevolg van de bouw en het gebruik van het windpark zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

7.3 Beoordeling van effecten op broedvogels

Van de broedvogelsoorten waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, hebben alleen de lepelaar, bruine kiekendief, zwartkopmeeuw, grote stern en visdief een binding met het plangebied (hoofdstuk 4). Een relatief kleine fractie van de populaties van deze soorten in Natura 2000-gebieden Haringvliet, Grevelingen en of Voornes Duin foerageert in het plangebied en omgeving of passeert dit tijdens dagelijkse foerageervluchten vanuit de kolonies (hoofdstuk 5). In hoofdstuk 6 is onderbouwd dat additionele sterfte onder voornoemde soorten incidenten betreft. Significante effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor broedvogelsoorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Verstoringseffecten zijn voor geen van voornoemde broedvogelsoorten aan de orde vanwege de grote afstand tussen broedkolonies en het windpark. Er is geen sprake van maatgevende verstoring: vogels zullen (de directe omgeving van) het plangebied niet verlaten zodat in dit geval ook geen verslechtering van de kwaliteit van het leefgebied optreedt. Significant verstorende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Kroningswind op de broedpopulaties van aanwijssoorten in nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

7.4 Beoordeling van effecten op niet-broedvogels

Van de niet-broedvogelsoorten waarvoor de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen, hebben alleen kleine zwaan, kolgans, grauwe gans, brandgans, smient, wilde eend, goudplevier, kievit en wulp mogelijk een binding met het plangebied of passeren het plangebied met enige regelmaat (hoofdstuk 4 en 5). Significant verstorende effecten (inclusief sterfte) van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van niet-broedvogels van de overige Natura 2000-gebieden in de omgeving en van de overige soorten niet-broedvogels van Natura 2000-gebied Haringvliet en Grevelingen zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft in het kader van de Wnb in theorie mogelijk een effect op de populaties van de voornoemde 9 soorten. Voor het Haringvliet en de Grevelingen geldt voor deze soorten een behoudsdoelstelling (behoud van omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor in het aanwijzingsbesluit genoemde populaties).

Aanlegfase

In de aanlegfase is maatgevende verstoring (effect op draagkracht van het gebied) uitgesloten. In de aanlegfase zullen de verstorende effecten voor deze soorten slechts tijdelijk van aard en beperkt van omvang zijn en is er in de (ruime) omgeving van plangebied voldoende alternatief foerageergebied beschikbaar waar de tijdelijk verstoorde vogels gebruik van kunnen maken. Significant verstorende effecten van de

aanleg van Windpark Kroningswind op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van genoemde soorten in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Gebruiksfase
In §6.4.2 is voor de gebruiksfase een overzicht gepresenteerd van de berekende aantallen **aanvaringsslachtoffers** van de Natura 2000-soorten die een binding hebben met het plangebied van Windpark Kroningswind of het plangebied regelmatig passeren.

Voor kleine zwaan, kolgans, grauwe gans en wulp geldt dat het berekende aantal aanvaringsslachtoffers met zekerheid (ruim) minder dan één slachtoffer per jaar in het gehele windpark betreft. Dit is te beschouwen als incidentele sterfte.

Voor brandgans, smient, wilde eend, goudplevier en kievit worden, afhankelijk van de soort, op jaarbasis enkele of meerdere, maar hooguit een tiental slachtoffers op jaarbasis berekend (tabel 6.1 en 7.1). Dit aantal aanvaringsslachtoffers ligt voor elke soort onder de 1%-mortaliteitsnorm van de betrokken populaties in de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen (tabel 7.1). De additionele sterfte is derhalve te beschouwen als 'een verwaarloosbaar kleine kans op sterfte als gevolg van het project'[5]. Hierbij is nadrukkelijk meegenomen dat in onderhavige situatie het aantal slachtoffers per soort niet in zijn geheel aan een enkel Natura 2000-gebied is toe schrijven (uitzondering kievit waarvoor alleen het Haringvliet is aangewezen). Voor goudplevier zal bijvoorbeeld een (onbekend) deel van de vogels in het plangebied binding vertonen met het Haringvliet en het andere deel met de Grevelingen. Het totale aantal slachtoffers dient derhalve over beide Natura 2000-gebieden te worden verdeeld[6]. Voor zowel goudplevier als kievit geldt tenslotte dat de vogels, die overdag buiten deze Natura 2000-gebieden in binnendijkse agrarische gebieden verblijven, voor een onbekend deel geen binding heeft met deze Natura 2000-gebieden. Ook dit leidt voor beide soorten tot een geringere in het kader van de Wnb-gebiedenbescherming te toetsen additionele sterfte.
Significant verstorende effecten (inclusief sterfte) van het gebruik van Windpark Kroningswind op de populaties niet-broedvogels waarvoor doelen zijn opgesteld voor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

[5] Zie uitspraak van ABRS van 8 februari 2012 in zaaknr. 201100875/1/R2.
[6] Omdat niet bekend is hoe deze verdeling het beste kan plaatsvinden, kan als oplossing worden getoetst aan de gecombineerde populaties in beide Natura 2000-gebieden waarbij onderkend wordt dat gedurende het seizoen uitwisseling tussen beide populaties plaats kan vinden.

Tabel 7.1 Berekend aantal aanvaringsslachtoffers bij de geplande windturbines in Windpark Kroningswind voor een aantal niet-broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen (zie hoofdstuk 4 voor selectie). Berekeningen zijn uitgevoerd met het Flux-Collision model (zie bijlage 3 en hoofdstuk 3 voor toelichting). Voor iedere soort is de 1%-mortaliteits-norm gegeven van de huidige populatie in beide Natura 2000-gebieden.

soort	ordegrootte	Haringvliet		Grevelingen	
	slachtoffers	1%-norm	populatie	1%-norm	populatie
brandgans**	2 - 3	25	27.326	16	23.254
smient*	4 - 5	78	16.599	44	9.342
wilde eend*	8 - 9	33	8.853	21	5.619
goudplevier*	2 - 3	3	929	11	3.654
kievit*	9 - 10	17	5.803	nvt	nvt

* Maximaal maandgemiddelde in het Haringvliet voor de periode 2011/12 - 2015/16 (Sovon.nl)
** Gemiddeld seizoensmaximum slaapplaatsfunctie voor periode 2011/12 - 2015/16 (Sovon.nl)

Door **verstoring** in de gebruiksfase van het windpark kan een afname plaatsvinden van de **foerageermogelijkheden** voor ganzen, zwanen, enkele eenden- en steltlopersoorten (zie hoofdstuk 6). Windturbines kunnen tot op ruim 400 m afstand een verstorende werking hebben op niet-broedvogels (zie hoofdstuk 3 voor de gehanteerde soortspecifieke verstoringsafstanden). In theorie betekent dit dat delen van in potentie geschikt foerageergebied nabij de windturbines door vogels minder worden gebruikt of deels zal worden gemeden. In de praktijk zal een deel van het plangebied minder worden gebruikt. Daarnaast zijn in de ruime omgeving alternatieve binnendijkse foerageergebieden op grote schaal voorhanden (bijvoorbeeld agrarische gebieden op Goeree-Oostflakkee die nu ook al door de voornoemde soortgroepen worden benut, maar ook andere binnendijkse gebieden binnen de actieradius van bijvoorbeeld 30 km voor ganzen en minimaal 10 km voor zwanen, smient, wilde eend, goudplevier en kievit op Voorne-Putten en in de Hoekse Waard aan de noordkant van het Haringvliet). De maatgevende verstoring is nul. Significant verstorende effecten van het gebruik van Windpark Kroningswind op de populaties niet-broedvogels waarvoor doelen zijn opgesteld voor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn ten aanzien van de foerageerfunctie en binnendijkse rustgebieden met zekerheid uit te sluiten.

Specifiek voor de ganzenslaapplaats van het Zuiderdiep geldt dat deze benut wordt door de grauwe gans en brandgans (zie hoofdstuk 5 en 6). Voor andere soorten niet-broedvogels waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen (bijvoorbeeld kolgans en kleine zwaan), zijn effecten van **verstoring van slaapplaatsen** uitgesloten (hoofdstuk 6). In hoofdstuk 6 is voor het VKA de potentiele verstoring van de ganzenslaapplaats op het Zuiderdiep kwalitatief bepaald. Dit zal niet resulteren in een afname van het totaal aantal grauwe ganzen of brandganzen in het Haringvliet. Het gebruik van slaapplaatsen kan overigens van jaar tot jaar sterk variëren, o.a. als gevolg van afstand tussen de slaapplaats en op dat moment geschikte foerageergebieden, (andere) verstoringsbronnen (bijvoorbeeld recreatie, jacht, predatiedruk door bijvoorbeeld zeearend) en beschikbaarheid van alternatieven. Specifiek voor grauwe gans geldt dat de huidige aantallen in het Haringvliet ruim boven de aantallen genoemd in de instandhoudingsdoelstelling liggen (zie Sovon.nl)

en enig verlies als gevolg van verstoring geen effect heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling. Voor brandgans geldt dat de huidige aantallen in het Haringvliet net onder de aantallen genoemd in de instandhoudingsdoelstelling liggen (zie Sovon.nl). Op basis van voorgaande argumenten is het uit te sluiten dat enige verstoring van de slaapplaats resulteert in een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling.

In het geplande windpark bestaan voldoende mogelijkheden voor vogels om uit te wijken (bijvoorbeeld grote ruimte tussen de windturbines of vanwege de relatief korte lijnopstelling ook makkelijk omvliegen) zonder dat dit tot grote energetische verliezen leidt (hoofdstuk 6). Negatieve effecten op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van **barrièrewerking** zijn daarom uitgesloten, foerageer- of rustgebieden blijven goed bereikbaar.

7.5 Samenvatting beoordeling van effecten

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen (zie hoofdstuk 4). Voor de resterende soorten (9 broedvogelsoorten en 9 niet-broedvogelsoorten, zie hoofdstuk 4) is in hoofdstuk 6 onderzocht of deze soorten effecten (verstoring of additionele sterfte) van het windpark ondervinden. In voorliggend hoofdstuk is geconcludeerd dat het totaaleffect van Windpark Kroningswind verwaarloosbaar klein is. Voor alle soorten broedvogels en niet-broedvogels zijn significant verstorende effecten (inclusief sterfte), zonder inbegrip van cumulatieve effecten, met zekerheid uit te sluiten (zie tabel 7.2).

Tabel 7.2 Samenvatting van de effectbeoordeling in het kader van de Wnb (onderdeel gebiedenbescherming) van de realisatie van Windpark Kroningswind. Het betreft een selectie van vogelsoorten waarvoor op voorhand effecten niet waren uitgesloten (zie hoofdstuk 4 voor afbakening). De beoordelingen representeren het totaaleffect op de populaties van soorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Zie volgende pagina

Instandhoudingsdoelstelling		Komt de soort in het plangebied geregeld mogelijk pleisterend of overvliegend voor en zo ja, dan mogelijk afkomstig uit N2000-gebied?	Zo ja, mogelijk effect op instand-houdingsdoel?	Zo ja, mogelijk significant effect?
Broedvogels Natura 2000-gebied Haringvliet				
A081	Bruine Kiekendief	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A132	Kluut	Nee, geen vliegroutes, maar foerageert wel dicht bij plangebied	Nvt	Nvt
A137	Bontbekplevier	Nee, geen vliegroutes, maar foerageert wel dicht bij plangebied	Nvt	Nvt
A138	Strandplevier	Nee, geen vliegroutes, maar foerageert wel dicht bij plangebied	Nvt	Nvt
A176	Zwartkopmeeuw	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A191	Grote stern	Ja, vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A193	Visdief	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A195	Dwergstern	Nee, vliegt niet door plangebied	Nvt	Nvt
Broedvogels Natura 2000-gebied Grevelingen				
A081	Bruine Kiekendief	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
A193	Visdief	Nee, vliegt niet door plangebied	Nvt	Nvt
Broedvogels Natura 2000-gebied Voornes Duin				
A034	Lepelaar	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte	Nee
Niet-broedvogels Natura 2000-gebied Haringvliet				
A037	Kleine Zwaan	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A041	Kolgans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A043	Grauwe Gans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A045	Brandgans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A050	Smient	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A053	Wilde eend	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A140	Goudplevier	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A142	Kievit	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A160	Wulp	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
Niet-broedvogels Natura 2000-gebied Grevelingen				
A037	Kleine Zwaan	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A043	Grauwe Gans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A045	Brandgans	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A050	Smient	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A053	Wilde eend	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A140	Goudplevier	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, jaarlijkse (geringe) sterfte en aantasting leefgebied	Nee
A160	Wulp	Ja, foerageert in plangebied en omgeving; vliegende vogels van en naar N2000	Ja, incidentele sterfte en aantasting leefgebied	Nee

7.6 Cumulatie van effecten

Uit voorgaande blijkt dat als gevolg van het geplande Windpark Kroningswind hooguit verwaarloosbare effecten (in de vorm van verstoring, inclusief additionele sterfte, verslechtering is uitgesloten) zullen optreden op enkele soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Het is op voorhand niet uitgesloten dat de hiervoor genoemde hooguit geringe effecten van Windpark Kroningswind in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten in de omgeving alsnog kunnen leiden tot het optreden van significant verstorende effecten. In de omgeving van het Windpark Kroningswind bestaan enkele andere projecten, waarvoor recent toestemming in het kader van de Wnb (gebiedenbescherming) of toenmalige Natuurbeschermingswet 1998 is aangevraagd, maar die nog niet tot uitvoering zijn gebracht en die tot dezelfde effecten (vogelsterfte of wezenlijke verstoring) kunnen leiden als Windpark Kroningswind. Dit betreft voor het Natura 2000-gebied Haringvliet het nabijgelegen Windpark Haringvliet GO en Windpark Oostflakkee. Voor Natura 2000-gebied Grevelingen is in het cumulatieonderzoek rekening gehouden met de effecten van Windpark Krammer, Windpark Suyderlandt en Windpark Blaakweg. Hierna wordt onderzocht of het effect van Windpark Kroningswind in cumulatie met de effecten van voornoemde windparken tot significant verstorende effecten (inclusief sterfte) kan leiden op de populaties van de in tabel 7.2 oranje gearceerde 14 vogelsoorten, die gebruik maken van broed-, slaapplaatsen en/of foerageergebieden in de Natura 2000-gebieden Haringvliet en/of Grevelingen.

Ten aanzien van verstoring van slaapplaatsen van grauwe gans en brandgans in Natura 2000-gebied Haringvliet hebben voornoemde andere windparken geen effect; deze windparken liggen allen op >400 m afstand van het Haringvliet.

Jonkvorst & Kleyheeg-Hartman (2016) hebben voor Windpark Haringvliet GO berekend dat, met uitzondering van kievit, voor alle andere vogelsoorten waarvoor het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen, de additionele sterfte in het geplande windpark incidentele sterfte betreft (< 1 exemplaar op jaarbasis in het gehele windpark). Voor kievit wordt op jaarbasis één slachtoffer in het geplande windpark berekend (zie tabel 7.3). In Prinsen *et al*. (2017) is beargumenteerd dat voor de zwartkopmeeuwen afkomstig uit kolonies in het Haringvliet bij Windpark Oostflakkee sprake is van hooguit incidentele sterfte (< 1 exemplaar op jaarbasis in het gehele windpark) (tabel 7.3). Dit geplande windpark heeft geen effecten op andere soorten broed- of niet-broedvogels waarvoor Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen zijn aangewezen.

In Baptist (2014) is beargumenteerd dat voor de soorten die relevant zijn voor voorliggende cumulatiestudie bij Windpark Krammer sprake is van hooguit incidentele sterfte (< 1 exemplaar op jaarbasis in het gehele windpark) (tabel 7.3). Voor Windpark Blaakweg en Windpark Suyderlandt worden alleen voor wilde eend jaarlijks aanvaringsslachtoffers verwacht (Prinsen & Smits 2017a, b). In tabel 7.3 zijn de

berekende slachtoffers voor wilde eend in Windpark Suyderlandt en Windpark Blaakweg 50:50 verdeeld over de nabijgelegen Natura 2000-gebieden Grevelingen en Krammer-Volkerak, omdat op voorhand niet duidelijk is welke slachtoffers uit welk Natura 2000-gebied afkomstig zullen zijn.

Voor de meeste soorten is voor de voornoemde vijf windparken, waarmee dient te worden gecumuleerd, geen sprake van additionele sterfte of betreft het hooguit incidentele sterfte (<1 slachtoffer per jaar in het desbetreffende windpark). Cumulatie draagt voor deze soorten dus niets bij aan de additionele sterfte in Windpark Kroningswind. In paragraaf 7.5 is uitgesloten dat dit kan leiden tot effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van betrokken Natura 2000-gebieden. Als de effecten van voornoemde vijf windparken bij elkaar worden opgeteld, is niet uit te sluiten dat jaarlijks één slachtoffer valt onder **grauwe gans** (tabel 7.3). Dit is echter met zekerheid niet van invloed op het behoud van de omvang van de betrokken populaties omdat deze gecumuleerde additionele sterfte ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm ligt. In tabel 7.3 is ook de sterfte van de vogelsoorten **wilde eend** en **kievit** in Windpark Kroningswind in cumulatie met de sterfte van deze soorten in de andere windparken vergeleken met de 1%-mortaliteitsnormen voor de Grevelingen respectievelijk het Haringvliet. Voor beide soorten ligt de gecumuleerde additionele sterfte ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm en is ook in cumulatie een effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van beide Natura 2000-gebieden met zekerheid uitgesloten.

Tabel 7.3 Berekend aantal aanvaringsslachtoffers voor veertien vogelsoorten in Windpark Kroningswind (zie §6.4.2) en vijf andere windparken in oprichting/planning op/nabij Goeree-Overflakkee en 1%-mortaliteitsnorm van de betrokken populaties in de Natura 2000-gebieden Haringvliet en Grevelingen (zie toelichting in tekst). "-" = niet van toepassing voor betreffende cel in de tabel.

Tabel zie volgende pagina

Instandhoudingsdoelstelling		Aanvaringsslachtoffers										
		windpark Haringvliet GO	windpark Oostflakkee	windpark Suyderlandt	windpark Blaakweg	windpark Krammer	windpark Kroningswind	cumulatief Haringvliet	1% norm Haringvliet	cumulatief Grevelingen	1% norm Grevelingen	cumulatief effect?
Broedvogels Haringvliet		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**A, B + F**		**C, D, E + F**		
A081	Bruine Kiekendief	0	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A176	Zwartkopmeeuw	inc	inc	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A191	Grote stern	0	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A193	Visdief	inc	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
Broedvogels Grevelingen												
A081	Bruine Kiekendief	0	0	0	0	0	inc	-	-	inc	<1	nee
Broedvogels Voornes Duin												
A034	Lepelaar	0	0	0	0	0	inc	-	-	-	-	nee
Niet-broedvogels Haringvliet												
A037	Kleine Zwaan	0	0	0	0	0	inc	inc	<1	-	-	nee
A041	Kolgans	inc	0	0	0	0	inc	inc	6	-	-	nee
A043	Grauwe Gans	inc	0	0	0	0	inc	1 (max)	10	-	-	nee
A045	Brandgans	inc	0	0	0	0	2-3	2-3	25	-	-	nee
A050	Smient	inc	0	0	0	0	4-5	4-5	78	-	-	nee
A053	Wilde eend	inc	0	0	0	0	8-9	8-9	33	-	-	nee
A140	Goudplevier	0	0	0	0	0	2-3	2-3	3	-	-	nee
A142	Kievit	1	0	0	0	0	9-10	10-11	17	-	-	nee
A160	Wulp	0	0	0	0	0	inc	inc	1	-	-	nee
Niet-broedvogels Grevelingen												
A037	Kleine Zwaan	0	0	inc	inc	0	inc	-	-	inc	<1	nee
A043	Grauwe Gans	0	0	inc	inc	inc	inc - 1	-	-	1 (max)	7	nee
A045	Brandgans	0	0	inc	inc	0	2-3	-	-	2-3	16	nee
A050	Smient	0	0	inc	inc	inc	4-5	-	-	4-6	52	nee
A053	Wilde eend	0	0	1	1	inc	8-9	-	-	10-11	24	nee
A140	Goudplevier	0	0	inc	inc	0	2-3	-	-	2-3	11	nee
A160	Wulp	0	0	0	0	inc	inc	-	-	inc	3	nee

8 Conclusies en aanbevelingen

De realisatie van Windpark Kroningswind heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen (zie hoofdstuk 4). Voor de resterende soorten (9 broedvogelsoorten en 9 niet-broedvogelsoorten, zie hoofdstuk 4) is in hoofdstuk 7 geconcludeerd dat het totaaleffect van Windpark Kroningswind verwaarloosbaar klein is. Significant verstorende effecten (inclusief sterfte) kunnen, met inbegrip van cumulatieve effecten, met zekerheid worden uitgesloten.

9 Literatuur

Arts, F.A., S.J. Lilipaly, M.S.J. Hoekstein, K.D. van Straalen, P. A. Wolf & L. Wijnants, 2017. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2016. RWS Waterdienst BM 17.19. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Bach, L., C. Meyer-Cords, & P. Boye, 2005. Wanderkorridore für Fledermäuse. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bonn, 17: 59–69.

Baptist, H., 2014. Windpark Krammer Flora- en faunawet, rapport 2013/14, Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.

Baptist, H., 2005. Vogelslachtofferonderzoek Roggenplaat, rapportage 2004-2005. Rapport 2005/3. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.

Barclay, R.M.R., E.F. Baerwald & J.C. Gruver, 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. Canadian Journal of Zoologie, 85: 381-387.

Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Beuker, D., W. Lengkeek, R.C. Fijn & H.A.M. Prinsen, 2009. Duikeenden nabij Windpark Lely, Medemblik. Beknopt veldonderzoek naar gedrag en voedsel-beschikbaarheid. Rapport 09-142. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Boele A., J. van Bruggen, F. Hustings, K. Koffijberg, J.W. Vergeer & T. van der Meij, 2015. Broedvogels in Nederland in 2013. Sovon-rapport 2015/04. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Boonman M., M.P. Collier & M.J.M. Poot, 2014. Cumulative effects of offshore wind farms in the Southern North Sea on bats. Notitie 14-408/14.07021/MarPo Bureau Waardenburg, Culemborg.

Boonman, M., E.A. Jansen, M. La Haye, H.J.G.A. Limpens, G.F.J. Smit, 2013. Vleermuizen IJsselmeerdijken Noordoostpolder. Nulmeting 2012. Rapport 12-230. Bureau Waardenburg / Zoogdiervereniging.

Boudewijn, T.J., R.C. Fijn & M.J.M. Poot, 2012. Effecten van onderzoek aan aalscholvers in het Breede Water op beschermde soorten en habitats van het Natura 2000-gebied Voornes Duin en aangrenzende gebieden Voordelta en Haringvliet. Oriëntatiefase Natuurbeschermingswet 1998. Rapport 12-041. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Brenninkmeijer, A. & C. van der Weyde, 2011. Monitoring vogelaanvaringen Windpark Delfzijl-Zuid 2006-2011. A&W rapport 1656. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Faenwâlden.

Brinkmann R., O. Behr, I. Niermann, and M. Reich, 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, volume 4 Umwelt und Raum. Cuvillier Verlag, Göttingen.

BügelHajema Adviseurs in prep. Natuurontwikkeling Zuiderdieppolder (ontwerp). *Toelichting bij het ontwerpbestemmingsplan*

Buurma, L.S., R. Lensink & L. Linnartz, 1986. De hoogte van breedfronttrek overdag boven Twente, een vergelijking van visuele en radarwaarnemingen in oktober 1984. Limosa 60: 169-182.

Cryan, P.M & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Jounral of Mammology, 90: 1330-1340.

Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill, 2011. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. Biologie - Kenmerken - Bedreigingen. De Fontein/Tirion Uitgevers bv, Utrecht.

Dirksen, S., A.L. Spaans & J. Van der Winden, 2007. Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: A case study. In: M. de Lucas,G.F.E. Janss &M. Ferrer (eds). Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation. Blz. 275. Quercus. Madrid, Spain.

Everaert, J., 2008. Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (rapportnr. INBO.R.2008.44). Insituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Fernley, J., S. Lowther & P. Whitfield, 2006. A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate. Natural Research Ltd, West oast Energy & Hyder Consulting.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, W. Tijsen, H.A.M. Prinsen & S. Dirksen, 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans Cygnus columbianus wintering near a wind farm in the Netherlands. Wildfowl 62: 97–116.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, H.A.M. Prinsen, W. Tijsen & S. Dirksen, 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbines testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Rapport 07-094. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Furmankiewicz J., M. Kucharska, 2009. Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. Journal of Mammalagy 90:1310-1317.

Grajetzky, B., M. Hoffmann & G. Nehls, 2008. Montagu‘s Harriers and wind farms: Radio telemetry and observational studies. Presentation at: 'Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions', International Workshop organized by NABU in Berlin 21th-22nd October 2008.

Hartman, J.C., M. van der Valk, F. van Vliet, M. Boonman, J. van der Winden & K.L. Krijgsveld, 2013. Natuuronderzoek Windplan Wieringermeer. Natuurtoets en passende beoordeling van voorkeursalternatief. Rapport 12-162. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Hernández-Pliégo, J., M. de Lucas, A-R Muñoz & M. Ferrer, 2013. Effects of wind farms on Montagu's Harrier population in Southern Spain. Presentatie op 'Conference on Wind Power and Environmental Impacts, Stockholm 5-7 February 2013'. Samenvatting in Book of Abstracts, Naturvardsverket Rapport 6546, Stockholm.

Hötker, H., 2017. Birds: displacement. in M.R. Perrrow (Ed.). Wildlife and wind farms, conflicts and solutions. Volume 1 Onshore: Potential Effects. Pelagic Publishing. Exeter, UK.

Hötker, H., O. Krone & G. Nehls, 2013. Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungs- voschläge. Schlussbericht für dasBundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Insititut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wiltierforschung, BioConsult SH. Berghusen, Berlin, Husum.

Janssen, P., M. de Sain, M. Jaspers Faijer, H.A.M. Prinsen & J. Hugtenburg, 2013. PlanMER Windenergie Goeree-Overflakkee. Pondera Consult, Bureau Waardenburg & H+N+S Landschapsarchitecten, Hengelo.

Joest, R., L. Rasran & K-M Thomsen, 2008. Are breeding Montagu's Harriers displaced by wind farms? Presentation at: 'Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions', International Workshop organized by NABU in Berlin 21th-22nd October 2008.

Jones, G.E., J.D. Altringham & R. Deaton, 1991. Distribution and population densities of seven species of bats in northern England. J. Zool. Lond. 240:788-798.

Jonkvorst, R. J. & J.C. Kleyheeg-Hartman, 2016. Effecten op beschermde gebieden van Windpark Haringvliet GO. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. Rapport 15-169. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Kapteyn, K., 1995. Vleermuizen in het landschap. Over hun ecologie, gedrag en verspreiding. Schuyt & Co, Haarlem.

Klop, E., & A. Brenninkmeijer, 2014. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014. Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Faenwâlden.

Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. Ardea 97(3): 357-366.

Krijgsveld, K.L. & D. Beuker, 2009. Vogelslachtoffers bij windpark Anna Vosdijk op Tholen. Onderzoek naar aanvaringen onder trekkende steltlopers en overwinterende smienten. Rapport 09-072. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen, 2011. Effect Studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Rapport 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden, 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Langgemach, T. & T. Dürr, 2017. Informationen über Einflüsse der Windenergie-nutzung auf Vögel. Landesambt für Umwelt Brandenburg. Staatliche Vogelschutzwarte, Buckow.

Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Bureau Waardenburg Rapportnr. 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R. & K.D. van Straalen, 2016. Natuurtoets voor Windpark Oostflakkee op Overflakkee (Zuid-Holland); Achtergronddocument bij het MER. Rapport 16-039, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R. , H. van Gasteren, F. Hustings, L.S. Buurma, G. van Duin, L. Linnartz, F. Vogelzang & C. Witkamp, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers, 1997. Atlas van de Nederlandse Vleermuizen. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Meschede, A., K.-G. Heller & P. Boye, 2002. Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Unterschuchungen als Grunslage für den Fledermausschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 71. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg.

Ministerie van EZ, 2014a. Soortenstandaard gewone dwergvleermuis Pipistrellus pipistrellus. Ministerie van EZ, Den Haag.

Ministerie van EZ, 2014b. Soortenstandaard ruige dwergvleermuis. Pipistrellus nathusii. Ministerie van EZ, Den Haag.

Ministerie van EZ, 2014c. Soortenstandaard rosse vleermuis Nyctalus noctula. Ministerie van EZ, Den Haag.

Musters, C.J.M., M.A.W. Noordervliet & W.J.T. Keurs, 1996. Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary. Bird Study 43: 124-126.

Nederpel, V., J. Dekker & T. Molenaar, 2015. Vleermuisonderzoek Windlocaties Goeree. In het kader van de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998. Rapport RA14255-02, Regelink Ecologie & Landschap, Mheer.

Oliver, P., 2013. Fleight heights of Marsh Harriers in a breeding and wintering area. British Birds 106, 405-408.

Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, A. Douse & R.H.W. Langston, 2012. Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. Journal of Applied Ecology 49(2): 386-394.

Plonczkier, P. & I.C. Simms, 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. Journal of Applied Ecology 49: 1187-1194.

Poot, M.J.M., I. Tulp, L.M.J. van den Bergh, H. Schekkerman & J. van der Winden, 2001. Effect van mist-situaties op vogelvlieggedrag bij het windpark Eemmeerdijk. Zijn er aanwijzingen voor verhoogde aanvaringsrisico's? Rapport 01-072. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M. & R.R. Smits, 2017a. Passende Beoordeling Windpark Suyderlandt, gemeente Goeree-Overflakkee. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapport 17-111, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M. & R.R. Smits, 2017b. Passende Beoordeling Windpark Blaakweg, gemeente Goeree-Overflakkee. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapport 17-113, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M., R. Lensink & K.D. van Straalen, 2017. Passende Beoordeling Windpark Oostflakkee, gemeente Goeree-Overflakkee. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Rapportnr. 17-112. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Prinsen, H.A.M., J.C. Hartman, D. Beuker & L.S.A. Anema, 2013. Vliegbewegingen van meeuwen en sterns bij twee windparken op de Eerste Maasvlakte. Velonderzoek naar flux, vlieghoogtes en aanvaringsslachtoffers. Rapport 13-023. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Prinsen, H.A.M., R.R. Smits, F.L.A. Brekelmans, L.S.A. Anema, D. Emond & S. Dirksen, 2009. Achtergrondrapport natuur MER Zuidring Randstad380. Rapport 08-003. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Radstake, Y.N., R.E. van der Vliet & H.A.M. Prinsen, 2017. Natuurtoets Windpark Kroningswind. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland. Rapport 17-128. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Ravon, 2017. www.zuid-holland.vissenatlas.nl/Levendeatlas/tabid/3653/Default.aspx. Laatst geraadpleegd op 2 augustus 2017.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014. Soortenstandaard Buizerd, versie 2.0. RVO, Den Haag.

Rijn, van S. 2014. Status of the breeding population of Great Cormorants in The Netherlands in 2012. – In: Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion,

L., Volponi, S., Paquet, J.-Y., Carss, D.N. & van Eerden, M.R. (eds.): Breeding numbers of Great Cormorants Phalacrocorax carbo in the Western Palearctic, 2012-2013. – IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University.

Robinson, C., G. Lye, J. Forrest. C. Hommel, C. Pendlebury & R. Walls, 2013. Flight activity and breeding success of Hen Harriers at Paul's Hill Wind Farm in North East Scotland. Presentatie en poster op 'Conference on Wind Power and Environmental Impacts, Stockholm 5-7 February 2013'. Samenvatting in Book of Abstracts, Naturvardsverket Rapport 6546, Stockholm.Schaut, C., K. Aper, K. & C. Derde, 2008. Aanvaring van vogels met MW-windturbines in de haven van Antwerpen. Rapportnr: 2088-CS1. Fortech Studie bvba, Vrasene.

Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. Acta Chiropterologica 12(2): 261-274.

Schaut, C., K. Aper & C. Derde, 2008. Aanvaring van vogels met MW-windturbines in de haven van Antwerpen. Rapport 2008-CS1. Fortech Studie bvba, Vrasene.

Schekkerman, H., L.M.J. van de Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.

Schmidt, A., 1994. Phanologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhautfledermaus Pipistrellus nathusii, In Ostbrandenburg. Nyctalus 5:77-100.

Seiche, K., P. Endl & Lein, M., 2008. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

Sendor T. & M. Simon, 2003. Population dynamics of the pipistrelle bat: effects of sex, age and winter weather on seasonal survival. Journal of Animal Ecology. Volume 72, Issue 2, pages 308–320.

Simon, M., S. Huttenbugel & J. Smit-Viergutz, 2004. Ecology and Conservation of bats in villages and towns. Schriftenreihe fur Landschaftspflege und Naturschutz Heft 77.

Smits, R.R. & H.A.M. Prinsen, 2015. Natuurtoets Windpark Zuiderdiep. Rapportnr. 15-201. Bureau Waardenburg, Culemborg

Smits, R.R., H.A.M. Prinsen & L.S.A. Anema, 2016. Knelpuntenanalyse windparken Goeree-Overflakkee. Analyse van risico's op het gebied van natuurwetgeving en ecologie. Rapport 15-103. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Speakman, J.R., P.A. Racey, C.M. Catto, P.I. Webb, S.M. Swift & A.M. Burnett, 1991. Minimum summer populations and densities of bats in N.E. Scotland, near the northern borders of their distributions. J. Zool. 225:327-345.

Steunpunt Natura 2000, 2010. Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. versie 27 mei 2010. RegieBureau Natura 2000, Utrecht.

Straalen, van K.D. & M. van der Valk, 2014. Vleermuisonderzoek windpark Martine Corneliapolder, Goeree-Overflakkee. Veldinventarisatie en effectbeoordeling in het kader van de Flora- en faunawet. Rapportnr. 13-194, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2011. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2010. RWS Waterdienst BM 11.11. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2012. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2011. RWS Waterdienst BM 12.22. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2013. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2012. RWS Waterdienst BM 13.18. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2014. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2013. RWS Waterdienst BM 14.12. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Strucker, R.C.W., F.A. Arts & M.S.J. Hoekstein, 2015. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2014. RWS Waterdienst BM 15.07. RWS Waterdienst, Vlissingen.

Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P.W. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind park Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Verbeek, R.G., D. Beuker, J.C. Hartman & K.L. Krijgsveld, 2012. Monitoring vogels Windpark Sabinapolder. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers. Bureau Waardenburg Rapportnr. 11-189. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Verbeek, R.G., C. Heunks, K.D. van Straalen & M. van der Valk, 2013. Ecologische verkenning Windplan Goeree-Overflakkee. Mogelijke effecten en kennisleemtes ten aanzien van vogels en vleermuizen. Rapport 13-003. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Vliet, van der R.E., J. Tilborghs & W. Heijligers. 2011. Maximale foerageerafstanden op een rij gezet voor 97 beschermde vogelsoorten. Toets 01/2011; 18(4):6-10.

Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann & S. Kramer-Schadt, 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. Biological Conservation 153 (2012) 80–86.

Whitfield, D.P. & M. Madders, 2006. Fleight height in the Hen Harrier Circus cyaneus and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. Natural Research Information Note 2. Natural Research Ltd, Banchory, UK.

Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapp. 89/15. RIN, Arnhem.

Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapp. 92/2. IBN-DLO, Arnhem.

Bijlage 1 Kader Wet natuurbescherming

1.1 Inleiding

Vanaf 1 januari 2017 is de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) in werking. Deze wet vervangt de Flora- en faunawet, de Natuurbeschermingswet 1998 en de Boswet. Met de inwerkingtreding van de Wnb zijn de provincies het bevoegde gezag voor de ontheffing- en vergunningverlening voor plannen en projecten en voor het vaststellen van vrijstellingsregelingen. Bij provincie overschrijdende projecten is dit de minister van EZ.

Deze bijlage vat het wettelijk kader samen voor toetsing van ruimtelijke ingrepen en andere handelingen. In paragraaf 1.2 komen algemene bepalingen van de wet aan de orde. Gebiedsbescherming is in de wet beschreven in 'Hoofdstuk 2 Natura 2000-gebieden' en is hier samengevat in paragraaf 1.3. De bescherming van soorten is in de wet beschreven in 'Hoofdstuk 3 Soorten' en in deze bijlage samengevat in paragraaf 1.4. De bescherming van bomen en bos is in de wet beschreven in 'Hoofdstuk 4 Houtopstanden, hout en houtproducten' en is hier samengevat in paragraaf 1.5. Andere onderdelen van de Wnb zoals jacht, schadebestrijding, overlastbestrijding, faunabeheer en omgang met exoten maken geen deel uit van deze bijlage.

1.2 Algemene bepalingen

Art 1.10 De Wet natuurbescherming is gericht op:

- het beschermen en ontwikkelen van de natuur, mede vanwege de intrinsieke waarde, en het behouden en herstellen van de biologische diversiteit;
- het doelmatig beheren, gebruiken en ontwikkelen van de natuur ter vervulling van maatschappelijke functies, en
- het verzekeren van een samenhangend beleid gericht op het behoud en beheer van waardevolle landschappen, vanwege hun bijdrage aan de biologische diversiteit en hun cultuurhistorische betekenis, mede ter vervulling van maatschappelijke functies.

Art 1.11 Een ieder neemt voldoende zorg in acht voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en voor in het wild levende dieren en planten en hun directe leefomgeving. Deze zorgplicht houdt in elk geval in dat handelingen waarvan redelijkerwijs verwacht mag worden dat ze nadelige gevolgen kunnen hebben voor een Natura 2000-gebied, een bijzonder nationaal natuurgebied of voor in het wild levende dieren en planten achterwege blijven, dan wel dat noodzakelijke maatregelen worden getroffen om negatieve gevolgen te voorkomen, of voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen ze beperkt of ongedaan worden gemaakt.

Art 1.12 Gedeputeerde staten van de provincies dragen zorg voor:

- het nemen van de nodige maatregelen voor de bescherming, de instandhouding of het herstel van biotopen en leefgebieden in voldoende gevarieerdheid voor alle van nature in het wild levende vogelsoorten en planten en dieren en hun habitats van bijlagen II, IV en V bij de Habitatrichtlijn en habitattypen van bijlage I van de Habitatrichtlijn;
- het behoud of het herstel van een gunstige staat van instandhouding van de met uitroeiing bedreigde of speciaal gevaar lopende van nature in het wild voorkomende dier- en plantensoorten;
- de totstandkoming en instandhouding van een samenhangend landelijk ecologisch netwerk, genaamd Natuurnetwerk Nederland.

Gedeputeerde staten kunnen gebieden buiten het Natuurnetwerk Nederland aanwijzen die van provinciaal belang zijn vanwege hun natuurwaarden of landschappelijke waarden, met inachtneming van hun cultuurhistorische kenmerken. Deze gebieden worden aangeduid als ‘bijzondere provinciale natuurgebieden’ en ‘bijzondere provinciale landschappen’.

1.3 Natura 2000-gebieden

De Wnb heeft tot doel het beschermen en in stand houden van Natura 2000-gebieden.

Relevante wettelijke bepalingen
De beoordeling van projecten en andere handelingen wordt geregeld in artikel 2.7 tot en met artikel 2.9. Aanwijzingsbesluiten geven de instandhoudingsdoelstellingen ten aanzien van de leefgebieden voor vogels van de Vogelrichtlijn, de natuurlijke habitats en de habitats van soorten van de Habitatrichtlijn. De instandhoudingsmaatregelen zijn voor elk gebied beschreven in het beheerplan. Tevens beschrijft het beheerplan welke handelingen en ontwikkelingen in het gebied en daarbuiten het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen niet in gevaar brengen. Voor het uitvoeren van plannen of projecten kan GS de verplichting opleggen tot preventieve of herstelmaatregelen. Dit is niet van toepassing indien voor het plan of project een (omgevings)vergunning is verleend.

Beoordeling van plannen en projecten
Art. 2.7 Voor een plan dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, en dat afzonderlijk of in combinatie (in cumulatie) met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, is een **passende beoordeling** noodzakelijk.
Er is een **vergunning** nodig van GS voor projecten of andere handelingen die de kwaliteit van de natuurlijke habitats of de habitats van soorten in dat gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. De bevoegdheid ten aanzien van de vergunningverlening ligt bij GS van de provincie waarin het project wordt uitgevoerd.

Er geldt een **uitzondering op de vergunningprocedure** op grond van de Wet natuurbescherming: als via een andere wettelijke bepaling een passende beoordeling verplicht is (bijvoorbeeld op grond van de Tracéwet of de Spoedwet wegverbreding) voor de besluitvorming.

Art. 2.9 Géén vergunning is nodig:

- Als het project of de handeling is opgenomen in een Natura 2000-beheerplan of in een vastgesteld programma voor Natura 2000-gebieden (zoals de PAS). Voorwaarde is dat 1) ten aanzien van het plan of het programma een passende beoordeling van projecten is uitgevoerd waaruit de zekerheid is verkregen dat het project de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet zal aantasten, en 2) dat het bestuursorgaan dat het plan of programma heeft vastgesteld, tevens bevoegd gezag is voor vergunningverlening of dat dit bestuursorgaan heeft ingestemd heeft met het plan of programma.
- Als het project of de handeling al bestond of bekend was op de referentiedatum 31 maart 2010 of later als het gebied later is aangewezen (ook wel bekend als bestaand gebruik).
- Als het project of de handeling behoort tot door PS bij verordening aangewezen categorieën van gevallen.

Toelichting op begrippen

Habitattoets

De habitattoets is de verzamelnaam van toetsingen van effecten van plannen en projecten op de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied. In beginsel worden de effecten van plannen en projecten op Natura 2000-gebieden ‘passend beoordeeld’. Als er kans is op significant negatieve effecten en mitigerende maatregelen bij de beoordeling zijn betrokken wordt gesproken over een ‘**passende beoordeling’**. Om procedurele redenen kan er voor worden gekozen om een **oriëntatiefase** – soms ook wel ‘**voortoets’** genoemd – te doorlopen. De inhoudelijke studie is in de oriëntatiefase in grote lijnen identiek aan een passen de beoordeling, echter mitigerende maatregelen zijn bij de oriëntatiefase niet bij de beoordeling betrokken. Als de conclusie is dat significante negatieve effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten en maatregelen nodig zijn om significant negatieve effecten met zekerheid te voorkomen, zal alsnog een passende beoordeling nodig zijn.

Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn maatregelen ter voorkoming of beperking van het (mogelijke) effect van het project of andere handeling en deze maatregelen zijn onlosmakelijk verbonden zijn met een project / andere handelingen

Cumulatieve effecten

Voor de habitattoets geldt uitdrukkelijk dat voor elke activiteit onderzocht moet worden of er mogelijke significante effecten zijn als gevolg van de activiteit afzonderlijk *en* in

combinatie met andere plannen en projecten. In het laatste geval moeten de gezamenlijke ofwel cumulatieve effecten beoordeeld worden in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied. Het gaat daarbij om alle plannen en projecten die op bestuurlijk niveau zijn goedgekeurd en die nog niet (volledig) zijn gerealiseerd.

Significantie
Van significante effecten kan sprake zijn als ten gevolge van het plan of project realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen wordt bemoeilijkt of onmogelijk wordt gemaakt. In de Leidraad bepaling Significantie is het begrip 'significante gevolgen' toegelicht.[7]

Externe werking
Ook activiteiten buiten het Natura 2000-gebied kunnen vergunningplichtig zijn als die activiteiten negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied (kunnen) veroorzaken. Dit wordt de 'externe werking' van de bescherming genoemd.

Programma Aanpak Stikstof
Op 1 juli 2015 is de Programma Aanpak Stikstof (PAS) in werking getreden. Dit programma geeft met een gericht pakket van herstelmaatregelen enerzijds waarborgen voor behoud en herstel van stikstofgevoelige habitats en leefgebieden van soorten en biedt anderzijds ruimte voor nieuwe economische activiteiten. Voor projecten die vermeld zijn op een lijst met prioritaire projecten is op voorhand ruimte gereserveerd. Voor nieuwe projecten (niet-prioritair) geldt bij een toename van stikstofdepositie op een stikstof gevoelig habitat met thans al een overschrijding het volgende:

- Activiteiten met een stikstofdepositie vanaf 1 mol/ha/jaar zijn vergunningplichtig.
- Activiteiten met een stikstofdepositie onder 0,05 mol/ha/jaar zijn niet vergunningplichtig.
- Voor activiteiten met een stikstofdepositie tussen 0,05 mol/ha/jaar – 1 mol/ha/jaar moet voor het Natura 2000-gebied worden nagegaan wat de actuele geldende grenswaarde is. Bij 95% uitgegeven depositieruimte wordt de grenswaarde verlaagd naar 0,05 mol/ha/jaar; dan is dus een vergunning nodig bij een stikstofdepositie hoger dan 0,05 mol/ha/jaar (anders bij 1 mol/ha/jaar)

De omvang van de stikstofdepositie als gevolg van een project moet worden vastgesteld aan de hand van het rekenmodel AERIUS Calculator.

[7] Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Publicatie Steunpunt Natura 2000, versie 27 mei 2010.

Bijlage 2 Windturbines en vogels

Onderzoek naar effecten van windturbines op vogels heeft drie verschillende typen effecten laten zien, namelijk aanvaringen van vliegende vogels, habitatverlies of verstoring van broedende, foeragerende of rustende vogels en barrièrewerking voor vliegende vogels.

Aanvaringen
Vogels kunnen door aanvaringen met de rotorbladen en mast of door lucht-wervelingen in het zog achter de windturbine gewond raken of sterven. Het aantal aanvaringen is afhankelijk van de intensiteit van vliegbewegingen en het aanvaringsrisico.

Vliegintensiteit
Het aantal slachtoffers wordt in belangrijke mate bepaald door de vliegintensiteit van vogels op rotorhoogte (Desholm *et al.* 2006). Variatie in deze vliegintensiteit wordt veroorzaakt door het aantal vogels dat in het gebied voorkomt of doorkruist, de soortensamenstelling van deze vogels, hun vlieggedrag en vlieghoogte en mate van uitwijking (Hötker *et al.* 2006; Gove *et al.* 2013; Grünkorn *et al.* 2016). Het aantal slachtoffers varieert daarmee sterk per locatie. Zo vallen in en nabij vogelrijke gebieden, zoals wetlands en nabij broedkolonies, significant meer slachtoffers dan in en nabij minder vogelrijke gebieden (Hötker *et al.* 2006; Everaert 2014; Grünkorn *et al.* 2016).

Een deel van het aantal aanvaringsslachtoffers wordt gevormd door vogels op de jaarlijkse seizoenstrek in voorjaar en najaar, doordat dan sprake is van de verplaatsing van tientallen miljoenen individuen en dus een hoge vliegintensiteit (Erickson *et al.* 2014). Afhankelijk van de weersomstandigheden, zullen de meeste vogels op seizoenstrek een windpark op grote hoogte passeren, maar tijdens tegenwind vliegt een deel hiervan ook op rotorhoogte. Hierdoor kan het percentage ‘s nachts trekkende zangvogels onder aanvaringsslachtoffers variëren van nihil (Grünkorn *et al.* 2016), tot 9% op een Duits eiland in de Oostzee (Welcker *et al.* 2016), 13% in de Eemshaven (Klop & Brenninkmeijer 2014) en 29% in de Wieringermeer (Krijgsveld *et al.* 2009). Deze onderzoeken suggereren dat ’s nachts langstrekkende vogelsoorten niet per sé een groter aanvaringsrisico hebben dan overdag actieve vogelsoorten. Een groot deel van de lokale vogels vliegt laag, vaak zelfs onder rotorhoogte, maar bepaalde soortgroepen, zoals roofvogels, meeuwen, duiven en zwaluwen vliegen regelmatig op rotorhoogte en worden ook vaker slachtoffer (Grünkorn *et al.* 2016). Kiekendieven vormen een uitzondering onder de roofvogels omdat ze maar een beperkt deel van de tijd op rotorhoogte vliegen en daarom van alle soorten roofvogels het minst vaak aanvaringsslachtoffer van windturbines worden (Whitfield & Madders 2006; Hötker *et al.* 2013; Oliver 2013).

Het verschil in het aantal aanvaringsslachtoffers tussen soorten wordt voor een groot deel ook bepaald door de mate van uitwijking voor windturbines. Ganzen en

kraanvogels mijden zowel het hele windpark (macro-uitwijking) als individuele turbines (micro-uitwijking: Fijn *et al.* 2012; Grünkorn *et al.* 2016). Ook steltlopers, waaronder de soorten kievit en wulp, worden relatief weinig als aanvarings-slachtoffer gevonden, waarschijnlijk vanwege hun sterke uitwijkgedrag (Hötker *et al.* 2006; Winkelman *et al.* 2008). Daarentegen houden bijvoorbeeld roofvogels en meeuwen, en soorten zoals wilde eend, houtduif, veldleeuwerik en spreeuw, zich meer op in en nabij windparken dan andere soorten en worden daardoor ook vaker slachtoffer van een aanvaring met een windturbine (Everaert 2014; Morinha *et al.* 2014; Grünkorn *et al.* 2016).

Aanvaringsrisico

Het aanvaringsrisico is de kans op aanvaring met een windturbine voor een vogel die door een windpark vliegt. Dit aspect is minder goed onderzocht dan het aantal slachtoffers zelf. In het algemeen wordt aangenomen dat het aanvaringsrisico het hoogst is tijdens de nacht en onder slechte zichtomstandigheden (mist, regen). Winkelman (1992) berekende een gemiddeld aanvaringsrisico van 0,02% voor alle vogels (niet soortspecifiek) die overdag en ‘s nachts het windpark passeerden. Voor de soorten die alleen ’s nachts passeerden bedroeg dit gemiddeld 0,17%. Krijgsveld *et al.* (2009) vonden voor drie windparken in Nederland een gemiddeld aanvarings-risico voor nachtactieve soorten van 0,14% (niet soort-specifiek). Voor sommige dagactieve soorten, zoals meeuwen-, stern- en enkele roofvogelsoorten, zijn echter ook relatief hoge aanvaringsrisico’s vastgesteld (Everaert *et al.* 2002; Krijgsveld *et al.* 2009; Langgemach & Dürr 2015). Dit komt mogelijk doordat deze soorten overdag al vliegend op zoek gaan naar voedsel, en dan meer op de grond onder hen gefocust zijn dan op de omgeving die voor hen ligt (Martin 2011).

Aantal aanvaringen

Het aantal aanvaringsslachtoffers per turbine per jaar vertoont veel variatie, zowel binnen een windpark als tussen windparken onderling. In België varieerde het aantal -slachtoffers in acht windparken bijvoorbeeld tussen 0 en de 45 vogelslachtoffers per turbine per jaar, met een maximum van 125 en een *overall* gemiddelde van 21 slachtoffers per turbine per jaar (Everaert 2014). De grote variatie in het aantal slachtoffers per turbine wordt ook geïllustreerd door een recent onderzoek in de Eemshaven, een ‘hot spot’ voor vogels op seizoenstrek en lokale vogels die dagelijks heen en weer vliegen van en naar de Waddenzee. Op deze locatie met 66 onderzochte windturbines varieerden de aantallen slachtoffers per windturbine tussen de 1 en 213 vogels per jaar (Klop & Brenninkmeijer 2014). Voornoemde voorbeelden betroffen windparken in veelal vogelrijke gebieden in de kuststreek met veel vliegbewegingen van watervogels, koloniebroedende vogelsoorten en/of vogelsoorten op seizoenstrek. In windparken met lagere aantallen vliegbewegingen van vogels, zoals in het binnenland, liggen de gemiddelde aantallen slachtoffers beduidend lager, beneden de 10 vogelslachtoffers per turbine per jaar (Zimmerling *et al.* 2013; De Lucas & Perrow 2017).

Onderzoek bij windparken met windturbines van ≥1,5 MW heeft aangetoond dat de slachtofferaantallen per windturbine vergelijkbaar of kleiner zijn met de aantallen bij

kleinere windturbines (Krijgsveld *et al.* 2009; Smallwood & Karas 2009). Het aantal aanvaringen per windturbine neemt dus niet lineair met het rotoroppervlak toe. Dit impliceert een vermindering van het aantal aanvaringsslachtoffers met een toename van de omvang van windturbines (Smallwood 2013; Everaert 2014). Daarnaast is er geen lineair verband tussen turbinehoogte en het aantal aanvaringen (Barclay *et al.* 2007; Erickson *et al.* 2014). Grotere windturbines staan verder uit elkaar en de rotoren draaien op grotere hoogte boven de grond en vaak ook langzamer, waardoor vogels er makkelijker tussendoor en onderdoor kunnen vliegen, zoals in bovengenoemde studies het geval was.

Effecten op populatieniveau

Effecten op populatieniveau zijn voor de meeste soorten niet aan de orde (Zimmerling *et al.* 2013; Erickson *et al.* 2014; Grünkorn *et al.* 2016). Aanwijzingen voor populatie-effecten zijn tot nu toe vooral gevonden voor langzaam reproducerende soorten, wanneer die in relatief hoge aantallen aanvaringsslachtoffer worden. Voorbeelden hiervan zijn sommige zeevogelsoorten (Stienen *et al.* 2007) en roofvogelsoorten (Bellebaum *et al.* 2013; Dahl *et al.* 2013; Grünkorn *et al.* 2016). In het algemeen geldt dat effecten op populatieniveau verwacht kunnen worden wanneer een windpark gesitueerd is op een locatie met veel vliegbewegingen van soorten die een hoog aanvaringsrisico kennen, zoals in bovengenoemde studies het geval was. Een passende locatiekeuze, zowel van het windpark als van de individuele windturbines daarbinnen, is daarmee een belangrijke factor om negatieve effecten op vogelpopulaties te verkleinen (Balotari-Chiebao *et al.* 2016; Grünkorn *et al.* 2016).

Verstoring

Verstoringsreacties kunnen zich uiten in verandering in locatiekeuze, fysiologie en gedrag. Door de aanwezigheid van de windturbine en/of het geluid en de beweging van de draaiende rotorbladen, of door de verhoogde menselijke aanwezigheid (doorgaans voor onderhoud), kan een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark in lagere dichtheden worden benut, of als habitat in zijn geheel verloren gaan. Een dergelijke verstoring kan effect hebben op de reproductie en de overleving van individuen, met als gevolg veranderingen in populatieomvang (Whalen 2015; Zwart *et al.* 2015; Hötker 2017).

Factoren die een rol spelen bij verstoringseffecten

De verstoringsafstand en de mate waarin vogels verstoord worden verschilt per soort, seizoen, locatie en functie van het gebied voor de vogels en is ook afhankelijk van de omvang en lay-out van het windpark. Verder geldt dat in de meeste gevallen niet alle vogels binnen de beschreven verstoringsafstanden verdwijnen, maar dat de aantallen lager zijn in vergelijking met soortgelijke gebieden zonder de verstoringsbron. Voor de meeste soorten wordt aangenomen dat buiten het broedseizoen de verstoringsafstand toeneemt met de omvang van het windpark. Voor ganzen, smient, kievit en goudplevier is deze relatie statistisch significant (Hötker 2017). Sommige studies tonen aan dat vogels gewend kunnen raken aan windturbines (Madsen & Boertmann 2008; Fijn *et al.* 2012), terwijl bij andere juist een afname in vogeldichtheden in de tijd

is geconstateerd (Hötker 2017). Daarnaast is voor verschillende soorten, waaronder verschillende zangvogel- en roofvogelsoorten, aangetoond dat ze niet of weinig beïnvloed worden door de aanwezigheid van de windturbines (Hötker *et al.* 2013; Stevens *et al.* 2013; Hale *et al.* 2014; Hernández-Pliego *et al.* 2015). Grotere, langzaam draaiende turbines zouden, doordat ze rustiger lijken, een minder verstorend effect kunnen hebben. Ze zijn echter veel groter, hetgeen even goed tot meer verstoring kan leiden. Een studie bij 1 MW turbines duidde in ieder geval niet op een verstoring die wezenlijk anders was dan bij kleinere turbines (Schekkerman *et al.* 2003). Ook in een omvangrijke meerjarige studie in Schotland (met 18 windparken en 12 referentie gebieden) kon geen verband worden gevonden tussen de omvang van de windturbines op de mate van verstoring (Pearce-Higgins *et al.* 2012). Volgens laatstgenoemde auteurs kan tijdens de bouwfase van een windpark meer verstoring optreden dan tijdens de operatiefase.

Broedvogels

In de gebruiksfase hebben windturbines in het algemeen een beperkte verstorende invloed op broedvogels (Pearce-Higgins *et al.* 2009; Hötker 2017). Bij veel soorten zijn in het geheel geen verstorende effecten in de broedperiode aangetoond, en waar dat wel het geval is, zijn de effectafstanden geringer dan die buiten de broedperiode. Doordat vogels in het broedseizoen doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner dan buiten het broedseizoen.

De meeste soorten roofvogels vertonen geen vermijding van windparken. In verschillende studies konden geen statistisch aantoonbare effecten worden gevonden van windturbines op het aantal nesten, nestplaatskeuze en/of foerageer-en -areaal in het broedseizoen (Bellebaum *et al.* 2013; Hötker *et al.* 2013; Hernández-Pliego *et al.* 2015; Balotari-Chiebao *et al.* 2016; Grünkorn *et al.* 2016).

Steltlopers die in de open agrarische gebieden van NW-Europa broeden (o.a. kievit, wulp en scholekster), mijden windparken veelal tot maximaal 100 m (Steinborn *et al.* 2011; Steinborn & Steinmann 2014). Voor broedende zangvogels in dezelfde gebieden (o.a. veldleeuwerik, gele kwikstaart, roodborsttapuit) zijn tot nu toe geen of slechts geringe (< 50 m) verstoringseffecten vastgesteld (cf. Pearce-Higgins *et al.* 2012). Alleen voor de graspieper laten verschillende onderzoeken uiteenlopende resultaten zien en kan op basis hiervan niet worden uitgesloten dat de soort tot circa 100 m verstoord wordt (Steinborn *et al.* 2011).

Voor broedvogels van bos en halfopen gebied zijn geen of in slechts beperkte mate effecten van windturbines op de aantallen en ruimtelijke verspreiding vastgesteld (Garcia *et al.* 2015; Reichenbach *et al.* 2015). De dichtheid van vogels in de directe omgeving van windturbines in bossen verschilde niet van die in nabijgelegen ongestoorde referentiegebieden. Tijdens de aanleg vond wel een tijdelijke terugval in aantal territoria plaats, maar in de gebruiksfase namen alle soorten weer in aantal toe (Garcia *et al.* 2015). Daarnaast werd een (niet significant) verstoringseffect op vijf

soorten spechten (maar niet de algemene grote bonte specht) gevonden tot 250 m afstand (Reichenbach *et al.* 2015).

Foeragerende en rustende vogels buiten het broedseizoen
Onder een aantal vogelsoorten van agrarische gebieden (o.a. zaadeters, kraaiachtigen en leeuweriken) konden ook buiten het broedseizoen geen significante verstoringseffecten van windturbines worden vastgesteld (Devereux *et al.* 2008; Steinborn *et al.* 2011). Echter, voor veel vogelsoorten zijn wel verstorende effecten van windturbines buiten de broedperiode vastgesteld. Als maximum verstoringsafstand van windturbines op niet-broedende vogels wordt over het algemeen 600 m gebruikt (Birdlife Europe 2011), maar dit is sterk soort-specifiek en bedraagt meestal kleinere afstanden. De gemiddelde verstoringsafstand voor zwanen-, ganzen- en enkele steltlopersoorten, zoals wulp, kievit en goudplevier, ligt bijvoorbeeld tussen 150-400 m (Hötker *et al.* 2006; Steinborn *et al.* 2011; Langgemach & Dürr 2015). Voor de meeste andere soort(groep)en die buiten het broedseizoen in groepen rusten of foerageren (o.a. eenden, meeuwen, duiven, spreeuw), vormen verstoringsafstanden van 100-200 m veelal de bovengrens (Winkelman 1989; Hötker *et al.* 2006; Steinborn *et al.* 2011). Alle voornoemde soortgroepen vertonen soms gewenning voor windparken. Zo is bij kleine rietganzen in een tienjarige studie vastgesteld dat de vogels steeds dichterbij windturbines zijn gaan foerageren en op een gegeven moment tussen de windturbines verbleven (Madsen & Boertmann 2008). Verder lijkt de omvang van het effect ook afhankelijk te zijn van het voedselaanbod. Bijvoorbeeld, voor brandganzen en kleine zwanen is vastgesteld dat beide soorten een grotere afstand tot de windturbines aanhouden aan het begin van de winter, wanneer meer voedsel beschikbaar is, dan aan het eind van de winter (Percival 2005; Fijn *et al.* 2012). Ook is aangetoond dat een relatief grotere verplaatsing van vogels kan optreden als in de directe omgeving alternatieve foerageergebieden aanwezig zijn. Zo vermeed ongeveer 75% van de kieviten een graslandpolder na de plaatsing van vier windturbines en verbleef in een nieuw aangelegd natuurgebied enkele kilometers verderop (Beuker & Lensink 2010).

Barrièrewerking
Bij nadering van een windpark passen vrijwel alle vogels hun vliegroutes aan, ofwel door het gehele windpark, ofwel door individuele turbines te vermijden. Dit gedrag vermindert weliswaar de kans op een aanvaring, maar kan leiden tot een verhoogd energieverbruik. De reacties zijn afhankelijk van het type windturbine en de omvang van het windpark, en verschillen ook binnen een soort en tussen soorten. Als het windpark in een groot cluster of in een lange lijn is opgesteld, kan het door de verhoogde vliegkosten voor vogels een barrière in een vliegroute worden. Dit zou kunnen leiden tot het onbereikbaar of onbruikbaar worden van foerageer- of rust-gebieden, hiervan zijn tot dusver in onderzoeken geen bewijzen gevonden (Hötker 2017). Om barrièrewerking te minimaliseren kunnen windparken zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen van turbines voorkomen worden of op bepaalde afstanden met openingen onderbroken worden. Het opschalen van windparken heeft

een gunstig effect, omdat bij een toename van de turbineomvang de tussenafstand tussen turbines ook groter wordt (Smallwood & Karas 2009; Everaert 2014).

Literatuurlijst

Balotari-Chiebao, F., J.E. Brommer, T. Niinimäki & T. Laaksonen, 2016. Proximity to wind-power plants reduces the breeding success of the white-tailed eagle. Animal Conservation 19(3): 265-272.

Barclay, R.M.R., E.F. Baerwald & J.C. Gruver, 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie 85(3): 381-387.

Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen, 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. Journal for Nature Conservation 21(6): 394-400.

Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Birdlife Europe, 2011. Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature. The RSPB, Sandy, UK.

Dahl, E.L., R. May, P.L. Hoel, K. Bevanger, H.C. Pedersen, E. Røskaft & B.G. Stokke, 2013. White-tailed eagles (Haliaeetus albicilla) at the Smøla wind-power plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. Wildlife Society Bulletin 37(1): 66-74.

De Lucas, M. & M.R. Perrow, 2017. Birds: collision. in M.R. Perrow (Ed.). Wildlife and Wind Farms-Conflicts and Solutions, Volume 1: Onshore: Potential Effects. Blz. 57. Pelagic Publishing. Exeter, UK.

Desholm, M., A.D. Fox, P.D.L. Beasley & J. Kahlert, 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. Ibis 148: 76-89.

Devereux, C.L., M.J.H. Denny & M.J. Whittingham, 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. Journal of Applied Ecology 45(6): 1689-1694.

Erickson, W.P., M.M. Wolfe, K.J. Bay, D.H. Johnson & J.L. Gehring, 2014. A comprehensive analysis of small-passerine fatalities from collision with turbines at wind energy facilities. PloS one 9(9): e107491.

Everaert, J., 2014. Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. Bird Study 61(2): 220-230.

Everaert, J., K. Devos & E. Kuijken, 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport 2002.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, W. Tijsen, H.A.M. Prinsen & S. Dirksen, 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans Cygnus columbianus bewickii wintering near a wind farm in the Netherlands. Wildfowl 62: 91-116.

Garcia, A.D., G. Canavero, F. Ardenghi & M. Zambon, 2015. Analysis of wind farm effects on the surrounding environment: Assessing population trends of breeding passerines. Renewable Energy 80: 190-196.

Gove, B., R. Langston, A. McCluskie, J.D. Pullan & I. Scrase, 2013. Windfarms and birds: an updated analysis of the effect of wind farm on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. BirdLife International on behalf of the Bern Convention, Strasbourg.

Grünkorn, T., J. Blew, T. Coppack & O. Krüger, G. Nehls, A. Potiek, M. Reichenbach, J. von Rönn, H. Timmermann & S. Weitekamp, 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS

Hale, A.M., E.S. Hatchett, J.A. Meyer & V.J. Bennett, 2014. No evidence of displacement due to wind turbines in breeding grassland songbirds. The Condor 116(3): 472-482.

Hernández-Pliego, J., M. de Lucas, A.-R. Muñoz & M. Ferrer, 2015. Effects of wind farms on Montagu's harrier (Circus pygargus) in southern Spain. Biological Conservation 191: 452-458.

Hötker, H., 2017. Birds: displacement. in M.R. Perrrow (Ed.). Wildlife and wind farms, conflicts and solutions. Volume 1 Onshore: Potential Effects. Pelagic Publishing. Exeter, UK.

Hötker, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Hötker, H., O. Krone & G. Nehls, 2013. Greifvogel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt. Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtier- forschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.

Klop, E. & A. Brenninkmeijer, 2014. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014, Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. Ardea 97(3): 357-366.

Langgemach, T. & T. Dürr, 2015. Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Landesamt für Umwelt Brandenburg, Nennhausen.

Madsen, J. & D. Boertmann, 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. Landscape ecology 23(9): 1007-1011.

Martin, G.R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis 153(2): 239-254.

Morinha, F., P. Travassos, F. Seixas, A. Martins, R. Bastos, D. Carvalho, P. Magalhães, M. Santos, E. Bastos & J.A. Cabral, 2014. Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. Bird Study 61(2): 255-259.

Oliver, P., 2013. Flight heights of Marsh Harriers in a breeding and wintering area. British Birds 106: 405-408.

Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, A. Douse & R.H.W. Langston, 2012. Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. Journal of Applied Ecology 49(2): 386-394.

Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, R.H.W. Langston, I.P. Bainbridge & R. Bullman, 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. Journal of Applied Ecology.

Percival, S.M., 2005. Birds and wind farms - what are the real issues? British Birds 98: 194-204.

Reichenbach, M., R. Brinkmann, A. Kohnen, J. Köppel, K. Menke, H. Ohlenburg, H. Reers, H. Steinborn & M. Warnke, 2015. Bau- und Betriebsmonitoring von Windenergieanlagen im Wald. Abschlussbericht 30.11.2015. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Schekkerman, H., L.M.J. van de Bergh, K.L. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.

Smallwood, K.S., 2013. Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. Wildlife Society Bulletin 37(1): 19-33.

Smallwood, K.S. & B. Karas, 2009. Avian and Bat Fatality Rates at Old-Generation and Repowered Wind Turbines in California. Journal of Wildlife Management 73(7): 1062-1071.

Steinborn, H. & P. Steinmann, 2014. 13 Jahre später – wie entwickeln sich die Wiesenvogelbestände im Windpark Hinrichsfehn? ARSU GmbH, Oldenburg.

Steinborn, H., M. Reichenbach & H. Timmerman, 2011. Windkraft – Vögel – Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. ARSU Gmbh

Stevens, T.K., A.M. Hale, K.B. Karsten & V.J. Bennett, 2013. An analysis of displacement from wind turbines in a wintering grassland bird community. Biodiversity and Conservation 22(8): 1755-1767.

Stienen, E.W.M., J. van Waeyenberge, E. Kuijken & J. Seys, 2007. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: The potential impact of offshore windfarms and seabirds. in M. de Lucas,G.F.E. Janss &M. Ferrer (Ed.). Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation. Quercus. Madrid.

Welcker, J., M. Liesenjohann, J. Blew, G. Nehls & T. Grünkorn, 2016. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. Ibis 159(2): 366-373.

Whalen, C.E., 2015. Effects of Wind Turbine Noise on Male Greater Prairie-Chicken Vocalizations and Chorus. Dissertations & eses in Natural Resources. Paper 127.

Whitfield, D.P. & M. Madders, 2006. Deriving collision avoidance rates for red kites Milvus milvus. Natural Research Information Note 3. Natural Research Ltd, Banchory, UK.

Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapp. 89/15. RIN, Arnhem.

Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapp. 92/2. IBN-DLO, Arnhem.

Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra, Wageningen.

Zimmerling, J.R., A.C. Pomeroy, M.V. d'Entremont & C.M. Francis, 2013. Canadian Estimate of Bird Mortality Due to Collisions and Direct Habitat Loss Associated with Wind Turbine Developments. Avian Conservation and Ecology 8(2): 10.

Zwart, M.C., J.C. Dunn, P.J.K. McGowan & M.J. Whittingham, 2015. Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. Behavioral Ecology 27:101-108.

Bijlage 3 Flux-Collision Model

Versie maart 2016
J. Kleyheeg-Hartman, K. Krijgsveld, M. Collier & B. Engels / Bureau Waardenburg

Met behulp van het zogenaamde Flux-Collision Model kan voor een bepaalde soort(groep) voorspeld worden hoeveel aanvaringsslachtoffers er ongeveer in een (gepland) windpark zullen vallen. Om deze berekening uit te kunnen voeren zijn gegevens nodig van de vogelflux door het windpark, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines. Daarnaast is voor de betreffende soort(groep) een aanvaringskans nodig die vastgesteld is door veldonderzoek naar flux en aanvaringsslachtoffers in een ander al bestaand zogenaamd 'referentiewindpark'. Om de berekening volledig uit te kunnen voeren zijn ook van dit referentiewindpark gegevens nodig van de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines.

Voor de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers via het Flux-Collision Model wordt onderstaande formule gebruikt die eerder door Troost (2008) is beschreven en die op enkele punten door Bureau Waardenburg is aangepast:

c = b * h * (1-a_macro) * h_cor * (r/r_ref) * (e/e_ref) * p_cor * p

Waarin:

c	=	aantal slachtoffers in het windpark
b	=	vogelflux
h	=	fractie vogels die op turbinehoogte vliegt (tussen grond en tiphoogte)
a_macro	=	fractie vogels die om of over het windpark heen vliegt
h_cor	=	correctie voor het verschil in het aandeel vogels op rotorhoogte tussen het te beoordelen windpark en het referentiewindpark
r	=	fractie van het vlak waarin de rotoren draaien, dat bedekt wordt door de rotor (berekend voor 1 turbine)
r_ref	=	fractie van het vlak waarin de rotoren draaien, dat bedekt wordt door de rotor in het referentiewindpark (berekend voor 1 turbine)
e	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het windpark gepasseerd wordt
e_ref	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het referentiewindpark gepasseerd wordt
p_cor	=	correctie van de aanvaringskans voor het verschil in het formaat van de rotor (en daaraan gerelateerde rotorsnelheid en breedte van de rotorbladen) tussen het referentiewindpark en het te beoordelen windpark
p	=	aanvaringskans

b, h en a_macro

De factoren b, h en a_macro bepalen samen de vogelflux door het windpark. De vogelflux (b) betreft het totaal aantal vogels dat in een bepaalde tijdsperiode (jaar, maand, dag) over de locatie van het (geplande) windpark vliegt. Afhankelijk van de manier waarop de flux (b) is gemeten of ingeschat (zowel in het plangebied als in het referentiewindpark), wordt gebruik gemaakt van de factoren h en a_macro om de totale flux op een bepaalde locatie naar beneden bij te stellen tot de flux die daadwerkelijk door het windpark vliegt. Als de flux van vogels (b) tot op grote hoogte boven het windpark bekend is (bijvoorbeeld inclusief seizoenstrek), kan met de factor h aangegeven worden welke fractie van deze flux (ongeveer) op turbinehoogte passeert. Vaak is de vogelflux bepaald in een (nul)situatie zonder windturbines. In een situatie met windturbines zal over het algemeen een deel van de flux uitwijken voor de turbines door om het windpark heen te vliegen. De fractie van de flux die op deze manier uitwijkt voor het windpark wordt aangegeven met de factor a_macro. De factoren h en a_macro betreffen dus altijd getallen tussen 0 en 1. In sommige gevallen heeft de flux (b) al specifiek betrekking op het windpark en is in dit getal ook al rekening gehouden met uitwijking. In dat geval kan voor h 1 en voor a_macro 0 ingevuld worden.

h_cor

De factor a_macro omvat geen uitwijking onder de rotoren door, want deze uitwijking is al verwerkt in de aanvaringskans omdat deze (over het algemeen) berekend is op basis van de vogelflux door het totale referentiewindpark. Wanneer echter het aandeel vogels op rotorhoogte in het te beoordelen windpark sterk afwijkt van het aandeel vogels op rotorhoogte in het referentiewindpark is het wenselijk om hiervoor te corrigeren.

Voorbeeld: In windparken met kleine turbines (waaronder sommige referentiewindparken) is de flux over het algemeen evenredig over het verticale vlak van het windpark verdeeld. In windparken met grotere turbines (waar bijvoorbeeld veel vliegbewegingen van lokale vogels plaatsvinden) kan het echter zo zijn dat relatief meer vogels onder de rotoren door vliegen dan door het vlak waar de rotoren in draaien. Wanneer er in het te beoordelen windpark relatief gezien weinig vogels door de rotoren vliegen, zal de aanvaringskans die in het referentiewindpark is vastgesteld (waar een groter aandeel van de vogels op rotorhoogte vloog) te hoog zijn en dus omlaag gecorrigeerd moeten worden.

h_cor wordt berekend volgens de volgende formule:

> h_cor = fractie van de flux op rotorhoogte / fractie van de flux op rotorhoogte in referentiewindpark

De fractie van de flux op rotorhoogte in het te beoordelen windpark betreft het aandeel van de flux die volgt uit de berekening (b * h * (1-a_macro)). Er hoeft hier dus niet

nogmaals gecorrigeerd te worden voor vogels die (hoog) over het windpark heen vliegen.

r en r_ref

Deze twee factoren worden op dezelfde manier berekend op basis van de configuratie en afmetingen van het te beoordelen windpark (r) en het referentiewindpark (r_ref). De formule is voor beide factoren als volgt:

r(_ref) = rotoroppervlak / (rotordiameter * gemiddelde afstand tussen turbines)

e en e_ref

Het aantal turbines dat een vogel tijdens een passage van het windpark gemiddeld passeert is afhankelijk van de configuratie van het windpark en de hoofdvliegrichting van de vogels door het windpark. De aanname voor e(_ref) is gekoppeld aan de manier waarop de flux (b) is bepaald. Bij het bepalen van deze flux is namelijk al nagedacht over de manier waarop vogels door het windpark vliegen. Voor een lijnopstelling wordt er vaak van uitgegaan dat de flux dwars door het windpark gaat (hoofdvliegrichting haaks op de lijnopstelling). In het geval van een lijnopstelling wordt dan ook over het algemeen aangenomen dat vogels één windturbine passeren, tenzij er duidelijke aanwijzingen zijn dat dit niet het geval is.

Wanneer de configuratie van het windpark min of meer vierkant is (en vogels over het algemeen vanuit alle richtingen door het windpark vliegen) wordt e(_ref) vaak berekend als de wortel van het totaal aantal turbines.

p_cor

Met deze factor wordt gecorrigeerd voor het verschil in rotoroppervlak (en de daaraan gerelateerde rotorsnelheid en breedte van de rotorbladen) tussen de turbines van het te beoordelen windpark en de turbines van het referentiewindpark. Bij een grotere rotor (die relatief langzamer draait en bredere rotorbladen heeft) is de aanvaringskans per vierkante meter rotoroppervlak kleiner dan bij een kleinere rotor. De formule voor p_cor is gebaseerd op de theoretische relatie tussen aanvaringskans en rotoroppervlak, afgeleid van het Band Model (Band *et al.* 2007). p_cor wordt berekend op basis van de volgende formule:

$p\_cor = 0{,}9785 * (O / Oref)^{-0{,}26}$

Waarin:

O	=	rotoroppervlak van de windturbines van het te beoordelen windpark (m^2)
Oref	=	rotoroppervlak van de windturbines van het referentiewindpark (m^2)

p

Deze factor betreft de aanvaringskans die voor de betreffende soort(groep) is vastgesteld in een referentiewindpark. Indien voor een soort(groep) meerdere aanvaringskansen beschikbaar zijn wordt met al deze aanvaringskansen het aantal aanvaringsslachtoffers berekend en wordt in de rapportage de gemiddelde uitkomst gepresenteerd. Sommige in de literatuur beschikbare aanvaringskansen zijn gebaseerd op een te beperkt onderzoek m.b.t. flux of aantallen slachtoffers, waardoor de onzekerheidsmarge te groot wordt. Deze aanvaringskansen worden door Bureau Waardenburg daarom niet gebruikt in het Flux-Collision Model. De gebruikte aanvaringskans(en) worden in de rapportage gepresenteerd.

Literatuur

Band, W., M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In De Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M., eds. Birds and Wind Power. Barcelona., Spain: Lynx Edicions.

Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird collisions Deltares v1-0.xls'. Appendix to report Z4513. Deltares, Delft.

Bijlage 4 Aerius berekening

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat resultaten van een stikstofdepositieberekening met AERIUS Calculator. U dient dit document te gebruiken ter onderbouwing van een vergunningaanvraag in het kader van de Wet natuurbescherming.

De resultaten geven de stikstofeffecten van deze activiteit weer voor Natura 2000-gebieden. AERIUS Calculator maakt enkel voor de PAS-gebieden inzichtelijk welke stikstofgevoelige habitattypen er voor komen en op welke hiervan een effect is. Op basis hiervan is aangegeven voor hoeveel hectares ontwikkelingsruimte benodigd is.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en stikstofoxide (NO_x), of één van beide. Hiermee is de depositie van de activiteit berekend en uitgewerkt.

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in de Calculator.

Berekening Situatie 1

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl en pas.natura2000.nl.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Bureau Waardenburg	Halsweg 3, 3248 LB Melissant

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
Windpark Kroningswind	RnJ8RHXEzjs3

Datum berekening	Rekenjaar	Rekeninstellingen
20 februari 2018, 12:49	2018	Berekend voor Wnb.

Tijdelijk project, startjaar	Duur in jaren
2018	1

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	7.906,90 kg/j
NH3	1,14 kg/j

Resultaten

Hectare met hoogste bijdrage (mol/ha/j)

Natuurgebied	Bijdrage
-	-

Toelichting

Aanleg van 19 windturbines

Locatie
Situatie 1

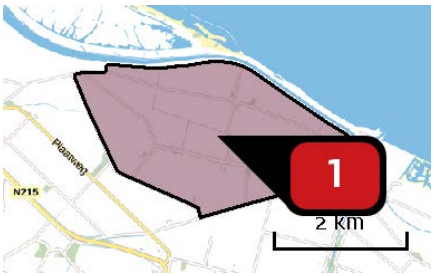


Emissie
Situatie 1

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
1	Plangebied - 19 turbines Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	7.179,37 kg/j
2	transportroute Wegverkeer | Buitenwegen	1,14 kg/j	727,52 kg/j

Emissie (per bron)

Situatie 1



Naam: Plangebied - 19 turbines

Locatie (X,Y): 65198, 423635

NOx: 7.179,37 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Dumper 320 kW, 2012, 2090 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	1.070,08 kg/j
AFW	Graafmachine 100 kW, 2006, 4091 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	711,83 kg/j
AFW	Graafmachine 28 kW, 2002, 405 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	38,78 kg/j
AFW	Hijskraan 100 kW, 2003, 608 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	173,28 kg/j
AFW	Hijskraan 200 kW, 2012, 2125 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	658,75 kg/j
AFW	Hijskraan 450 kW, 2012, 3563 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	2.485,19 kg/j
AFW	Kiepbak 450 kW, 2005, 285 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	238,54 kg/j
AFW	Laadschop 200 kW, 2005, 1729 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	726,18 kg/j
AFW	Vorkheftruck 100 kW, 2011, 3040 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	784,32 kg/j
AFW	Wals 90 kW, 2003, 1425 uur		4,0	4,0	0,0	NOx	292,41 kg/j



Naam	transportroute
Locatie (X,Y)	68281, 418536
NOx	727,52 kg/j
NH3	1,14 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Bussen	1,0	NOx NH3	10,41 kg/j < 1 kg/j
Euroklasse	Vrachtauto diesel 3,5-10 ton GVW - Euro 5	42,0	NOx NH3	713,58 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Licht verkeer	2,0	NOx NH3	3,53 kg/j < 1 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden verleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS	versie 2016L_20171215_64190d2d2b
Database	versie 2016L_20170828_c3f058f00f

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/nl/factsheets/uitleg

BIJLAGE 8



RAPPORT

Invloed Windpark Kroningswind op waterveiligheid waterkeringen

Beoordeling invloed door ondergrondse effecten op Boezamkade Zuiderdiep en Nieuwe Dijk

Klant: Pondera Consult

Referentie: M&ABF6345R001D03

Versie: 03/Concept

Datum: 24 januari 2018

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Netherlands
Maritime & Aviation
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Invloed Windpark Kroningswind op waterveiligheid waterkeringen

Ondertitel: Waterveiligheid WP Kroningswind
Referentie: M&ABF6345R001D03
Versie: 03/Concept
Datum: 24 januari 2018
Projectnaam: WP Kroningswind
Projectnummer: BF6345
Auteur(s): Ilse Hergarden

Opgesteld door:	Ilse Hergarden
Gecontroleerd door:	Jurgen Cools
Datum/Initialen:	24-01-2018, JCo
Goedgekeurd door:	Michiel de Jong
Datum/Initialen:	

Classificatie
Projectgerelateerd

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Royal HaskoningDHV

Inhoud

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	4
1.3	Afbakening	4
2	**Projectomschrijving**	**5**
2.1	Projectlocatie	5
2.2	Windparkonderdelen	5
2.3	Projectfasering	6
2.4	Waterkering	6
3	**Beoordelingscriteria**	**10**
3.1	Criteria ten aanzien van veiligheid	10
3.2	Criteria ten aanzien van ruimtelijke inpassing	10
3.3	Criteria ten aanzien van constructie en uitvoering	11
3.4	Criteria ten aanzien van robuustheid	11
3.5	Criteria ten aanzien van beheer	11
3.6	Normen en richtlijnen	12
3.7	Veiligheidsfactoren macrostabiliteit	12
4	**Geotechnisch ondergrondmodel**	**14**
4.1	Geometrie	14
4.2	Geologie	16
4.3	Grondonderzoek	18
4.4	Bodem- en dijkopbouw	18
4.5	Grondparameters	20
4.6	Waterstanden	20
4.7	Modellering verloop waterstanden	21
5	**Belasting op de waterkering**	**22**
5.1	Kruinbelasting	22
5.2	Belasting tijdens aanleg en verwijderen van windturbines	22
5.3	Belasting tijdens gebruik van de windturbines	22
6	**Beoordeling van effecten op faalmechanismen waterkering**	**25**
6.1	Relevante faalmechanismen	25
6.2	Beoordeling effecten op hoogte (HT)	28

6.3 Beoordeling effecten op piping (STPH) 29
6.4 Beoordeling effecten op binnenwaarste macrostabiliteit (STBI) 29
6.5 Beoordeling effecten op buitenwaarste macrostabiliteit (STBU) 32
6.6 Conclusie effecten op faalmechanismen waterkering 33

7 Referenties 35

Tabellen

Tabel 2-1 Kenmerken opstellingen WP Kroningswind 5
Tabel 2-2 Gegevens legger regionale keringen 8
Tabel 2-3 Overzicht IPO-veiligheidsklassen met bijbehorende stabiliteitseisen 9
Tabel 3-1 Materiaalfactoren 12
Tabel 4-1 Aangehouden bodemopbouw 19
Tabel 4-2 Grondsoorten en grondparameters 20
Tabel 4-3 Overzicht te beschouwen situaties 20
Tabel 4-4 Te hanteren waterpeil i.r.t. niveau maaiveld en keringen 21
Tabel 6-1 Omschrijving faalmechanismen (VTV2006) 25
Tabel 6-2: Relevante faalmechanismen (O) per projectfase en windparkonderdeel 27
Tabel 6-3 beoordeling hoogte 28
Tabel 6-4 Resultaten berekeningen stabiliteit binnenwaarts 30
Tabel 6-5 Resultaten berekeningen stabiliteit buitenwaarts 32
Tabel 6-6: samenvattende tabel effectbeoordeling 34

Figuren

Figuur 1-1 Plangebied en ligging waterkeringen 1
Figuur 1-2 Voorkeursopstellingen windturbines 2
Figuur 1-3 Indeling locatie windturbine t.o.v. waterkering in 3 zones, uit [REF.2] 3
Figuur 1-4 Risico indeling uit [REF.2] 3
Figuur 2-1 Overzicht regionale waterkeringen WSHD in plangebied (bron: website WSHD) 7
Figuur 2-2 Zonering boezemkaden (bron: Toelichting bij de Legger van regionale waterkeringen) 8
Figuur 2-3 Zonering secundaire keringen (bron: Toelichting bij de Legger van regionale waterkeringen) 8
Figuur 2-4 Bestaande kruinhoogte Nieuwe Dijk volgens legger (GO-7-S 6800-11000) 9

Figuur 2-5 Bestaande kruinhoogte boezemkade Zuiderdiep volgens legger (GO-8-B1 0300-5400) 9
Figuur 4-1 Dwarsprofiel Nieuwe Dijk 14
Figuur 4-2 Dwarsprofiel Zuiderdiepdijk én boezemkade Zuiderdiep 15
Figuur 4-3 Dwarsprofiel Boezemkade Zuiderdiep (meer detail) 15
Figuur 4-4 Dwarsprofiel Heuvelweg (conform RPS [REF.9]) 15
Figuur 4-5 Dwarsprofiel bestaande weg tpv nieuw aan te leggen kade (Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg) 16
Figuur 4-6 Geologische doorsnede plangebied 16
Figuur 4-7 Geologische doorsnede Nieuwe Dijk 17
Figuur 4-8 Geologische doorsnede boezemkade Zuiderdiep 17
Figuur 4-9 Geologische doorsnede nog aan te leggen kade 17
Figuur 4-10 Locatie beschikbaar grondonderzoek uit Dinoloket 18
Figuur 4-11 Locaties grondonderzoek tbv ontwerp nieuwe boezemkades 18

Bijlagen

A1 Plangebied met waterkeringen
A2 Geplande locaties windturbines WP Kroningswind VKA1
A3 Geplande locaties windturbines WP Kroningswind VKA2
A4 Kernzone nieuwe regionale kering
A5 Geplande locaties kraanopstelplaatsen en toegangswegen
A6 Geplande locaties kabels
A7 Afwegingskader windturbines
A8 Legger Primaire waterkering
A9 Hoogtegegevens uit AHN2
A10 Boringen en sonderingen uit DINO-database
A11 Regionale database (WSHD) voor Goeree-Overflakkee
A12 Peilgebieden Kroningspolder
A13 Toetspeilen boezemkaden WSHD
A14 Resultaten stabiliteitsberekeningen - STBI
A15 Resultaten stabiliteitsberekeningen –STBU
A16 Naamgeving keringen Zuiderdiep

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Windpark Kroningswind BV heeft het voornemen om in de Kroningspolder en omliggende gebieden, in de gemeente Goeree-Overflakkee, een windpark te realiseren. Door Pondera Consult is een MER opgesteld, waarin zes alternatieve opstellingen zijn onderzocht, bestaande uit 16 tot 26 windturbines. Uit het MER zijn twee voorkeursalternatieven naar voren gekomen:

- VKA1 voor een opstelling met 17 windturbines, zie bijlage A2 en Figuur 1-2;
- VKA2 voor een opstelling met 19 windturbines, zie bijlage A3 en Figuur 1-2.

Voor beide voorkeursalternatieven dient in het kader van de Waterwet en ten behoeve van de milieueffectrapportage en het bestemmingsplan onderzocht te worden wat de effecten van de windturbines zijn op de waterveiligheid (waterkerende functie van de bestaande keringen). In het projectgebied zijn zowel primaire als regionale waterkeringen aanwezig, zie Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Plangebied en ligging waterkeringen

De keringen worden beheerd door Waterschap Hollandse Delta (WSHD). Het waterschap stelt, dat voor de windturbines en overige windparkonderdelen die deels of geheel zijn gelegen binnen (op, in, onder of over) het waterstaatswerk en beschermingszones, aangetoond dient te worden dat de waterkerende functie en de stabiliteit van de waterkering blijft gewaarborgd, dat het doelmatig beheer en onderhoud aan de waterkering niet wordt bemoeilijkt en dat de keringen in de toekomst versterkt kunnen worden.

In de volgende figuur (Figuur 1-2) zijn de locaties van de beoogde windturbines aangegeven, inclusief de zonering van de regionale waterkering. Voor de zonering van de primaire kering wordt verwezen naar bijlagen A2 en A3.



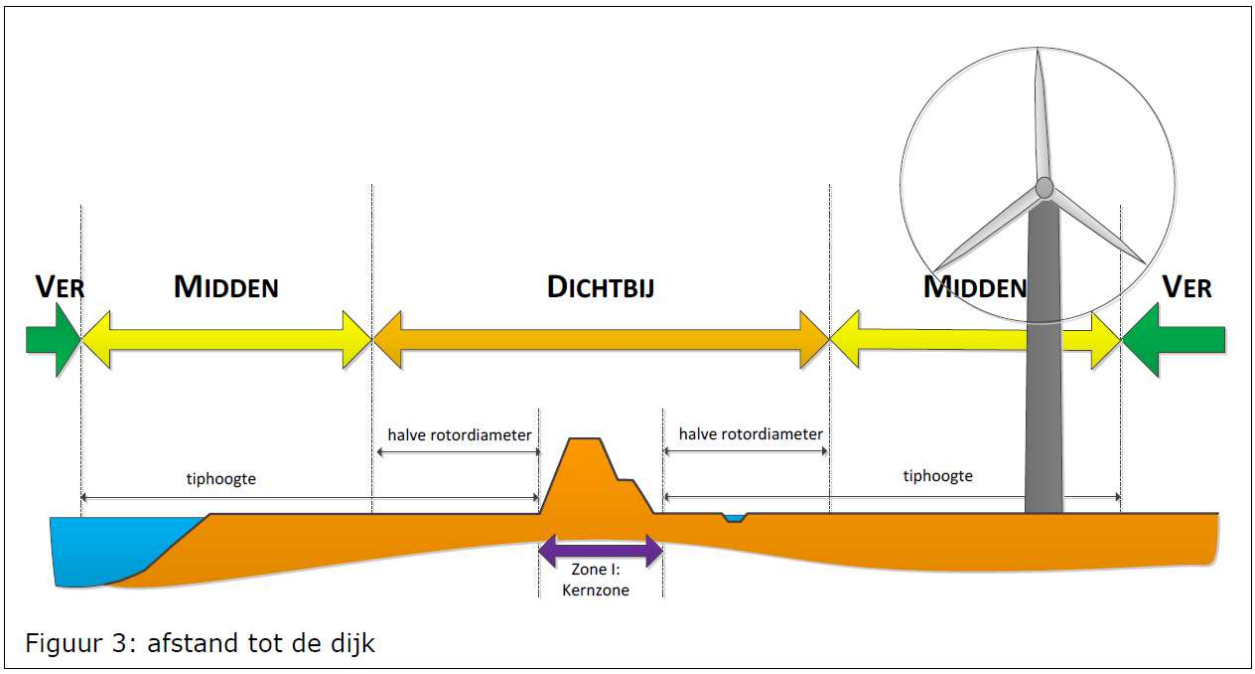
VKA1 (17 turbines)



VKA2 (19 turbines)

Figuur 1-2 Voorkeursopstellingen windturbines

Daarnaast geldt dat voor primaire keringen, conform [REF.2] een risicoprofiel moet worden opgesteld waarbij de locatie van de windturbine in relatie tot de huidige veiligheid van de dijk wordt bepaald. Hiervoor zijn een figuur en tabel opgesteld, zie Figuur 1-3 en Figuur 1-4.



Figuur 3: afstand tot de dijk

Figuur 1-3 Indeling locatie windturbine t.o.v. waterkering in 3 zones, uit [REF.2]

afstand turbine tot kernzone / waterveiligheid dijk	ver	midden	dichtbij
veilig	1	2	3
nader onderzoek	2	3	4
(eventueel) te versterken	3	4	5

Figuur 1-4 Risico indeling uit [REF.2]

De geplande windturbines zijn gelegen op relatief grote afstand tot de primaire waterkering (> 130 meter van de kernzone). Op basis van de legger van Waterschap Hollandse blijkt dat de windturbines (inclusief fundament) worden geplaatst net buiten de buitenbeschermingszone aan de binnenkant van de waterkering. Volgens [REF.2] geldt voor de turbines een risicoprofiel type 2. Door de grote afstand zal de negatieve invloed op de waterveiligheid nihil zijn. Echter, beoordeling van de invloed van de beoogde windturbines op de primaire waterkering tijdens de exploitatiefase is nodig. In hoofdstuk 5 is de belasting ten gevolge van de windturbine op de primaire waterkering nader onderbouwd.

De windturbines liggen dichterbij de regionale waterkeringen. De turbines zijn gepositioneerd op minimaal 68 meter vanaf de kernzone van de regionale waterkering. Op basis van de legger van waterschap Hollandse Delta liggen de windturbines (inclusief fundament) buiten de beschermingszone van de keringen. De rotorbladen kunnen echter wel reiken tot boven de beschermingszone van de regionale waterkering. Beoordeling van het effect van de windturbines op deze keringen tijdens de exploitatiefase is

nodig. De bouw en het verwijderen van het fundament vindt plaats buiten de beschermingszone en is daarom niet relevant.

In het noordwesten van het plangebied wordt in het kader van natuurontwikkeling project 'Blok de Wit', de regionale waterkering verlegd naar de Scharrezeeweg/Zuiderzeeweg (zie figuur in bijlage A1). De 4 of 5 turbines langs deze weg komen hier buitendijks (in het natuurgebied) te liggen. De inrichting van dit natuurgebied is onderzocht door RPS. In [REF.10] is het referentieontwerp van de nieuwe boezemkades opgenomen. De invloed van de turbines op de nieuwe boezemkade is eveneens beoordeeld.
Het effect van (zwaar) transport over de nieuw aan te leggen kering ter plaatse van de Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg (op de kruin van de nieuwe kering) tijdens de bouwfase is beschouwd.

1.2 Doel

Dit rapport betreft een beschrijving van de geïnventariseerde gegevens, afgeleide randvoorwaarden en uitgangspunten, en de beoordeling van de ondergrondse effecten van de beoogde windturbines op de waterveiligheid van de waterkeringen.

1.3 Afbakening

De beoordeling is uitgevoerd voor de ondergrondse (grondmechanische) effecten van de trillingen van de windturbines in de gebruiksfase. Daarnaast is gekeken naar de ondergrondse effecten tijdens de bouwfase door aanleg en gebruik van wegen en de bekabeling binnen (op, in, onder of over) het waterstaatswerk en beschermingszones.

Beoordeling van de additionele faalfrequentie van de waterkering(en) ten gevolge van bovengrondse effecten is geen onderdeel van deze rapportage. Bovengrondse effecten betreffen het mogelijk falen van de windturbines of een onderdeel hiervan tijdens de exploitatiefase. Dit is afzonderlijk beschouwd en gerapporteerd door Pondera Consult.

2 Projectomschrijving

2.1 Projectlocatie

Het Windpark Kroningswind is voorzien ten oosten van Stellendam op Goeree-Overflakkee, zie Figuur 1-1 en Figuur 1-2. De windturbines zijn voorzien in de Kroningspolder, gelegen tussen de N215 en de Zuiderdiepdijk.

2.2 Windparkonderdelen

Voor de beoordeling van de effecten op de waterveiligheid van de waterkeringen wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende onderdelen:

- Windturbine en fundatie;
- Civiele werken: kraanopstelplaats en toegangswegen;
- Elektrische werken: windparkbekabeling.

De onderdelen zijn hieronder nader omschreven.

Windturbine en fundatie
In deze beoordeling zijn onderstaande twee opstellingen beschouwd, zie Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Kenmerken opstellingen WP Kroningswind

Aspect	VKA1	VKA2
Ashoogte	Max 136m	Max 100m
Tiphoogte	Max 200m	Max 150m
Rotordiameter	Max 136m	Max 117m
Aantal windturbines	17	19

Op dit moment is nog niet bekend welk type windturbine toegepast zal worden. De windturbines vallen in de 3MW klasse. In de effectbeoordeling is uitgegaan van een maatgevende windturbine van het type Enercon E115. Indien gekozen wordt voor een ander type, dan dient te worden nagegaan of deze een gelijk (of geringer) gewicht heeft.

De fundering zal bestaan uit een ronde funderingsplaat, welke wordt gefundeerd op palen. De diameter van de fundering zal maximaal 26 m bedragen. De palen zullen grondverdringend en heiend op diepte worden gebracht. De paallengte zal naar verwachting 20 à 30 meter bedragen.

Kraanopstelplaats
Naast elke windturbine zal een kraanopstelplaats worden gerealiseerd. De afmetingen hiervan zijn circa 40 m x 60 m, zie overzicht in bijlage A4. De kraanopstelplaatsen dienen geschikt te zijn voor belastingen door rupsbanden of kraanstempels. De rekenwaarde van de maximale funderingsdruk bedraagt veelal 200 kPa (na spreiding door schotten). Voor de kraanopstelplaats zal moeten worden ontgraven, waarna wordt aangevuld en opgehoogd met zand en menggranulaat om voldoende draagkracht te garanderen. In de ophoging kunnen meerdere lagen geogrids worden aangebracht om de laagdikte te minimaliseren. Ter plaatse van de stempels wordt uitgegaan van een fundering op palen om zettingen te minimaliseren, waarbij palen worden ingebracht tot in het draagkrachtige zand onder de Holocene deklaag. Naar verwachting zijn vier tot zes palen benodigd per stempelplaat.

Toegangswegen
Transport naar en van de windturbinelocaties zal grotendeels plaatsvinden via de bestaande verhardingen, waaronder Halsweg, Heuvelweg, Scharrezeeweg, Zuiderdiepweg, Nieuwedijk en Oudedijk. Tussen deze wegen en de kraanopstelplaatsen zullen toegangswegen worden aangelegd. In bijlage A4 zijn in paars/roze de geplande wegen aangegeven. De wegen krijgen een breedte van maximaal 5 m. Deze grondwerken bevinden zich bij WTG5 en WTG6 in de buitenbeschermingszone van de primaire kering. Daarnaast zal transport over de nieuwe kering (Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg) plaatsvinden, over de kruin van de kering en ter plaatse van de Halsweg aan de teen van de kering. Voor de overige locaties geldt dat de wegen buiten de beschermingszone liggen.
De wegverharding bestaat doorgaans uit een laag menggranulaat (250 mm à 400 mm) op een laag geogrid (Tensar Triax TX160 of vergelijkbaar).

Windparkbekabeling
Voor de aansluiting van de windturbines zullen kabels worden aangelegd. De ligging van het kabeltracé is aangegeven in bijlage A6. De bekabeling mag binnen de beschermingszone van de waterkering niet parallel aan de kering worden uitgevoerd. Aan deze voorwaarde is voldaan. Op een tweetal locaties kruist het tracé de regionale waterkering: ter plaatse van aansluiting WTG16 en aansluiting WTG17. Deze locaties zijn nader beschouwd, zie paragraaf 6.2.

2.3 Projectfasering

In de beoordeling van de invloed van de ondergrondse effecten windparkonderdelen op de waterkerende functie worden de volgende projectfasen onderscheiden:

- *Bouwfase*: deze fase betreft de grondwerkzaamheden in de beschermingszone, namelijk de ontgravingen ten behoeve van bekabeling (bij de dijkkruisingen) en de aanleg van de toegangsweg bij WTG5 en WTG6. Daarnaast zal (zwaar) transport over de Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg plaatsvinden, tijdens de bouw van de windturbines. Vanwege de ligging buiten de beschermingszone is het ontgraven en heien van palen voor het fundament niet relevant;
- *Gebruiksfase*: het operationeel zijn van de windturbine. Onder invloed van windbelasting treden trillingen op de in ondergrond;
- *Verwijderingsfase*: deze fase betreft het verwijderen van de toegangswegen en bekabeling. De oorspronkelijke situatie van voor de aanleg zal hierbij worden hersteld.

2.4 Waterkering

De *primaire waterkering*, de Zuiderdiepdijk, is onderdeel van dijkring 25 ‘Goeree-Overflakkee’ en is in beheer bij WSHD. De windturbines zijn voorzien in traject 25-2 met een totale lengte van 26,9 km, op het deel tussen km 4,2 en km 7,0, nabij km 5,0. De dijk beschermt het achterland tegen hoogwater vanuit het Haringvliet.

De te beschouwen *regionale waterkeringen* liggen binnen dijkring 25 en zijn eveneens in beheer bij WSHD. De windturbines zijn voorzien nabij dijkvakken:

- GO-7-S-10: Nieuwe Dijk met een totale lengte van 4720 m;
- GO-8-B-1: Zuiderdiepweg met een totale lengte van 5403 m.

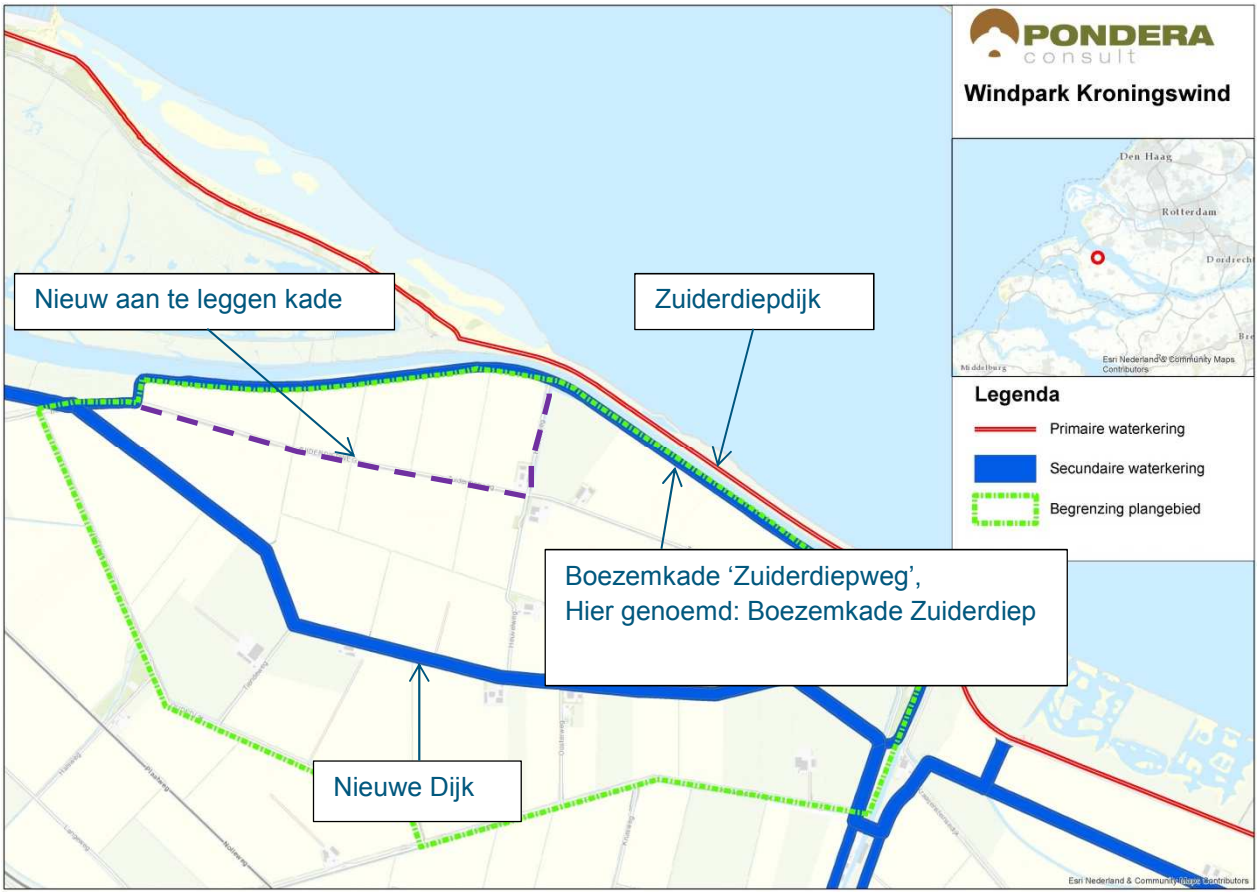
De dijkvakken zijn in Figuur 2-1 aangegeven.

Opgemerkt wordt dat de naamgeving van de primaire kering, de regionale kering en de weg verwarrend is. In bijlage A16 is toegelicht dat de regionale kering ‘Zuiderdiepweg’ in dit rapport verder ***Boezemkade Zuiderdiep*** genoemd zal worden.

De Nieuwe Dijk (blauwe lijn) is een niet-genormeerde secundaire waterkering (compartimenteringskering) welke door WSHD (nog) niet is getoetst. De locatie van deze dijk is handmatig toegevoegd in de figuur.

De boezemkade Zuiderdiep is een genormeerde boezemkade langs de Zuiderdiepboezem.

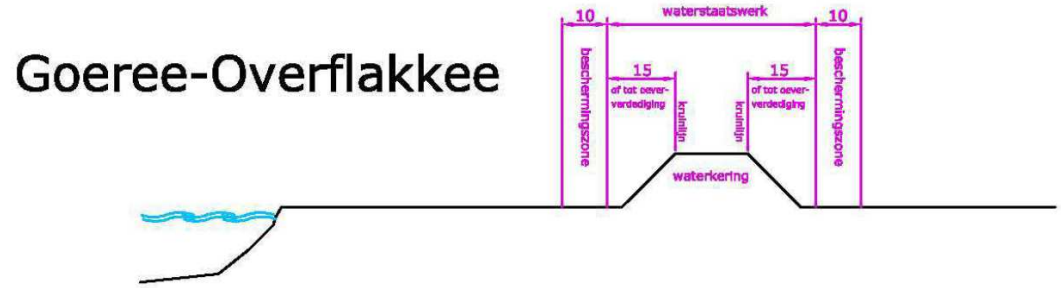
De nieuw aan te leggen kade t.b.v. de natuurontwikkeling is gestippeld (paars) aangegeven (tracé Scharrezeeweg-Zuiderdiepweg-Heuvelweg).



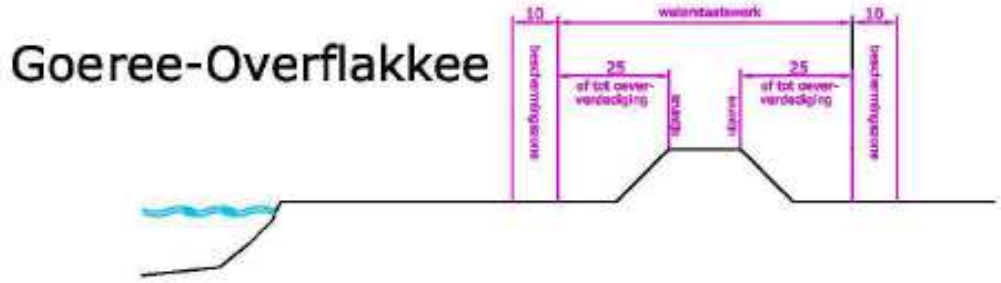
Figuur 2-1 Overzicht regionale waterkeringen WSHD in plangebied (bron: website WSHD)

In de Legger van WSHD zijn voor de Zuiderdiepdijk drie zones opgenomen, de kernzone van de waterkering (van buitenteenlijn naar binnenteenlijn), de beschermingszone en buitenbeschermingszone.

Voor de regionale waterkering worden twee verschillende zones onderscheiden, namelijk het waterstaatswerk zelf en de beschermingszones. De zonering conform de Legger van WSHD voor boezemkaden en regionale waterkeringen is weergegeven in respectievelijk Figuur 2-2 en Figuur 2-3.



Figuur 2-2 Zonering boezemkaden (bron: Toelichting bij de Legger van regionale waterkeringen)



Figuur 2-3 Zonering secundaire keringen (bron: Toelichting bij de Legger van regionale waterkeringen)

De verschillende zones worden hierna nader beschreven.

Kernzone of Waterstaatswerk
De kernzone van de Zuiderdiepdijk is in dwarsprofielen en bovenaanzicht opgenomen in de Legger, zie bijlage A7. De dijktafelhoogte bedraagt NAP +5,30 m.

In de Legger is voor de regionale keringen in tabelvorm aangegeven wat de minimale dijktafelhoogte, kruinbreedte en minimale taludhellingen zijn voor de keringen. Daarnaast is de begrenzing van de kering opgegeven vanaf de binnen- en buitenkruinlijn, zie Figuur 2-2 en Figuur 2-3. In onderstaande tabel zijn deze gegevens voor de te beschouwen keringen opgenomen.

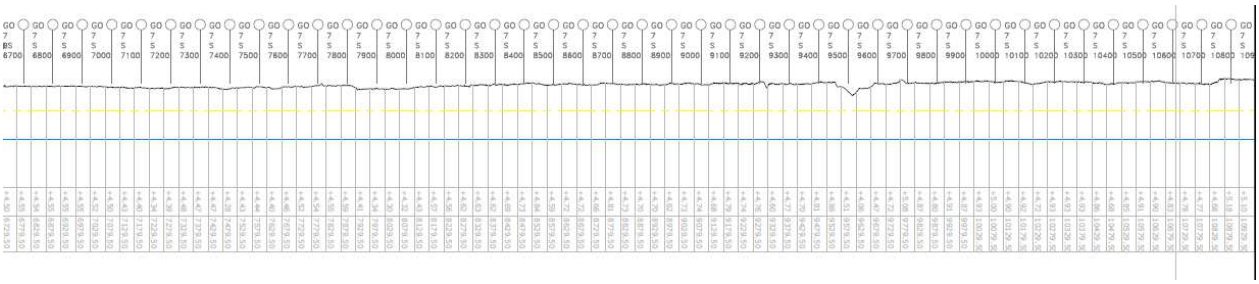
Tabel 2-2 Gegevens legger regionale keringen

Dijkvak	Naam	Taluds	Dijktafelhoogte	Kruinbreedte	Begrenzing
GO-7-S-10	Nieuwe Dijk	1:2	+2,50 m NAP	3 m	25
GO-8-B1	Boezemkade Zuiderdiep	1:2	+1,02 m NAP	3 m	15
Nog te realiseren kade, niet opgenomen in legger, voorstel kernzone in bijlage A4 (opgesteld door Pondera Consult en akkoord door WSHD)					

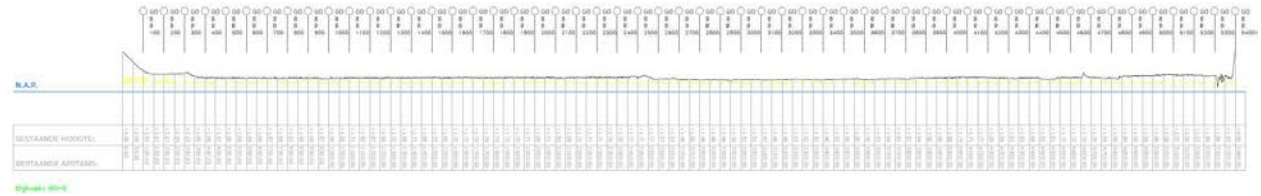
In onderstaande figuren is de huidige hoogte van de regionale keringen (grijze lijn) opgenomen. Voor de Nieuwe Dijk geldt dat de kruinhoogte varieert tussen ca. NAP +4,5 en +5,0 m. De dijktafelhoogte (minimaal benodigde hoogte) is NAP +2,50 m. De huidige dijk heeft ruim 2 m overhoogte.

De boezemkade Zuiderdiep heeft een kruinhoogte van circa NAP +1,4 à +1,8 m. Voor deze kering geldt een dijktafelhoogte van NAP +1,02 m. De overhoogte hier is enkele decimeters.

De ontwerphoogte van de nog te realiseren kade is NAP +1,70 m [REF.10]. De huidige weg heeft een hoogte van minimaal NAP +2 m.



Figuur 2-4 Bestaande kruinhoogte Nieuwe Dijk volgens legger (GO-7-S 6800-11000)



Figuur 2-5 Bestaande kruinhoogte boezemkade Zuiderdiep volgens legger (GO-8-B1 0300-5400)

Beschermingszones

Voor de primaire kering geldt dat de beschermingszone bestaat uit een strook van 30 m uit de kernzone. De buitenbeschermingszone is een strook van 100 m vanaf de beschermingszone.

In de Legger is voor de regionale waterkeringen van Goeree-Overflakkee een beschermingszone van 10 m gedefinieerd aan weerszijden van het waterstaatswerk.

Normfrequentie

In de beoordeling van de hoogte en stabiliteit zal worden uitgegaan van de huidige situatie zonder windturbines. Inzichtelijk zal worden gemaakt wat de procentuele afname is als gevolg van de aanwezigheid van de windturbine.

Voor de Zuiderdiepdijk geldt een norm van 1/1000 per jaar (maximaal toelaatbare faalkans is 1/300 per jaar).
Voor de boezemkades (Zuiderdiep en de nieuw aan te leggen kade) geldt een norm van 1/10 per jaar (klasse I). Voor de secundaire kering (Nieuwe Dijk) zal een vergelijking worden gemaakt met de hoogste IPO veiligheidsklasse V voor regionale waterkeringen, zie Tabel 2-3. Bij deze klasse hoort een veiligheidsnorm van 1/1.000 per jaar.

Tabel 2-3 Overzicht IPO-veiligheidsklassen met bijbehorende stabiliteitseisen

IPO-veiligheidsklasse	Veiligheidsnorm [1/jr]	Schadefactor	Economische gevolgschade [Miljoen Euro]
I	1/10	0,80	<8
II	1/30	0,85	8 – 25
III	1/100	0,90	25 – 80
IV	1/300	0,95	80 – 250
V	1/1000	1,00	>250

Huidige veiligheid
De Zuiderdiepdijk is in toetsrondes en in de VNK analyse (ruim) voldoende bevonden.

De boezemkade Zuiderdiep is door het WSHD getoetst. Hieruit blijkt dat de kering over een grote lengte voldoet en dat slechts op enkele stukken nader onderzoek nodig is. Uitgangspunt is dan ook dat deze kering nu voldoet.

Voor de Nieuwe Dijk geldt dat geen toetsing is uitgevoerd. Echter, de dijk is momenteel veel hoger dan noodzakelijk. De verwachting is dat deze kering ook voldoende veilig is op dit moment.
De nieuwe boezemkade is ontworpen volgens vigerende richtlijnen met een planperiode van 30 jaar. Deze kade voldoet na aanleg.

3 Beoordelingscriteria

3.1 Criteria ten aanzien van veiligheid

Het waterschap stelt, dat voor de windturbines en overige windparkonderdelen die deels of geheel zijn gelegen binnen (op, in, onder of over) de kering /het waterstaatswerk en beschermingszones, aangetoond dient te worden dat de waterkerende functie en de stabiliteit van de waterkering blijft gewaarborgd.

Voor de waterkeringen geldt dat de veiligheid van de kering gewaarborgd dient te zijn bij maatgevende waterstanden, behorend bij de volgende gespecificeerde norm:

- Zuiderdiepdijk: 1/1.000 per jaar
- Boezemkade Zuiderdiep en nog aan te leggen kade: 1/10 per jaar (IPO klasse I)
- Nieuwe Dijk (regionale waterkering): 1/1.000 per jaar (IPO klasse V)

Indien er door aanwezigheid van de windturbines sprake is van een ‘significante’ afname van de waterveiligheid tot onder het vereiste niveau, dan dienen compenserende maatregelen te worden genomen. In overleg met het waterschap dient te worden bepaald of de afname toelaatbaar is.

In [REF.2] is aangegeven wat voor windturbinelocaties met risicoprofiel 1 en 3 geldt:

- Type 1: windturbines op een locatie ver van een dijk, die in principe veilig is. Vanuit waterveiligheid zijn er geen bijzondere voorwaarden te stellen aan het plaatsen en exploiteren van de windturbine
- Type 3: windturbines op een locatie ver van een dijk die eventueel versterkt moet worden, of dicht bij een dijk, die wel veilig is. De initiatiefnemer dient aan te tonen, dat het plaatsen, exploiteren en uiteindelijk ontmantelen van de windturbine(s) (inclusief te nemen extra voorzieningen en/of maatregelen) geen negatief effect heeft op de waterveiligheid en/of een eventuele toekomstige versterking

In deze situatie geldt voor een 4-tal locaties (direct langs de Zuiderdiepdijk) dat deze in type 2 worden ingedeeld. Hiervoor is geen maatregel omschreven. Daarom is uitgegaan van gelijke werkwijze als voor type 3, namelijk aantonen dat er geen effecten te verwachten zijn. Voor de overige locaties geldt dat deze van type 1 zijn voor wat betreft de positie ten opzichte van de primaire kering.

3.2 Criteria ten aanzien van ruimtelijke inpassing

Voor bouwwerken in of nabij waterkeringen is beleidsregel BL-01 opgesteld [REF.1]. Aangezien het fundament van de windturbine is voorzien op ruime afstand van de waterkering en buiten het profiel van vrije ruimte zijn de beleidsregels niet van toepassing.

Wel relevant is beleidsregel BL-03 voor kabels in of nabij waterkeringen [REF.1]. Ten aanzien van de ruimtelijke inpassing geldt:

1. Kabels mogen niet in de kruin of het talud van het waterstaatswerk worden aangebracht.
2. Kabels moeten op minimaal 5,00 m uit de (teen)lijn van het binnen- en/of buitentalud worden aangebracht.

3.3 Criteria ten aanzien van constructie en uitvoering

In de beleidsnota [REF.1] zijn de volgende criteria gesteld voor kabels en leidingen:

1. Bij het toepassen van mantelbuizen in en nabij de waterkering, anders dan kruisingen, wordt de kabel (en mantelbuis) gezien als leiding en is de daarbij behorende beleidsregel van toepassing.
2. De voorkeursvolgorde ten aanzien van kruisingen van waterkeringen betreft: open ontgraving, horizontaal gestuurde boring of een eventueel alternatief.
3. Kruisende kabels moeten de waterkering zo minimaal mogelijk (haaks) kruisen.
4. Kruisende kabels moeten onder de kleilaagdekking worden aangebracht (met uitzondering van gestuurde boringen).
5. Het gebruik van mantelbuizen bij het kruisen van waterkeringen in open ontgraving is niet toegestaan.
6. Het gebruik van mantelbuizen bij het kruisen van waterkering door middel van een gestuurde boring is toegestaan, wat tot gevolg heeft dat de kabels (en mantelbuis) wordt gezien als een leiding en de daarbij behorende beleidsregel van toepassing is.
7. Kabels moeten zoveel als mogelijk worden geclusterd en/of in bestaande tracés worden aangebracht.
8. Niet meer in gebruik zijnde kabels moeten worden verwijderd uit de zonering van de waterkering.

3.4 Criteria ten aanzien van robuustheid

De technische levensduur van de windturbines is 25 jaar. Dit betekent dat hoogte en stabiliteit van de waterkering voor een periode van minimaal 25 jaar gewaarborgd dient te zijn.
Om rekening te houden met onzekerheden in de waterstanden gedurende de planperiode van 25 jaar dient voor *primaire waterkeringen* conform Leidraad Rivieren rekening te worden gehouden met een robuustheidstoeslag van 0,3 m op de maatgevende hoogwaterstand (MHW). Voor de *regionale waterkering* wordt conform [REF.10] een robuustheidstoeslag van 0,1 m gehanteerd in de effectbeoordeling.

3.5 Criteria ten aanzien van beheer

Het beoordelingsrapport dient, samen met de risicoanalyse (Pondera Consult), als onderbouwing voor toekomstige periodieke veiligheidstoetsingen van de waterkering. De windturbine zal hierbij worden beoordeeld als Niet Waterkerend Object (NWO). De rapportage dient conform de vigerende normen te zijn uitgevoerd en volledig te zijn om te kunnen dienen als basis voor de toetsingen.

Verder moet te allen tijde toegang mogelijk zijn voor materieel naar en op waterkeringpercelen voor het onderhoud (maaien, beweiden, herstelwerkzaamheden). Tenslotte moet ten behoeve van de waarborging van de mogelijkheid tot inspectie door het waterschap op en langs waterkeringen voldoende ruimte beschikbaar blijven. Het bovenstaande betekent dat voor waterkeringen stroken moeten worden vrijgehouden van obstakels/bouwwerken zodat onderhoud door het waterschap uitgevoerd kan worden, maar ook voldaan kan worden aan de mogelijkheid tot inspectie.

3.6 Normen en richtlijnen

De basis voor de effectbeoordeling zijn de richtlijnen voor het ontwerp en toetsen van waterkeringen. Voor het ontwerp is de volgende handreikingen van toepassing:

- RWS, Handreiking ontwerpen met overstromingskansen OI2015v4 [REF.3];
- STOWA, Handreiking ontwerpen & verbeteren boezemkaden [REF.4];
- STOWA, Leidraad toetsen veiligheid regionale waterkeringen [REF.5].

3.7 Veiligheidsfactoren macrostabiliteit

Conform de handreikingen vindt de berekening van de macrostabiliteit plaats volgens de aanwijzingen uit de handreiking voor primaire keringen [REF.3], het Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies (TRWG) [REF.6] en het addendum op dit technisch rapport [REF.7]. De berekening is gebaseerd op partiële veiligheidsfactoren.
De volgende partiële veiligheidsfactoren worden onderscheiden:

- schadefactor: partiële factor die verband houdt met differentiatie in veiligheidsniveau
- modelfactor: partiële factor die verband houdt met rekenmodel
- schematiseringsfactor: partiële factor die verband houdt met de schematisatie van bodemopbouw en waterspanningen
- materiaalfactor: partiële factor die verband houdt met de onzekerheid in materiaalparameters

Schadefactoren
De schadefactor voor de Zuiderdiepdijk bedraagt 1,08 (bij normkans).

Ter beoordeling van de veiligheidsmarge zal voor de boezemkades (Zuiderdiep en nog te realiseren kade) worden uitgegaan van een schadefactor van 0,8.

Voor de secundaire kering (Nieuwe Dijk) zal een waarde van 1,0 voor de hoogste IPO-klasse worden gehanteerd. In de effectbeoordeling zal daarnaast worden nagegaan voor de huidige situatie wat de ‘overall’ veiligheidsfactor is.

Voor de bouw- en verwijderfase mag worden uitgegaan van een lagere schadefactor. Voor de primaire kering is dit niet relevant. Voor de secundaire kering wordt uitgegaan van 0,9. Voor de boezemkades wordt de factor niet aangepast, deze blijft 0,8.

Modelfactor
De modelfactor is afhankelijk van het rekenmodel. Stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd conform het Bishop model. Voor dit model geldt conform het Addendum bij het TRWG [REF.7]: γ_d = 1,0.

Materiaalfactoren
De materiaalfactoren om voor de regionale keringen te komen tot rekenwaarden zijn conform [REF.5]. De te hanteren materiaalfactoren voor het ontwerp zijn gepresenteerd in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Materiaalfactoren

Grondparameter	Symbool	Klei	Veen	Zand
Hoek van inwendige wrijving[a]	$\gamma_{\varphi'}$	1,15	1,15	1,15
Cohesie	$\gamma_{c'}$	1,20	1,35	n.v.t.
Volumiek gewicht	γ_γ	1,00	1,00	1,00

[a] Deze factor heeft betrekking op tan φ’

Voor de primaire kering Zuiderdiepdijk is een *kwalitatieve beschouwing* uitgevoerd; er zijn geen stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. De materiaalfactoren zijn daarom niet vermeld.

Schematiseringsfactor
De schematiseringsfactor wordt gebruikt om onzekerheden ten aanzien van de geometrie, bodemopbouw en waterspanningen in rekening te brengen. De factor varieert tussen 1,0 en 1,2. Indien veel bekend is van de locatie en de kade kan (onderbouwd) een lagere waarde worden aangehouden. In dit geval is veiligheidshalve (en conform [REF.10]) een schematiseringsfactor van 1,2 gehanteerd.

Veiligheidsfactoren voor beoordeling
Stabiliteitsberekeningen voor de regionale keringen zullen worden uitgevoerd met rekenwaarden voor de grondparameters (dus inclusief de materiaalfactoren). Dit leidt tot de volgende veiligheidsfactoren ($\gamma_R = \gamma_n \times \gamma_d \times \gamma_b \times \gamma_s$):

Boezemkades (Zuiderdiep en nog aan te leggen kade):
- Bouw- en verwijderingsfase en buitenwaartse macrostabiliteit: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96** (=0,8 x 1,0 x 1,2)
- Gebruiksfase binnenwaartse macrostabiliteit: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96** (=0,8 x 1,0 x 1,2)

Secundaire keringen (Nieuwe Dijk):
- Bouw- en verwijderingsfase en buitenwaartse macrostabiliteit: $\gamma_{R;Bishop}$ = **1,08** (=0,9 x 1,0 x 1,2)
- Gebruiksfase binnenwaartse macrostabiliteit: $\gamma_{R;Bishop}$ = **1,20** (=1,0 x 1,0 x 1,2)

4 Geotechnisch ondergrondmodel

4.1 Geometrie

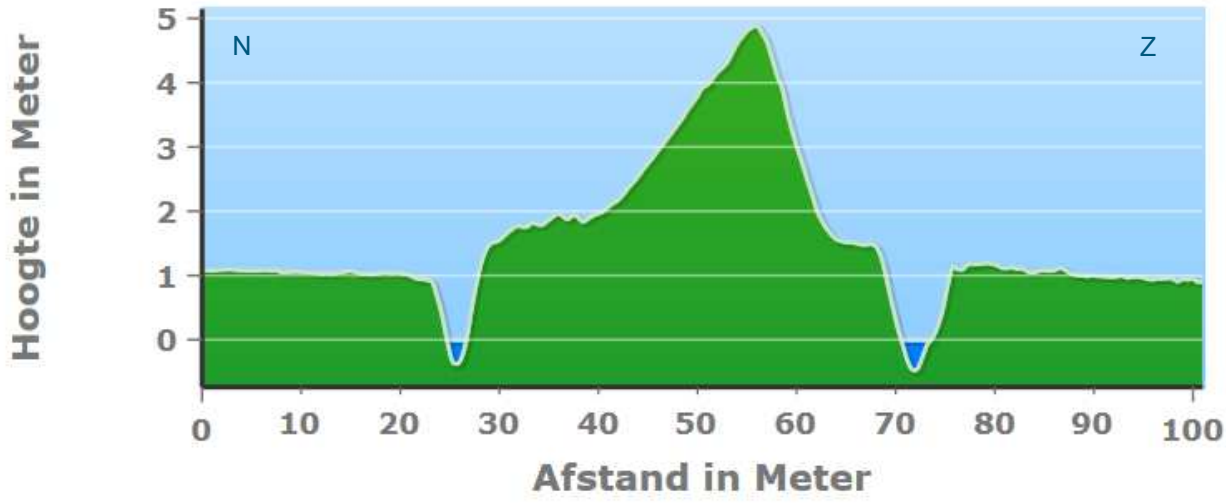
In de legger van WSHD is één dwarsprofiel van de primaire waterkering (Zuiderdiepdijk) opgenomen, zie bijlage A7.

Er zijn geen dwarsprofielen van de regionale keringen opgenomen in de legger. Ten behoeve van de beoordeling van de keringen zijn 4 dwarsprofielen beschouwd o.b.v. data uit de Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN):

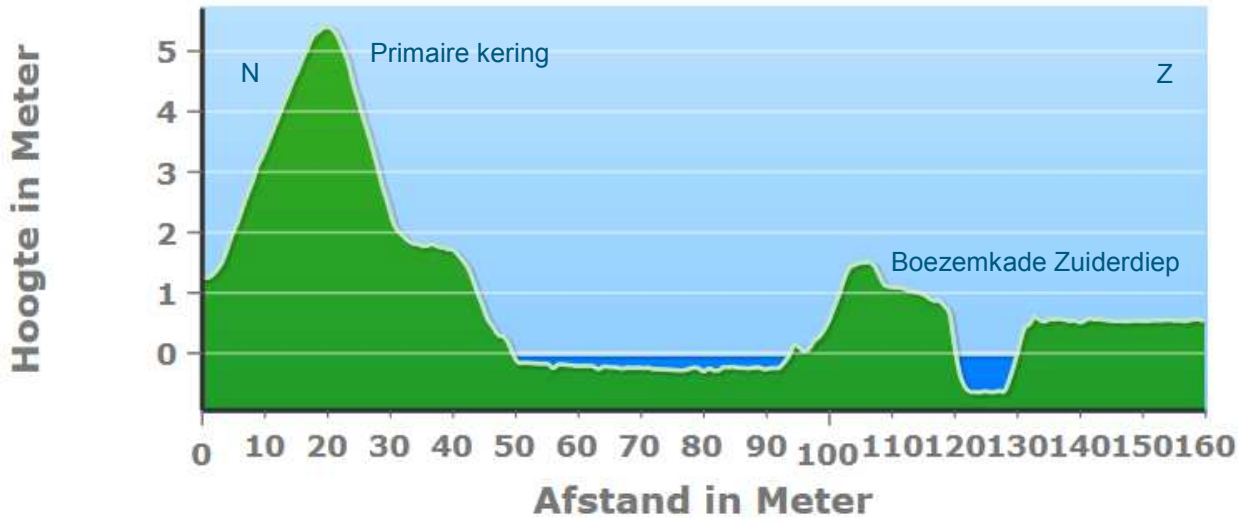
- Nieuwe Dijk: zie Figuur 4-1;
- Boezemkade Zuiderdiep: zie Figuur 4-2 en Figuur 4-3.

Voor de nog te realiseren kade is uitgegaan van de opgegeven geometrie uit [REF.10]:

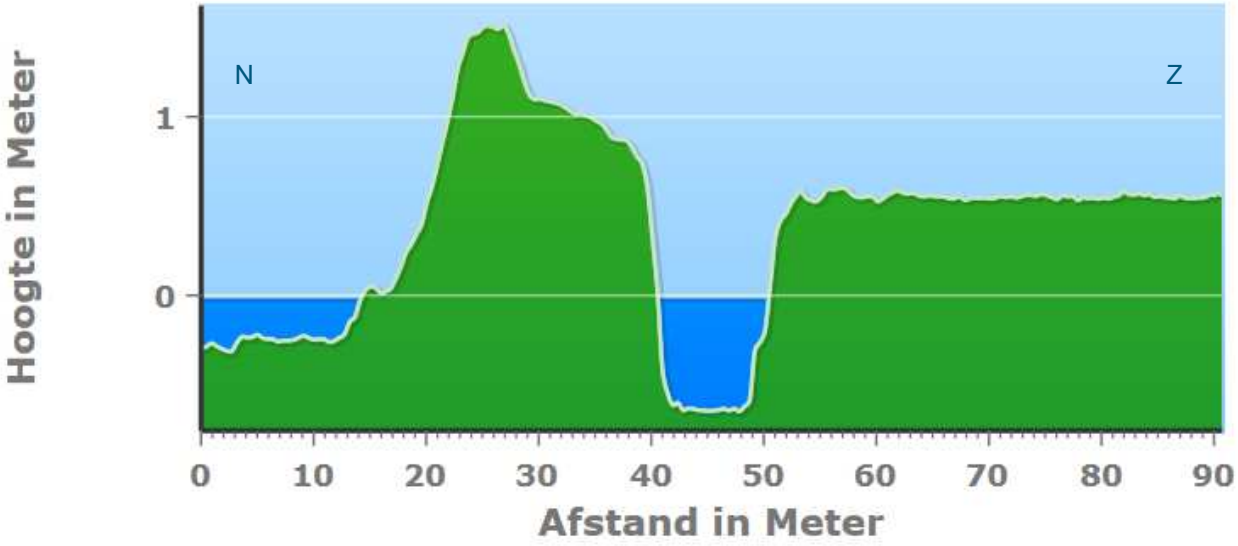
- Nog te realiseren kade Heuvelweg: Figuur 4-4
- Locatie waar de bestaande weg wordt aangepast tot waterkering geldt dat het huidige profiel is opgenomen in Figuur 4-5 (kade Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg).



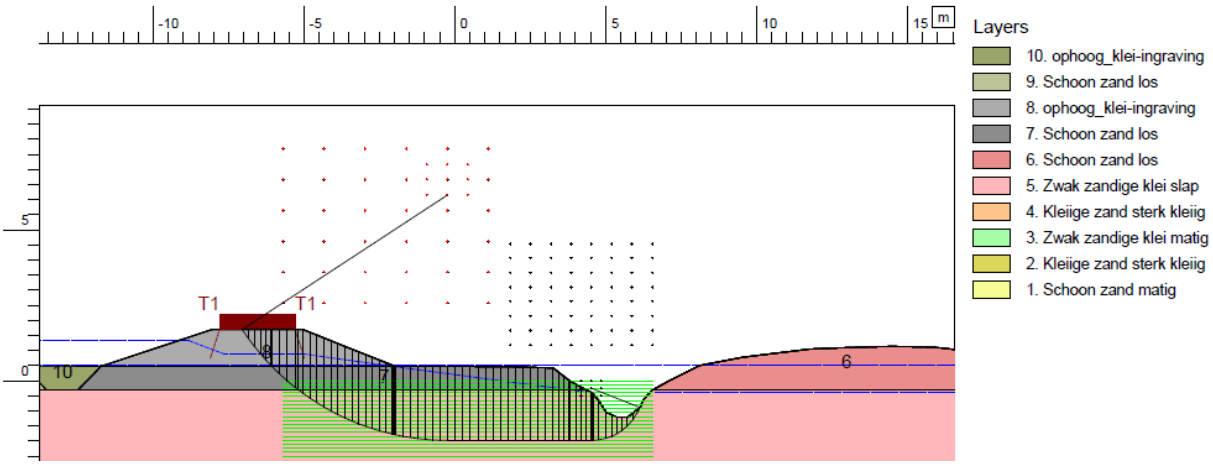
Figuur 4-1 Dwarsprofiel Nieuwe Dijk



Figuur 4-2 Dwarsprofiel Zuiderdiepdijk én boezemkade Zuiderdiep



Figuur 4-3 Dwarsprofiel Boezemkade Zuiderdiep (meer detail)



Figuur 4-4 Dwarsprofiel Heuvelweg (conform RPS [REF.9])

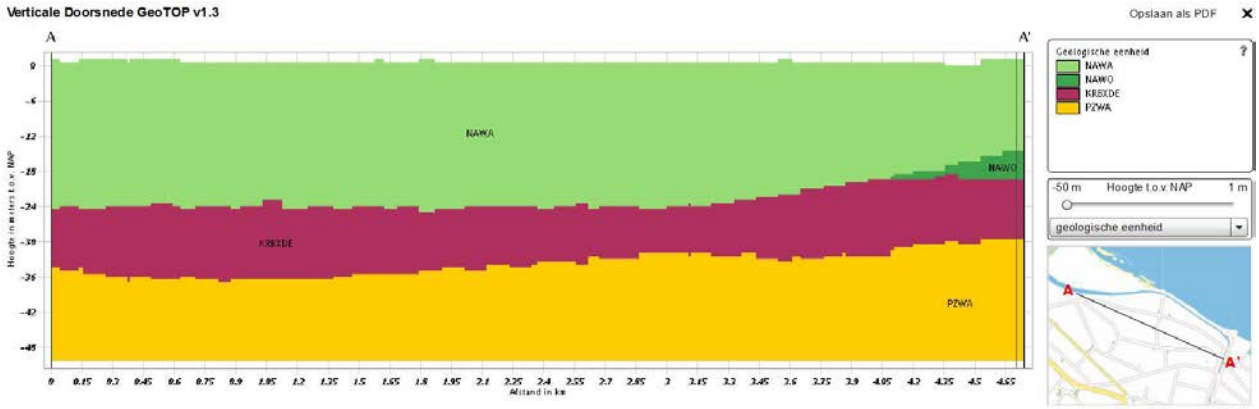


Figuur 4-5 Dwarsprofiel bestaande weg tpv nieuw aan te leggen kade (Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg)

4.2 Geologie

Om inzicht te krijgen in de geologische opbouw van het projectgebied zijn geologische doorsnedes opgevraagd uit het digitale loket van NITG-TNO. In Figuur 4-6 is een geologische doorsnede van het plangebied opgenomen. Hieruit blijkt dat achtereenvolgens de volgende geologische eenheden worden onderscheiden:

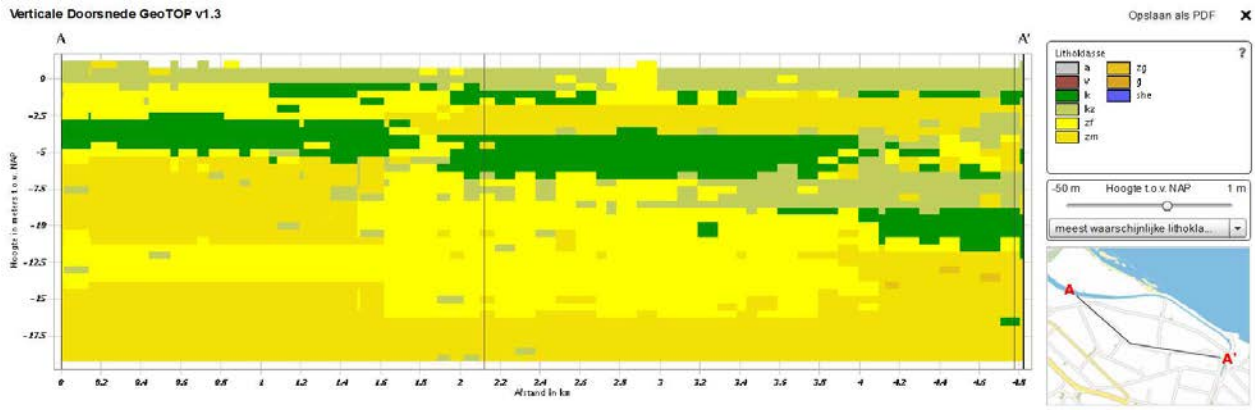
- Van maaiveld tot ca. NAP -15 à -24 m: Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren ('NAWA'), gekenmerkt door een sterk variabele samenstelling, variërend van grof zand tot zwak siltige klei;
- In het oostelijk deel is enkele meters van de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer ('NAWO') aangetroffen, gekenmerkt door een sterk variabele samenstelling, variërend van grof zand tot zwak siltige klei;
- Van ca. NAP -18 m tot NAP -30 à -35 m: Formatie van Kreftenheye ('KRBXDE'), bestaande uit grofzandige en grindhoudende afzettingen.
- Van NAP -30 à -35 m tot ca. -62 m: Formatie van Peize ('PZWA'), bestaande grofzandige afzettingen, en de Formatie van Waalre, variërend van grof grind tot siltige klei.



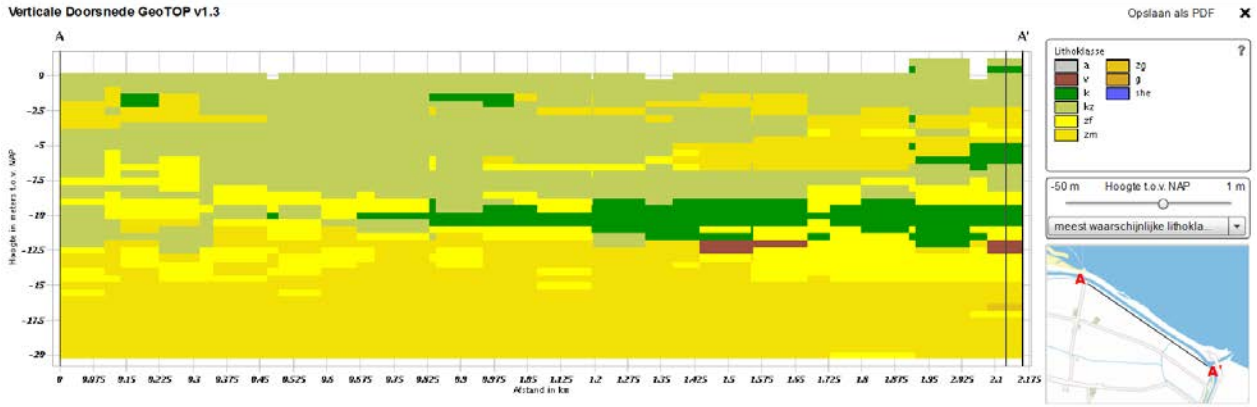
Figuur 4-6 Geologische doorsnede plangebied

In onderstaande figuren is iets meer ingezoomd op de locaties van de beoogde windturbines. Deze doorsnedes geven het voorkomen van zand, klei en/of veen weer. De doorsnede langs de beoogde

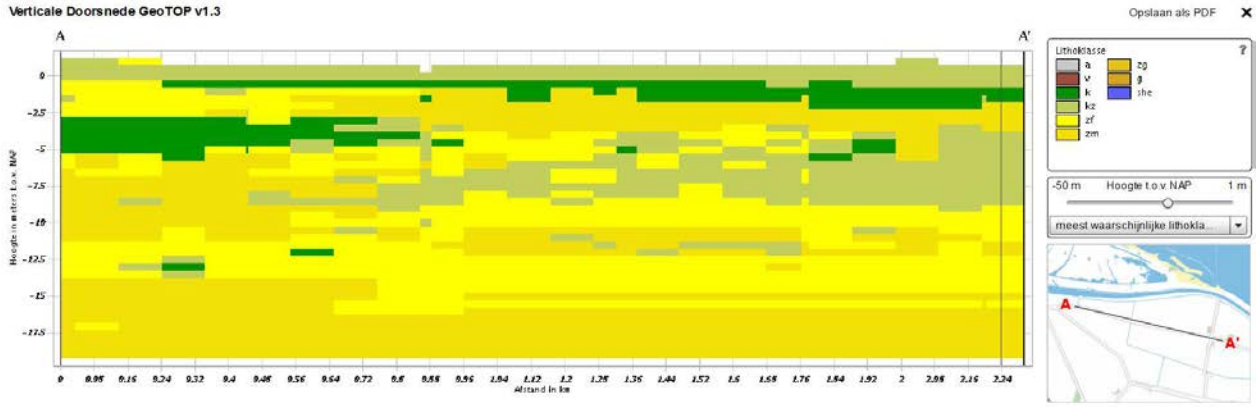
windturbines bij de Nieuwe Dijk is weergegeven in Figuur 4-7. Voor de beoogde windturbines langs de boezemkade Zuiderdiep is de doorsnede in Figuur 4-8 weergegeven. Voor de nieuw aan te leggen kade is de doorsnede opgenomen in Figuur 4-9.



Figuur 4-7 Geologische doorsnede Nieuwe Dijk



Figuur 4-8 Geologische doorsnede boezemkade Zuiderdiep

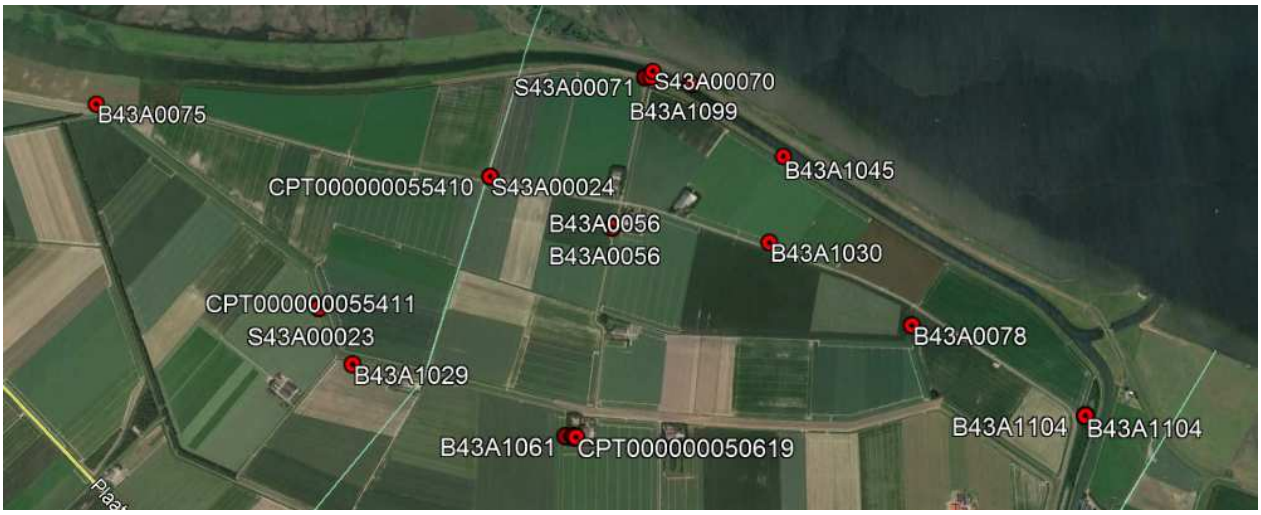


Figuur 4-9 Geologische doorsnede nog aan te leggen kade

Uit deze figuren blijkt dat over het algemeen tot een niveau van NAP -7 à -12,5 m een afwisseling van klei en zandlagen wordt aangetroffen. Hieronder bevindt zich zand.

4.3 Grondonderzoek

In het digitale archief van NITG-TNO (Dinoloket) is een beperkt aantal boringen en sonderingen beschikbaar, zie Figuur 4-10.



Figuur 4-10 Locatie beschikbaar grondonderzoek uit Dinoloket

De resultaten van de meest relevante boringen en sonderingen uit Dinoloket zijn opgenomen in bijlage A10.

Daarnaast is ten behoeve van het ontwerp van de nieuwe boezemkades [REF.10] grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 23 sonderingen, 5 boringen tot maximaal 6 m onder maaiveld en laboratoriumonderzoek. De locaties hiervan zijn opgenomen in Figuur 4-11.



Figuur 4-11 Locaties grondonderzoek tbv ontwerp nieuwe boezemkades

4.4 Bodem- en dijkopbouw

De beschikbare boringen en sonderingen uit Dinoloket bevinden zich niet ter plaatse van de keringen. De resultaten bevestigen echter wel het beeld van een variabele samenstelling van de deklaag, variërend van zand tot klei. Alleen in het profiel van de boezemkade Zuiderdiep is in het oosten op 2 locaties veen aangetroffen.

Uit de boringen ter plaatse van de nieuwe kade blijkt eveneens dat de ondergrond sterk heterogeen is. In de toelichting op de toetsing van de regionale keringen [REF.9] is opgenomen dat een aanname is gedaan voor wat betreft de opbouw van de kades. Ook in [REF.10] is uitgegaan van gebruik van klei (volgens opgave industriegrond, kleiig materiaal) om de kades aan te leggen. Gekozen is daarom om ook in deze analyse uit te gaan van kleikades. Om na te gaan wat het effect kan zijn als de kade uit zand bestaat is tevens een berekening uitgevoerd waarbij de kern van de dijk uit zand bestaat.

Voor wat betreft de ondergrond is voor de boezemkade Zuiderdiep en de Nieuwe Dijk de schematisatie aangehouden zoals in de volgende tabel (Tabel 4-1) is opgenomen.
Voor de nieuw aan te leggen kade is de schematisatie voor de 'Heuvelweg' en 'Zuiderdiepweg' overgenomen, zoals vermeld in [REF.10].

Tabel 4-1 Aangehouden bodemopbouw

locatie	Laagtype	Van [m tov NAP]	Tot [m tov NAP]
Nieuwe Dijk	Dijksmateriaal: klei	+4,5 à +5	+1
	Klei, zandig	+1	-0,5
	Klei	-0,5	-1,75
	Zand, matig	-1,75	-3,5
	Klei	-3,5	-7
	Zand, fijn	Vanaf -7	
Boezemkade Zuiderdiep	Dijksmateriaal: klei	+1,4 à +1,8	+0,55
	Klei, zandig	+0,55	-8,5
	Zand, zeer kleiig, of klei, zeer zandig	-8,5	-11,5
	(veen, alleen lokaal)	(-11,5)	(-12,5)
	Zand, matig	Vanaf -11,5 à -12,5	
Kade (nieuw) Heuvelweg	Dijksmateriaal: klei	+2	+0,9
	Zand, los	+0,9	-0,3
	Klei, zandig	-0,3	-6,5
	Zand, matig	-6,5	-7,8
	Klei, zandig	-7,8	-10
	Zand, kleiig	-10	-11,2
	Zand, matig	Vanaf -11,2	
Kade (nieuw) Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg	Zand, los	+2	+1,55
	Klei, zandig	+1,55	+0,5
	Zand, kleiig	+0,5	-1,6
	Klei, zandig	-1,6	-2,6
	Zand, los	-2,6	-4,4
	Klei, zandig	-4,4	-5,2
	Zand, los	-5,2	-7,1
	Zand, kleiig	-7,1	-8,8
	Zand, matig	Vanaf -8,8	

4.5 Grondparameters

De karakteristieke waarden voor de grondparameters zijn geschat aan de hand van de tabel uit bijlage A11, zie Tabel 4-2. De waarden zijn gebaseerd op een regionale dataset van WSHD voor primaire waterkeringen. Voor deze analyse zijn de waarden gebruikt die gelden “nabij de kruin” van de dijk. De materiaalfactoren om te komen tot rekenwaarden zijn conform Tabel 3-1.

Tabel 4-2 Grondsoorten en grondparameters

Grondsoort	$\gamma_{d/n}$ [kN/m^3]	c'_k [kPa]	c'_d [kPa]	φ'_k [°]	φ'_d [°]
Dijksmateriaal (klei)	16/16	10	8,3	17,5	15,3
Klei, zandig	17/17	0	0	25	22,1
Klei	15,7/15,7	3	1,2	22,5	19,8
Zand, los	17/19	0	0	27	23,9
Zand, matig	17/20	0	0	30	26,7
Zand, fijn en siltig	17/20	0	0	25	22,1
Zand, kleiig	17/20	0	0	25	22,1
Veen	10,5/10,5	5	3,7	15	13,1

$\gamma_{d/n}$ natuurlijk en verzadigd volumegewicht
c'_k karakteristieke waarde cohesie
c'_d rekenwaarde cohesie
φ'_d rekenwaarde hoek van inwendige wrijving
φ'_k karakteristieke waarde hoek van inwendige wrijving

4.6 Waterstanden

De maatgevende hydraulische belastingen verschillen per type kering en per projectfase. In onderstaande tabel is voor de regionale keringen per dijkvak aangeven welke hydraulische belastingsituaties kunnen optreden.

Tabel 4-3 Overzicht te beschouwen situaties

Dijkvak	Naam	Bouwfase	Gebruiksfase	Verwijderfase
		Dagelijkse omstandigheden	*Maatgevend Hoogwater*	*Dagelijkse omstandigheden*
GO-7-S-10	Nieuwe Dijk	Zomerpeil in Bospolder, zomerpeil ten zuiden van kering	Hoogwater in Bospolder, zomerpeil ten zuiden van kering en v.v.	Zomerpeil in Bospolder, zomerpeil ten zuiden van kering
GO-8-B1	Boezemkade Zuiderdiep	Boezempeil in Zuiderdiep, zomerpeil in Zuiderdieppolder	Hoogwater in boezem, Zomerpeil in Zuiderdieppolder	Boezempeil in Zuiderdiep, zomerpeil in Zuiderdieppolder
Heuvelweg	Nog te realiseren kade	Boezempeil in Zuiderdiep, zomerpeil in Zuiderdieppolder	Hoogwater in boezem, zomerpeil in Zuiderdieppolder	Boezempeil in Zuiderdiep, zomerpeil in Zuiderdieppolder
Scharrezee / Zuiderdiepweg	Nog te realiseren kade	Boezempeil in Zuiderdiep, zomerpeil in Zuiderdieppolder	Hoogwater in boezem, zomerpeil in Zuiderdieppolder	Boezempeil in Zuiderdiep, zomerpeil in Zuiderdieppolder

Voor de geotechnische analyse zijn de volgende waterstanden van belang, zie bijlage A13 uit [REF.9]:

- Zuiderdiepboezem:
  - Streefpeil: NAP -0,20 m;
  - Toetspeil 1/10 jaar: NAP +0,5 m;
  - Toetspeil 1/1000 jaar: NAP +0,7 m.
  - Te hanteren peil bij beoordeling, conform [REF.10] en opgave WSHD: NAP +0,8 m (verwacht toekomstig peil) + 0,5 m (opzet 1/10 jaar boven streefpeil) + 0,1 (robuustheid) = NAP +1,4 m;
- Polderpeil Zuiderdieppolder:
  - Zomerpeil: NAP -0,45 tot -0,3 m (Winterpeil: NAP -0,6 m);
- Polderpeil ten noorden van de Nieuwe Dijk (peilgebied Bospolder, zie bijlage A12):
  - Zomerpeil: NAP -0,25 tot -0,1 m (Winterpeil: NAP -0,40 m);
- Polderpeil ten zuiden van de Nieuwe Dijk (peilgebied 13H, zie bijlage A12):
  - Zomerpeil: NAP -0,45 tot -0,3 m (Winterpeil: NAP -0,60 m).

Voor de polderpeilen wordt het hoogste peil (zomerpeil) aangehouden. Voor de boezem wordt het opgegeven peil van NAP +1,4 m gebruikt.
Voor de Nieuwe Dijk geldt dat de situatie wordt beschouwd, waarbij de boezemkade is bezweken en de polder volledig ondergelopen is (zéér conservatief), tot een waterstand gelijk aan de situatie 1/1000 jaar (toetspeil +0,7 m + 0,1 m robuustheid = NAP +0,8 m).
Voor de te beschouwen profielen betekent dit de schematisatie zoals aangegeven in Tabel 4-4.

Tabel 4-4 Te hanteren waterpeil i.r.t. niveau maaiveld en keringen

Locatie	WS BU	WS BI	Niveau VL	Kruinhoogte	Niveau AL
Nieuwe Dijk	+0,8	-0,3	+1,0	+4,8	+1,0
Nieuwe Dijk	-0,1	+0,8	+1,0	+4,8	+1,0
Boezem Zuiderdiep	+1,4	-0,3	+0,35	+1,45	+0,55
Heuvelweg	+1,4	-0,3	+1,1	+2,1	+0,9
Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg	+1,4	-0,3	+1,1	+2,1	+0,9
Uitleg	*WS BU* *WS BI* *Niveau VL* *Kruinhoogte* *Niveau VL*	*Waterstand aan buitenzijde van de kering (hier noordzijde), inclusief robuustheid* *Waterstand aan binnenzijde van de kering (hier zuidzijde)* *Niveau van het voorland in m tov NAP* *Niveau van de kruin in m tov NAP* *Niveau van het achterland in m tov NAP*			

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat bij de boezemkade Zuiderdiep en de nieuw aan te leggen kades (Heuvelweg en Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg) water tegen de kering staat. Voor de Nieuwe Dijk geldt dat het voorliggende maaiveld hoger ligt dan de te beschouwen waterstand.
Ter informatie, voor de primaire kering was het toetspeil conform Hydraulische Randvoorwaarden 2006 NAP +2,6 m (dus circa 2,7 m onder de kruin).
De stijghoogte van het grondwater in het pleistocene zand is aangenomen op NAP +0,5 m, conform [REF.10].

4.7 Modellering verloop waterstanden

De modellering van het verloop van de freatische grondwaterstand in de kering is, conform het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken, als een kleidijk op een klei- of zandondergrond.

5 Belasting op de waterkering

Op basis van de opgegeven afstand blijven de ondergrondse effecten ten gevolge van de aanleg van het windpark beperkt tot:

- Grondwerkzaamheden (op 2 locaties kruising van kabels met de regionale kering) tijdens realisatie en verwijderen van het windpark;
- Zwaar transport over de nieuwe kade Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg tijdens realisatie en verwijderen van het windpark;
- Trillingen tijdens gebruik van het windpark.

Daarnaast is de 'normale' belasting van de kering door verkeer aanwezig.

5.1 Kruinbelasting

Voor de beschouwing van de macrostabiliteit zal voor de bouw- en verwijderingsfase rekening worden gehouden met een kruinbelasting op de nieuwe kade Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg als gevolg van zwaar transport tijdens de bouw. In deze fase is nog niet bekend welk type windturbine, hoofdkraan en hulpkraan wordt toegepast. In de stabiliteitsberekeningen wordt uitgegaan van een rekenbelasting van 50 kPa over 3 m breedte. De belasting grijpt aan op de rand van de verharding en is een tijdelijke belasting, waarop de cohesieve ondergrond vrijwel ongedraineerd reageert (10% consolidatiegraad). De belasting spreidt zich in de ondergrond onder een hoek van 30°. Deze belasting komt overeen met transport van de generator op een 12-assig voertuig, kraan dient dan te worden op- en afgebouwd ter plaatse.

Voor de bouw- en verwijderingsfase wordt voor de overige keringen geen verkeersbelasting in rekening gebracht. Transport ten behoeve van de bouw en ontmanteling van de windturbines gaat op die locaties over onderliggend wegennet, niet over de kruin van de kering(en).

Voor de beschouwing van de macrostabiliteit van de keringen zal voor de gebruiksfase rekening worden gehouden met een verkeersbelasting tijdens een calamiteit. Conform [REF.6] en [REF.9] wordt uitgegaan van een uniforme belasting van 13,3 kPa over een strookbreedte van 2,5 m voor locaties waar een weg op de kruin aanwezig is. De belasting grijpt aan op de rand van de verharding en is een tijdelijke belasting, waar de kleiige ondergrond vrijwel ongedraineerd op reageert.
Bij een groene kade (geen weg aanwezig) wordt uitgegaan van een lichte verkeersbelasting van 5 kPa over een breedte van 2,5 m, mits de kruin deze breedte heeft. Bij een dergelijke lichte belasting hoeft geen wateroverspanning in rekening te worden gebracht.

5.2 Belasting tijdens aanleg en verwijderen van windturbines

Ten behoeve van de aanleg van de bekabeling voor het windpark zullen op 2 locaties (dijkkruisingen) ontgravingen plaatsvinden nabij de waterkeringen. Voor de diepteligging en tijdelijke ontgraving voor de kabels wordt uitgegaan van een sleuf met een diepte van 1,0 m en een breedte van 0,3 m.

5.3 Belasting tijdens gebruik van de windturbines

Tijdens de bouw en het verwijderen van het fundament voor de windturbines vinden geen werkzaamheden plaats binnen de beschermingszone of het waterstaatswerk. Belastingen vanuit de windturbine worden dan ook alleen beschouwd voor de gebruiksfase, waarbij de bladen reiken tot boven de beschermingszones van de waterkering.

Trillingsintensiteit tijdens gebruik: dagelijkse omstandigheden met gemiddelde windsnelheden
Tijdens het in gebruik zijn van de windturbine kunnen trillingen in de ondergrond ontstaan als gevolg van cyclische windbelastingen tegen de mast en het roteren van de bladen. Deze trillingen leiden tot grondversnellingen. In het verleden heeft Fugro trillingsmetingen uitgevoerd nabij opgestelde 3 MW turbines in de Afrikahaven te Amsterdam (2008) en nabij Noordland op de Neeltje Jans (2009). De metingen zijn uitgevoerd aan de buitenzijde van het fundament en binnen op de vloer van de toren. Tijdens de metingen is een windkracht van 3 tot 6 Bft (tot 14 m/s) opgetreden). De tijdens in bedrijf zijn van de turbine gemeten waarden zijn[1]:

	Noordland	Afrikahaven
• Horizontaal:	0 tot 25 mm/s^2	10 tot 35 mm/s^2
• Verticaal:	20 tot 75 mm/s^2	15 tot 50 mm/s^2

Fugro heeft tevens trillingsmetingen uitgevoerd rondom een 6MW windturbine nabij de Eemshaven[2]. Op circa 15 m afstand waren aan maaiveld / op diepte nagenoeg geen verhogingen meer waarneembaar ten opzichte van de achtergrondtrillingen. De grootste versnellingen treden op tijdens opstarten/noodstops, waarbij waarden van 15 tot 30 mm/s^2 waren gemeten.

Voor de stabiliteitsanalyse hebben horizontale versnelling de meest ongunstige invloed. Uitgegaan wordt van de maximaal gemeten horizontale versnelling van 35 mm/s^2 en bijbehorende verticale versnelling van 50 mm/s^2.

De trillingsintensiteit zal als gevolg van demping afnemen met toenemende afstand tot het fundament. Aangenomen wordt dat de versnellingen op 60 à 70 m van de fundering van de windturbine met een factor 2 zijn afgenomen. Ter vergelijking: bij heien zijn op een afstand van 60 à 70 m versnellingen doorgaans met een factor 10 afgenomen.

- a_h = 35 / 2 = 17,5 mm/s^2, ofwel circa 0,002g;
- a_v = 50 / 2 = 25 mm/s^2, ofwel circa 0,003g.

In de stabiliteitsberekeningen wordt voor het gehele grondmodel een gelijke versnelling opgelegd.

Voor de situatie bij de primaire waterkering is aangenomen dat de versnellingen ten gevolge van de windturbine op een afstand van minimaal 130 m van de fundering zodanig zijn afgenomen dat deze niet groter zijn dan de normale achtergrond waarden. Deze kering is daarom niet nader beschouwd.

Trillingsintensiteit tijdens gebruik: extreme omstandigheden met hoge windsnelheden
Voor een windturbine nabij een waterkering moet worden verondersteld dat de extreme stormsituatie kan optreden bij hoog water. Dit betekent dat uitgegaan moet worden van een windsnelheid in de range van 30-45 m/s. Bij deze stormsituatie wordt de turbine uitgeschakeld. De rotor staat dan stil, zodat deze draaiing geen bijdrage meer levert aan de trillingen. De invloed van het roteren van de rotor is beperkt.

In een onderzoek door Deltares (Hölscher, 2016) is afgeleid, dat voor deze omstandigheden de gemiddelde trillingssnelheid in de bodem in de orde van 5 mm/s zal zijn met een hoge waarde van 8-10 mm/s. De frequenties liggen in de range van 0.2-5 Hz. Dit leidt tot een maximale versnelling van circa 0,3 m/s^2 nabij de funderingsplaat. Uit metingen is gebleken dat de verticale component snel afneemt bij toenemende afstand. De horizontale trillingen nemen veel minder snel af.

[1] *Uit rapport van Fugro Geoservices, effectbepaling waterkering t.g.v. windturbinepark Nieuwe Waterweg Maasdijk, november 2012.*
[2] *Resultaten hiervan zijn gepresenteerd tijdens de Fugro Workshop "Dijken voor de Wind" in januari 2016.*

In de berekeningen is voor de regionale keringen vanwege de afstand van minimaal 65 m uitgegaan van afname met een factor 2. De gehanteerde versnellingen bedragen dan:

- Horizontaal: 0,15 m/s^2 , ofwel 0,015g;
- Verticaal: 0,075 m/s^{2,} ofwel 0,008g.

De primaire kering is vanwege de afstand >130 m niet nader beschouwd.

In de stabiliteitsberekeningen wordt voor het gehele grondmodel een gelijke versnelling opgelegd, zonder rekening te houden met demping. Dit is een conservatieve aanname.

Waterspanningen door trillingen tijdens gebruik

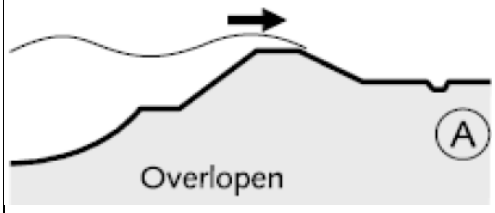
Tijdens het gebruik worden de cyclische belastingen via het stijve funderingsblok over de palen herverdeeld. Wateroverspanningen zullen op korte afstand al zijn afgenomen (<10 m). Het effect van de wateroverspanningen in de gebruiksfase is niet relevant voor de macrostabiliteit van de waterkering.

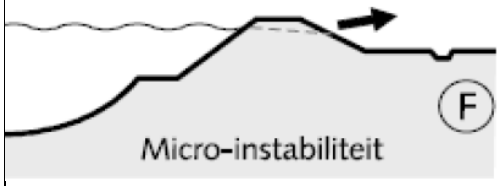
6 Beoordeling van effecten op faalmechanismen waterkering

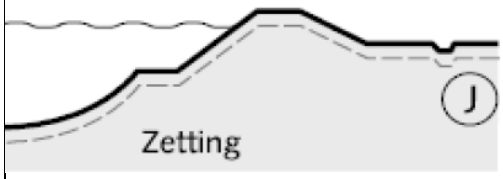
6.1 Relevante faalmechanismen

Het beschouwen van mogelijke effecten van de windturbines op de waterveiligheid wordt bepaald aan de hand van verschillende faalmechanismen. Een korte beschrijving van de verschillende faalmechanismen waartussen de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) onderscheid maakt, is gegeven in Tabel 6-1. Ter indicatie is in deze tabel tevens aangegeven of de aanleg van de werkweg en bekabeling, of gebruik van de windturbine, effect hebben op de sterkte van of de belasting op de waterkering.

Tabel 6-1 Omschrijving faalmechanismen (VTV2006)

Faalmechanisme	Omschrijving effecten op belasting/sterkte
	Overlopen betreft inundatie van het dijkringgebied door een combinatie van hoge waterstand en golfoverslag zonder dat de waterkering bezwijkt. De weerstand wordt bepaald door de hoogte van de kruin. Effecten *Aanleg/verwijderen kabels*: • een tijdelijke open ontgraving voor de kruising van kabels leidt tot een tijdelijke kruinhoogteverlaging . *Gebruiksfase*: • de aanwezigheid van de windparkonderdelen heeft geen effect op de belasting of hoogte van de waterkering.
	Golfoverslag kan leiden tot erosie van het binnentalud door de kracht van het stromend water. De belasting wordt gevormd door de hydraulische randvoorwaarden en het daaruit voortvloeiende overslagdebiet. De sterkte wordt bepaald door de erosiebestendigheid van het binnentalud. Effecten *Aanleg/verwijderen en kabels*: • door de aanleg van de kabels kan schade optreden aan de grasbekleding met tijdelijk verminderde erosiebestendigheid. *Gebruiksfase*: • de aanwezigheid van de windparkonderdelen heeft geen effect op het overslagdebiet of erosiebestendigheid. .
	Instabiliteit (afschuiven) van het binnentalud kan optreden, hetzij door infiltratie van het overstromend water bij een combinatie van hoge waterstand en golfoverslag, hetzij door waterdruk tegen de waterkering en verhoogde waterspanning in de ondergrond. Effecten *Aanleg/verwijderen werkweg*: • de aanleg van een werkweg zal, net als een steunberm, een positief effect hebben (tegenwerkend). Verkeer op kruin nieuwe kade geeft extra belasting. *Gebruiksfase*: • trillingen van het fundament als gevolg van cyclische windbelastingen kunnen leiden tot toename van de grondbelasting.

Faalmechanisme	Omschrijving effecten op belasting/sterkte
	Instabiliteit (afschuiven) van het buitentalud na een snelle daling van de buitenwaterstand. De sterkte wordt bepaald door de geometrie van de waterkering en de grondopbouw. Effecten *Aanleg/verwijderen werkweg*: • geen effect, geen wijziging geometrie aan buitenzijde van de kering *Gebruiksfase*: • trillingen van het fundament als gevolg van cyclische windbelastingen kunnen leiden tot toename van de grondbelasting ter plaatse van de waterkering.
	Instabiliteit van het binnen- (of buiten)talud door uittredend kwelwater door het grondlichaam, analoog aan faalmechanisme C, maar bij lagere waterstanden. De belasting wordt bepaald door de buitenwaterstand en de doorlatendheid van het dijklichaam. De sterkte wordt bepaald door de geometrie van de waterkering en de grondopbouw. Effecten *Aanleg/verwijderen kabels*: • geen effect (opbouw kade wijzigt niet). *Gebruiksfase*: • geen effect
	Piping als gevolg van kwelstroming door de ondergrond waarbij achter de dijk erosie ontstaat en grond meegevoerd wordt (zandmeevoerende wellen). Kwelstroming wordt verwacht tussen de bestaande kwelsloten (zie geotechnische profielen). Ontgravingen en het inbrengen van funderingselementen kunnen de kwelweglengte verkorten, waardoor de belasting (kwelstroming) kan toenemen. Effecten *Aanleg/verwijderen kabels*: • zie gebruiksfase vwb kruisende kabel. *Gebruiksfase*: • kruisende kabel kan leiden tot erosie door piping/kwelstroming langs de kabel. • gezien de afstand van het fundament heeft deze geen effect op piping (kwelstroming vindt plaats tussen de sloten)
	Erosie van het buitentalud of de vooroever door stroming of golfbeweging. Harde objecten, zoals fundaties, in of nabij het buitentalud kunnen leiden tot lokale stroomversnelling en dus toename van de belasting. Effecten *Aanleg/verwijderen werkweg en kabels*: • geen effect (geen wijziging ten opzichte van huidige geometrie) *Gebruiksfase*: • geen effect: windturbine is voorzien op ruime afstand van de waterkering.

Faalmechanisme	Omschrijving effecten op belasting/sterkte
	Instabiliteit vooroever als gevolg van afschuiving en zettingsvloeiing. Wanneer de grondslag hiervoor gevoelig is, kunnen trillingen of toename van een bovenbelasting op de vooroever deze initiëren. Effecten *Aanleg/verwijderen werkweg en kabels*: • geen effect (geen trillingen of extra belasting op vooroever) *Gebruiksfase*: • bodemopbouw in dit gebied is volgens WSHD gevoelig voor zettingsvloeiing. Ter plaatse van de beoogde windturbine locaties is de bodemopbouw echter zeer heterogeen, met klei en veenlagen. Losgepakte zandlagen komen niet in dikke lagen voor. De lokale bodemopbouw lijkt daarmee niet gevoelig voor zettingsvloeiing. Daarnaast geldt dat de trillingen tijdens gebruik van de windturbines ter plaatse van de primaire kering zodanig zijn gedempt dat geen verhoging t.o.v. de achtergrond waarden wordt verwacht. Voor de regionale keringen geldt dat geen geulen in het voorland aanwezig zijn. Er worden geen effecten verwacht.
	Zettingen van het grondlichaam. Door trillingen en toename van de belasting op de ondergrond kan er zetting van de ondergrond optreden. De zetting kan effect hebben op overlopen (A) of golfoverslag (B). Effecten *Aanleg/verwijderen werkweg en kabels*: • geen effect: geen trillingen tijdens uitvoering, en er wordt geen noemenswaardige ophoging verwacht op relevante afstand van de kernzone en dus ook geen kruinhoogtedaling door zettingen *Gebruiksfase*: • geen effect: trillingen zijn zo klein dat geen verdichting ter plaatse van de waterkering zal optreden.

Aan de hand van het voorgaande overzicht kan gesteld worden dat de volgende faalmechanismen relevant zijn voor de effectbeoordeling:

Tabel 6-2: Relevante faalmechanismen (O) per projectfase en windparkonderdeel

Faalmechanisme	Bouw-verwijderingsfase		Gebruiksfase		
	werkweg/ verkeer	Bekabeling	werkweg/ verkeer	Bekabeling	Windturbine
Overlopen (HT)	-	O	-	-	-
Golfoverslag (HT)	-	O	-	-	-
Afschuiven binnentalud (STBI)	O [1)]	-	-	-	O
Afschuiven buitentalud (STBU)	-	-	-	-	O
Piping (STPH)	-	O	-	O	-

1) bij nieuwe kade Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg

Deze potentiele faalmechanismen (O) worden hierna nader beoordeeld. De overige faalmechanismen worden in dit rapport niet verder beschouwd. Ten aanzien van piping geldt dat de bekabeling wordt beschouwd als Niet Waterkerende Object (NWO). De bekabeling is zodanig afzonderlijk beschouwd.

6.2 Beoordeling effecten op hoogte (HT)

Overlopen en golfoverslag kan erosie van het binnentalud veroorzaken. Of het overslaande water daadwerkelijk leidt tot erosie van het binnentalud hangt af van het gemiddelde overslagdebiet en de sterkte van de bekleding op het binnentalud. Het gemiddelde overslagdebiet is op zijn beurt weer afhankelijk van de maatgevende hydraulische randvoorwaarden. Over het algemeen wordt verondersteld dat bij een gemiddeld overslag debiet kleiner dan 0,1 l/s/m er geen risico is op erosie van het binnentalud. De belangrijkste aspecten die de veiligheid van de waterkering bepalen voor het faalmechanisme overlopen en golfoverslag zijn:

- de kruinhoogte (overslagdebiet);
- de geometrie van het buitentalud en de vooroever (golfoploop);
- de weerstand van de bekleding op de kruin en binnentalud.

Per aspect zijn hieronder de te verwachten effecten beschreven.

Kruinhoogte
Tijdens de aanleg van de kruisende kabels bij de Nieuwe Dijk in een open ontgraving zal de kruinhoogte tijdelijk worden verlaagd. Uitgaande van een ontgravingsdiepte van 1 m is onderstaand een overzicht gegeven van de ingreep ten opzichte van de huidige situatie.

Tabel 6-3 beoordeling hoogte

Locatie	Kruinhoogte [m NAP]	Ontgravingsniveau [m NAP]	Dagelijkse ws [m NAP]	MHW [m NAP]
Nieuwe Dijk	+4,8	+3,8	Droog	+0,8

Rekening houdend met een minimale waakhoogte van 0,5 m, zal zowel onder dagelijkse omstandigheden als bij een maatgevende waterstand geen overlopen optreden.
Er worden geen negatieve effecten verwacht.

Geometrie
Er wordt geen wijziging van de geometrie van het buitentalud verwacht.

Weerstand bekleding op de kruin en binnentalud
Tijdens de aanleg van de kruisende kabels zijn werkzaamheden voorzien die de sterkte van de bekleding kunnen aantasten. Tijdens de uitvoering van de graaf- en aanvulwerkzaamheden zal ervoor moeten worden gezorgd dat de grond goed wordt verdicht, goed aanvulmateriaal wordt gebruikt en de profielopbouw en grasbekleding zoveel mogelijk wordt hersteld.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de plaatsing en aanwezigheid van het windpark geen noemenswaardige effecten zal hebben op de mechanismen 'overlopen' en 'golfoverslag', mits de uitvoering van de bekabeling zorgvuldig wordt verricht met herstel van de profielopbouw en grasbekleding.

6.3 Beoordeling effecten op piping (STPH)

Beide dijkkruisingen zijn voorzien bij de Nieuwe Dijk, de secundaire kering die onder normale omstandigheden geen water keert.
Onder maatgevende omstandigheden, wanneer de boezemkade is gefaald, moet de Nieuwe Dijk wél water kunnen keren en mag geen piping optreden. Ten gevolge van de aanleg van de kabels mag de veiligheid tegen opbarsten niet afnemen en mag de kwelweglengte niet afnemen.
De belangrijkste aspecten die de veiligheid bepalen zijn:

- De grondopbouw;
- De geometrie/maaiveldhoogte;
- Belastingsituatie.

Grondopbouw
Bij graverij ten behoeve van de aanleg van de kabels bij de dijkkruising kan de bodemopbouw lokaal worden verstoord. Hierdoor kan een nieuw in- of uittrede punt voor piping ontstaan.
Bij het aanvullen van de sleuf moet daarom nauwkeurig worden gewerkt, cohesieve lagen moeten in dunne lagen worden teruggebracht (conform oorspronkelijke opbouw) en voldoende worden verdicht.

Geometrie
De geometrie ter plaatse van de kade/kering wijzigt niet door aanleg van de kabels. Het maaiveld wordt niet blijvend verlaagd.

Belastingsituatie
De aandrijvende kracht bij piping is het waterstandverschil over de kering.
Voor de te beschouwen kering geldt dat het niveau van het achterland zodanig hoog is (NAP+1,0 m), dat er geen waterstandsverschil over de kering optreedt, het toetspeil is NAP +0,8 m. Deze situatie wijzigt niet bij of na aanleg van de kabels.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de plaatsing en aanwezigheid van het windpark geen noemenswaardige effecten zal hebben op het mechanisme piping, mits de uitvoering van de bekabeling zorgvuldig wordt verricht met herstel van de 'oorspronkelijke bodemopbouw' bij aanvulling van de sleuf.

6.4 Beoordeling effecten op binnenwaarste macrostabiliteit (STBI)

Instabiliteit (afschuiven) binnentalud ontstaat ten gevolge van infiltratie van instromend water of door de waterdruk tegen de buitenzijde van de kering en verhoogde waterspanningen in de ondergrond. De belangrijkste aspecten die de veiligheid van de waterkering bepalen voor dit faalmechanisme zijn:

- de grondopbouw;
- de geometrie van het dijklichaam;
- de eventuele aanwezige bovenbelasting in het aandrijvende deel.

Per aspect is hieronder aangegeven wat de te verwachten effecten zijn.

Grondopbouw
De ontwikkeling van het windpark leidt niet tot verandering van de bodemopbouw van de waterkering of ondergrond.

Royal HaskoningDHV

Geometrie waterkering
Er worden bij de ontwikkeling van het windpark geen wijzigingen in geometrie verwacht die invloed kunnen hebben de binnenwaartse macrostabiliteit. De aanleg van de werkweg is voorzien op grote afstand van de keringen en heeft tevens een positieve bijdrage. Bij de aanleg van inritten (lokaal) geldt dat dit een positief effect zal hebben op de stabiliteit van de kering.

Belastingen tijdens de bouwfase
Tijdens de bouw en verwijderen van het windpark wordt de nieuwe kade Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg extra belast door (zwaar) transport over de kruin. De overige keringen worden niet extra belast. Door middel van glijvlakberekeningen is nagegaan wat het effect hiervan is op de stabiliteit.

Belastingen tijdens de gebruiksfase
Tijdens het gebruik van de windturbines worden de horizontale windbelastingen via de fundering overgedragen naar de ondergrond. Deze belastingen resulteren in geringe trillingen (grondversnellingen). De belastingen blijven veelal beperkt tot de bovenste grondlagen en dempen uit naarmate de afstand tot het fundament toeneemt. In paragraaf 5.3 zijn de te verwachten grondversnellingen afgeleid. Door middel van glijvlakberekeningen is nagegaan wat het effect hiervan is op de stabiliteit.

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen staan in de volgende tabel.

Tabel 6-4 Resultaten berekeningen stabiliteit binnenwaarts

Locatie	Situatie		WS BU	WS BI	kruin	Versnelling		Berekende
			[m NAP]	[m NAP]	[kPa]	hor	vert	Stab.factor 1)
Nieuwe Dijk	huidig	Dagelijks	-0,1	-0,3	0	0	0	Sloot inst, >1,2
		Extreem N	+0,8	-0,3	0	0	0	Sloot inst, >1,2
		Extreem Z	-0,1	+0,8	0	0	0	2,48
	gebruik	Dagelijks	-0,1	-0,3	0	0,002g	0,003g	Sloot inst, >1,2
		Extreem N	+0,8	-0,3	0	0,015g	0,008g	**<1,2**
		Extreem Z	-0,1	+0,8	0	0,015g	0,008g	2,23
Boezemkade Zuiderdiep	huidig	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0	0	>1,34
		Extreem	+1,4	-0,3	13,3	0	0	>1,34
	gebruik	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0,002g	0,003g	>1,33
		Extreem	+1,4	-0,3	13,3	0,015g	0,008g	>1,25
Heuvelweg	huidig	Dagelijks	-0,2	-0,3	5	0	0	1,83
		Extreem	+1,4	-0,3	5	0	0	1,59
	gebruik	Dagelijks	-0,2	-0,3	5	0,002g	0,003g	1,82
		Extreem	+1,4	-0,3	5	0,015g	0,008g	1,51
Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg	huidig	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0	0	>1,38
		Extreem	+1,4	-0,3	13,3	0	0	>1,38
	aanleg	Dagelijks	-0,2	-0,3	100	0	0	1,04
	gebruik	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0,002g	0,003g	>1,37
		Extreem	+1,4	-0,3	13,3	0,015g	0,008g	>1,33

1) eis aan stabiliteitsfactor bij Nieuwe Dijk is 1,2, eis bij overige keringen is 0,96.

Uit de stabiliteitsberekeningen blijkt het volgende:

- Nieuwe Dijk:
  - Bij zowel de huidige situatie als in de situatie bij gebruik van de windturbines is geconstateerd dat kleinere glijvlakken bij de teensloot niet voldoen aan de gestelde veiligheidseis. Dit betreffen echter afschuivingen waarbij de waterveiligheid niet in het geding komt;
  - De stabiliteitsfactor neemt voor de situatie met hoogwater aan de zuidzijde met 10% af tot 2,23. Dit is nog ruim boven de eis;
  - Alleen in de situatie dat hoogwater aan de noordzijde optreedt, is onder extreme omstandigheden de veiligheidsfactor <1,2. In deze situatie wordt nog wel voldaan aan de factor van 0,96, behorend bij de norm van 1/10 per jaar.
  - Opgemerkt wordt dat bij deze dijk, ook bij situaties met hoogwater, geen water tegen de dijk staat;
- Boezemkade Zuiderdiep:
  - De stabiliteitsfactor is in de huidige situatie >1,34. Bij gebruik van de windturbines is de berekende veiligheidsfactor onder dagelijkse omstandigheden met 0,01 afgenomen (<1%). Onder extreme omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 0,09 af (7%), maar is nog ruim boven de eis;
- Heuvelweg:
  - De stabiliteitsfactor is in de huidige situatie 1,83. Bij gebruik van de windturbines is de berekende veiligheidsfactor onder dagelijkse omstandigheden met 0,01 afgenomen (<1%). Onder extreme omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 0,08 af (5%), maar is nog ruim boven de eis.
- Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg:
  - De stabiliteitsfactor is in de huidige situatie groter dan 1,38. Bij gebruik van de windturbines is de berekende veiligheidsfactor onder dagelijkse omstandigheden met 0,01 afgenomen (<1%). Onder extreme omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 0,05 af (4%), maar is nog ruim boven de eis.
  - Wanneer met zwaar verkeer over de kruin van de kering wordt gereden, bij aanleg van de windturbines onder dagelijkse omstandigheden, neemt de stabiliteit van de kering af tot 1,04. Dit is voldoende.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de aanwezigheid van het windpark zeer geringe effecten zal hebben op de binnenwaartse macrostabiliteit. De afname van de veiligheid bedraagt 10% tot minder dan 1%. De stabiliteit blijft boven de (fictieve) eis voor IPO I veiligheidsklasse.

*Bij aanleg van de windturbines mag zwaar verkeer tot **100 kPa** (uniform gelijkmatig verdeelde belasting) over de kruin van de nieuwe kering. Stabiliteit van de kering blijft dan voldoende.*
*Nog zwaarder verkeer mag **niet** over de kruin van de Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg plaatsvinden. Stabiliteit van de kering neemt in dat geval af tot onder de veiligheidseis.*

6.5 Beoordeling effecten op buitenwaarste macrostabiliteit (STBU)

Instabiliteit (afschuiven) van het buitentalud kan ontstaan na een snelle daling van de buitenwaterstand. De freatische lijn in het dijklichaam kan de daling van de buitenwaterstand niet één-op-één volgen, waardoor deze een belasting vormt op de waterkering. De belangrijkste aspecten die de veiligheid van de waterkering bepalen voor het faalmechanisme afschuiving buitentalud zijn:

- de grondopbouw;
- de geometrie van het dijklichaam en de vooroever;
- de eventuele aanwezige bovenbelasting in het aandrijvende deel.

De effecten op deze bovengenoemde aspecten komen overeen met die voor de binnenwaartse stabiliteit, zie paragraaf 6.2. De effecten betreffen:

- trillingen van het fundament als gevolg van cyclische windbelastingen kunnen tijdens de gebruiksfase leiden tot toename van de grondbelasting ter plaatse van de waterkering.

Belastingen tijdens de gebruiksfase

Overeenkomstige de binnenwaartse macrostabiliteit, kunnen grondversnellingen als gevolg van trillingen leiden tot afname van de stabiliteit. Door middel van glijvlakberekeningen is nagegaan wat het effect hiervan is op de stabiliteit.

Tabel 6-5 Resultaten berekeningen stabiliteit buitenwaarts

Locatie	Situatie		WS BU	WS BI	kruin	Versnelling		Berekende
			[m NAP]	[m NAP]	[kPa]	hor	vert	Stab.factor 1)
Nieuwe Dijk	huidig	Dagelijks	-0,1	-0,3	0	0	0	>1,2
		Extreem N	-0,1 (na +0,8)	-0,3	0	0	0	>1,2
		Extreem Z	-0,1	-0,3 (na +0,8)	0	0	0	>1,2
	gebruik	Dagelijks	-0,1	-0,3	0	0,002g	0,003g	>1,2
		Extreem N	-0,1 (na +0,8)	-0,3	0	0,015g	0,008g	>1,2
		Extreem Z	-0,1	-0,3 (na +0,8	0	0,015g	0,008g	**<1,2**
Boezemkade Zuiderdiep	huidig	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0	0	1,61
		Extreem	-0,2 (na +1,4)	-0,3	13,3	0	0	1,34
	gebruik	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0,002g	0,003g	1,56
		Extreem	-0,2 (na +1,4)	-0,3	13,3	0,015g	0,008g	1,27
Heuvelweg	huidig	Dagelijks	-0,2	-0,3	5	0	0	2,23
		Extreem	-0,2 (na +1,4)	-0,3	5	0	0	1,91
	gebruik	Dagelijks	-0,2	-0,3	5	0,002g	0,003g	2,08
		Extreem	-0,2 (na +1,4)	-0,3	5	0,015g	0,008g	1,70
Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg	huidig	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0	0	1,52
		Extreem	-0,2 (na +1,4)	-0,3	13,3	0	0	1,52
	gebruik	Dagelijks	-0,2	-0,3	13,3	0,002g	0,003g	1,51
		Extreem	-0,2 (na +1,4)	-0,3	13,3	0,015g	0,008g	1,47

1) eis aan stabiliteitsfactor bij Nieuwe Dijk is 1,08, eis bij overige keringen is 0,96.

Uit de stabiliteitsberekeningen blijkt het volgende:

- Nieuwe Dijk:
  - Bij zowel de huidige situatie als in de situatie bij gebruik van de windturbines is geconstateerd dat kleinere glijvlakken bij de teensloot niet voldoen aan de gestelde veiligheidseis. Dit betreffen echter afschuivingen waarbij de waterveiligheid niet in het geding komt;
  - De stabiliteitsfactor blijft bij gebruik van de windturbines boven de eis;
  - Opgemerkt wordt dat bij deze dijk, ook bij situaties met hoogwater, geen water tegen de dijk staat.
- Boezemkade Zuiderdiep:
  - De stabiliteitsfactor is in de huidige situatie 1,61/1,34 Bij gebruik van de windturbines is de berekende veiligheidsfactor onder dagelijkse omstandigheden met 0,05 afgenomen (3%). Onder extreme omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 0,07 af (5%), maar is nog ruim boven de eis;
- Heuvelweg:
  - De stabiliteitsfactor is in de huidige situatie 2,23/1,91. Bij gebruik van de windturbines is de berekende veiligheidsfactor onder dagelijkse omstandigheden met 0,15 afgenomen (7%). Onder extreme omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 0,21 af (11%), maar is nog ruim boven de eis.
- Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg:
  - De stabiliteitsfactor is in de huidige situatie 1,52. Bij gebruik van de windturbines is de berekende veiligheidsfactor onder dagelijkse omstandigheden met 0,01 afgenomen (<1%). Onder extreme omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 0,05 af (3%), maar is nog ruim boven de eis.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de aanwezigheid van het windpark geringe effecten zal hebben op de buitenwaartse macrostabiliteit. De afname van de veiligheid bedraagt 1% tot 11%. De stabiliteit blijft boven de (fictieve) eis voor de hoogste IPO veiligheidsklasse.

6.6 Conclusie effecten op faalmechanismen waterkering

Op basis van een kwalitatieve effectbeoordeling is vastgesteld dat de bouw, gebruik en verwijderen van het windpark effect kan hebben op de volgende faalmechanismen:

- Hoogte;
- Piping;
- Binnenwaartse en buitenwaartse macrostabiliteit

In tabel 6-6 is een overzicht gegeven van de belangrijkste uitgangspunten en effecten op bovenstaande mechanismen.

De effecten op de mechanismen ‘overlopen’ en ‘golfoverslag’ zijn beoordeeld en zijn niet noemenswaardig, mits de uitvoering zorgvuldig wordt verricht met herstel van de profielopbouw en grasbekleding.

De effecten op het mechanisme piping zijn beoordeeld en niet noemenswaardig, mits de uitvoering zorgvuldig wordt verricht met herstel van de ‘oorspronkelijke bodemopbouw’ bij aanvulling van de sleuf.

De effecten op de ‘macrostabiliteit’ zijn door middel van glijvlakberekeningen gekwantificeerd.
De afname van de veiligheid door trillingen (gebruiksfase) bedraagt maximaal 12%. De absolute veiligheidsfactoren blijven hoger dan de waarden volgens IPO I veiligheidsklasse.

Bij de Nieuwe Dijk wordt niet voldaan aan de eis die geldt voor IPO V, echter bij deze kering staat ook bij extreme omstandigheden geen water tegen de dijk.
Bij aanleg van de windturbines mag zwaar verkeer tot 100 kPa over de kruin van de nieuwe kade. Nog zwaarder verkeer mag niet over de kruin van de Scharrezeeweg/Zuiderdiepweg plaatsvinden. Stabiliteit neemt dan af tot onder de veiligheidseis.

Tabel 6-6: samenvattende tabel effectbeoordeling

	Zuiderdiepdijk	Boezemkade Zuiderdiep	Nieuwe Dijk	Heuvelweg (nog aan te leggen kade)	Scharrezeeweg (nog aan te leggen kade)
Type kering	Primair	Boezemkade	Regionaal	Boezemkade	Boezemkade
Code	DR25 Goeree-Overflakkee	GO-8-B-1	GO-7-S-10	-	-
Norm	1/1000 per jaar (MTK 1/300)	1/10 per jaar (IPO klasse I)	Niet genormeerd. 1/1000 per jaar (IPO klasse V)	1/10 per jaar (IPO klasse I)	1/10 per jaar (IPO klasse I)
Huidig toetspeil	NAP +2,6 m	NAP +0,5 m	NAP +0,7 m	NAP +0,5 m	NAP +0,5 m
Toekomstig peil		NAP +0,8 m + 0,5 m	NAP +0,7 m	NAP +0,8 m + 0,5 m	NAP +0,8 m + 0,5 m
Robuustheidstoeslag	0,3 m	0,1 m	0,1 m	0,1 m	0,1 m
Ontwerppeil	-	NAP +1,4 m	NAP +0,8 m	NAP +1,4 m	NAP +1,4 m
Kruinhoogte	-	NAP +1,45 m	NAP +4,8 m	NAP +2,1 m	NAP +2,1 m
Niveau voorland / achterland	-	NAP +0,35 / +0,55 m	NAP +1,0/+1,0 m	NAP +1,1 / +0,9 m	NAP +1,1 / +0,9 m
Vereiste veiligheidsfactoren ($\gamma_R = \gamma_n \times \gamma_d \times \gamma_b \times \gamma_s$)	-	STBU: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96** STBI: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96**	STBU: $\gamma_{R;Bishop}$ = **1,08** STBI: $\gamma_{R;Bishop}$ = **1,20**	STBU: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96** STBI: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96**	STBU: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96** STBI: $\gamma_{R;Bishop}$ = **0,96**
Kruinbelasting	-	Bouwfase: 100 kPa Gebruiksfase: 13,3 kPa	13,3 kPa	13,3 kPa	13,3 kPa
Trillingen tijdens gebruik onder dagelijkse omstandigheden	verwaarloosbaar	a_h = 0,002g a_v = 0,003g	a_h = 0,002g a_v = 0,003g	a_h = 0,002g a_v = 0,003g	a_h = 0,002g a_v = 0,003g
Trillingen tijdens gebruik onder extreme omstandigheden	verwaarloosbaar	a_h = 0,015g a_v = 0,008g	a_h = 0,015g a_v = 0,008g	a_h = 0,015g a_v = 0,008g	a_h = 0,015g a_v = 0,008g
Effect op hoogte (HT)	Geen effect	Geen effect	Aanleg kabels: tijdelijk 1 m verlaging is acceptabel	Geen effect	Geen effect
Effect op piping (STPH)	Geen effect	Geen effect	Aanleg kabels: geen effect mist herstel deklaag	Geen effect	Geen effect
Effect op binnenwaartse stabiliteit (STBI)	Geen effect	Gering effect, voldoet	Voldoet niet voor IPO V, wel voor IPO I. Vanwege hoog voor- en achterland kan er geen water tegen de dijk staan.	Gering effect voldoet	Gering effect voldoet
Effect op buitenwaartse stabiliteit (STBU)	Geen effect	Gering effect, voldoet	Gering effect voldoet	Gering effect, voldoet	Gering effect, voldoet

7 Referenties

[REF.1] Waterschap Hollandse Delta, Nota toetsingskaders en beleidsregels voor het watersysteem 2014, Definitief. Ridderkerk
[REF.2] Waterschap Hollandse Delta, Afwegingskader Windturbines, 26 januari 2017
[REF.3] RWS-WVL, Handreiking ontwerpen met overstromingskansen OI2014v4, 2017
[REF.4] STOWA, Handreiking Ontwerpen & Verbeteren Boezemkaden, rapport ORK 2009-06, Utrecht 2009
[REF.5] STOWA, leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, 2015
[REF.6] TAW, Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies, Geotechnische aspecten van dijken, dammen en boezemkaden. TAW, Delft juni 2001
[REF.7] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, ENW, Addendum bij het Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies. Den Haag, juli 2007
[REF.8] Waterschap Hollandse Delta, Toelichting bij de “Legger van regionale waterkeringen”, 29 augustus 2012
[REF.9] Waterschap Hollandse Delta, Veiligheidstoetsing regionale waterkeringen, Boezemkaden, Tussentijdse rapportage, Dijkring 20, 21 en 25, 27 maart 2013
[REF.10] RPS advies- en ingenieursbureau bv, Voorbereiding Blok de Wit, Ontwerpnota Boezemkade, refnr 1703072A00-R17-214 d.d. 7 november 2017

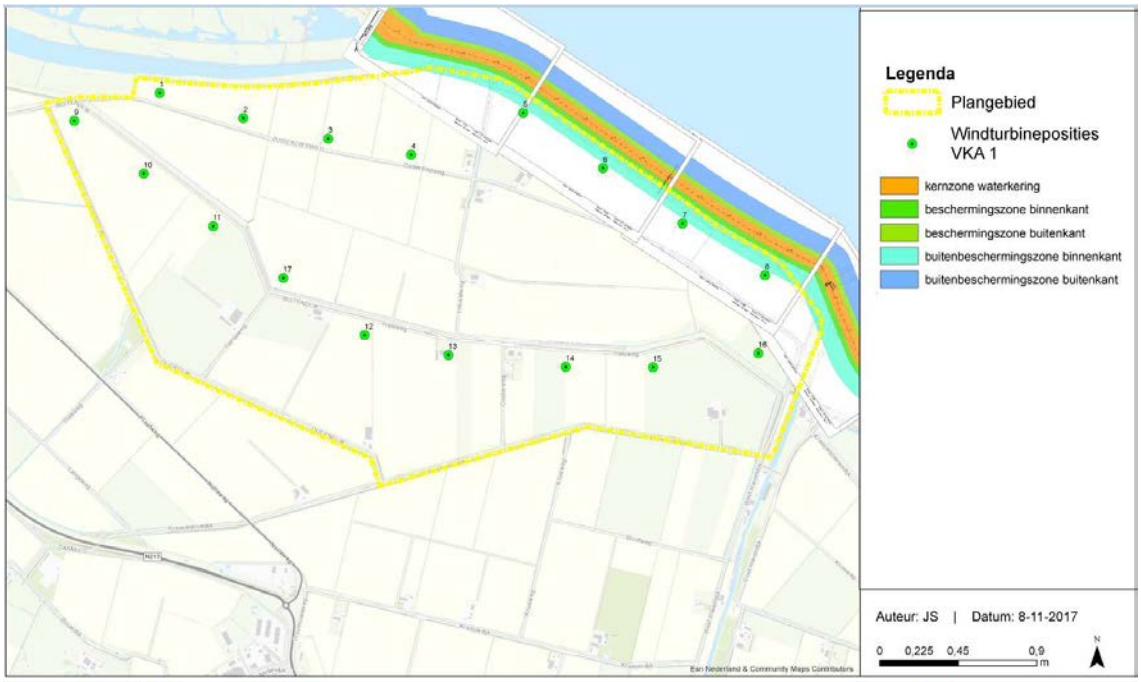
A1 Plangebied met waterkeringen

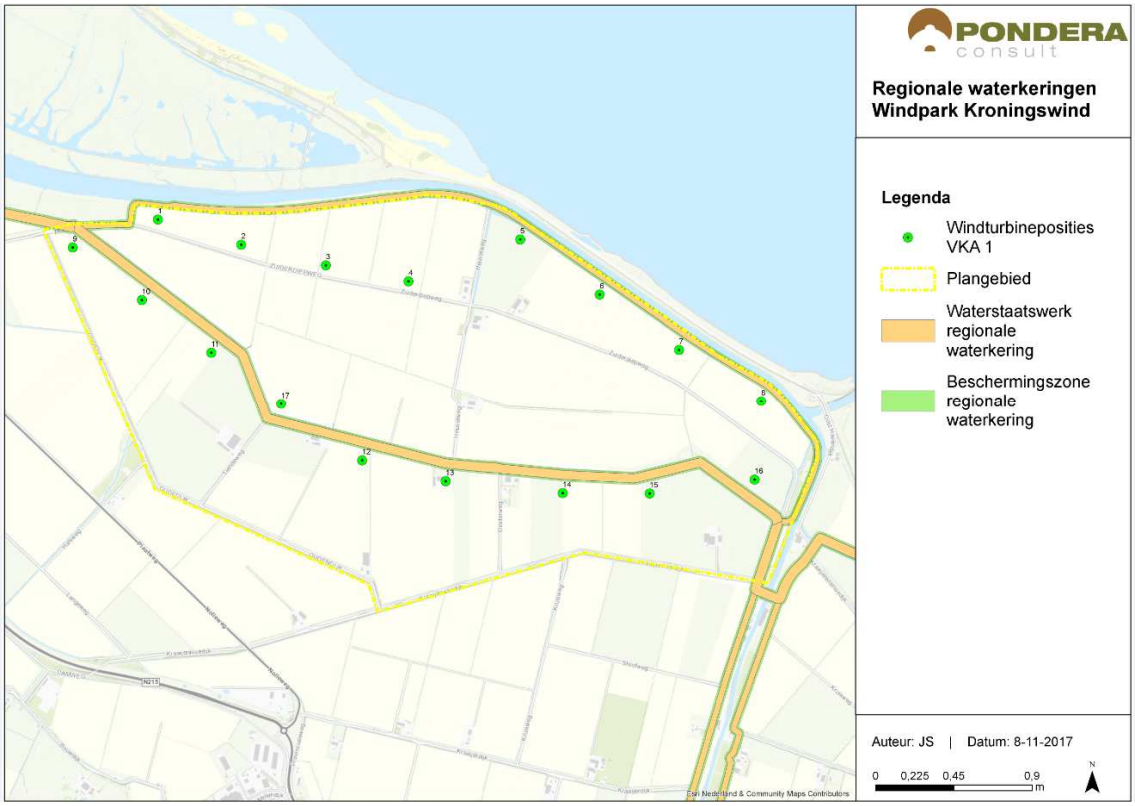


A2 Geplande locaties windturbines WP Kroningswind VKA1

Voorkeursalternatief 1 (VKA1) met 17 windturbines:

- 4 turbines langs het Zuiderdiep
- 4 turbines langs de Zuiderdiepweg
- 9 turbines langs de Buitendijk/Halsweg



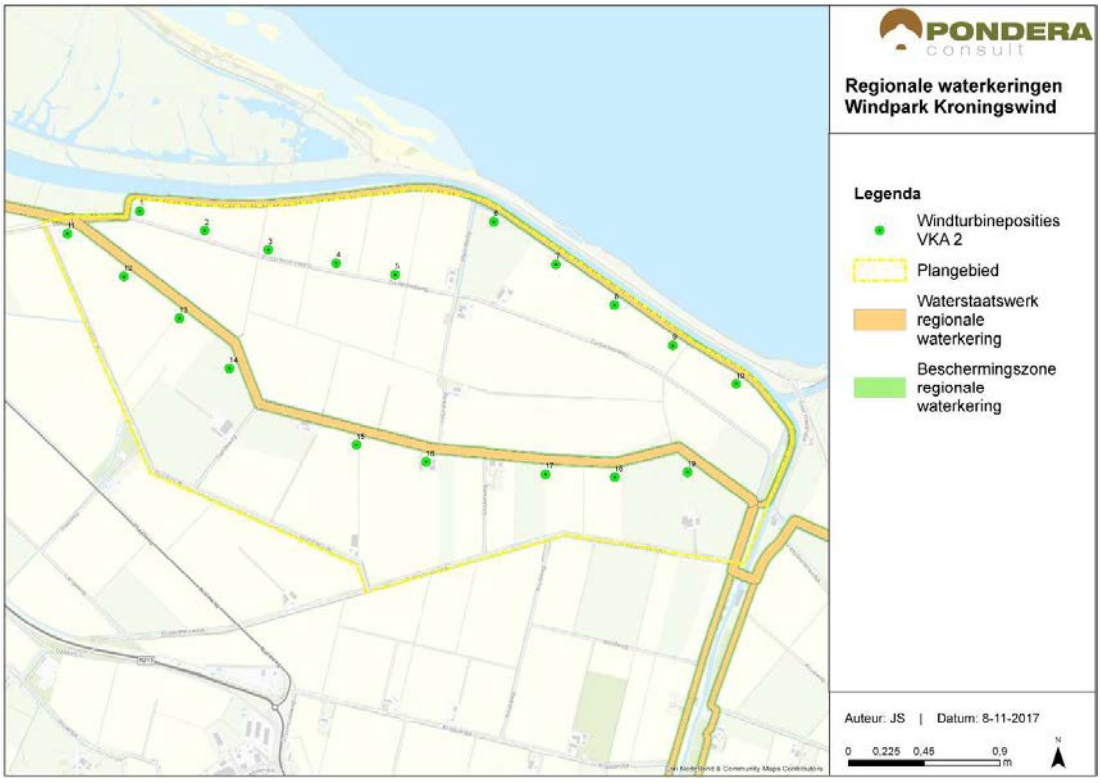


A3 Geplande locaties windturbines WP Kroningswind VKA2

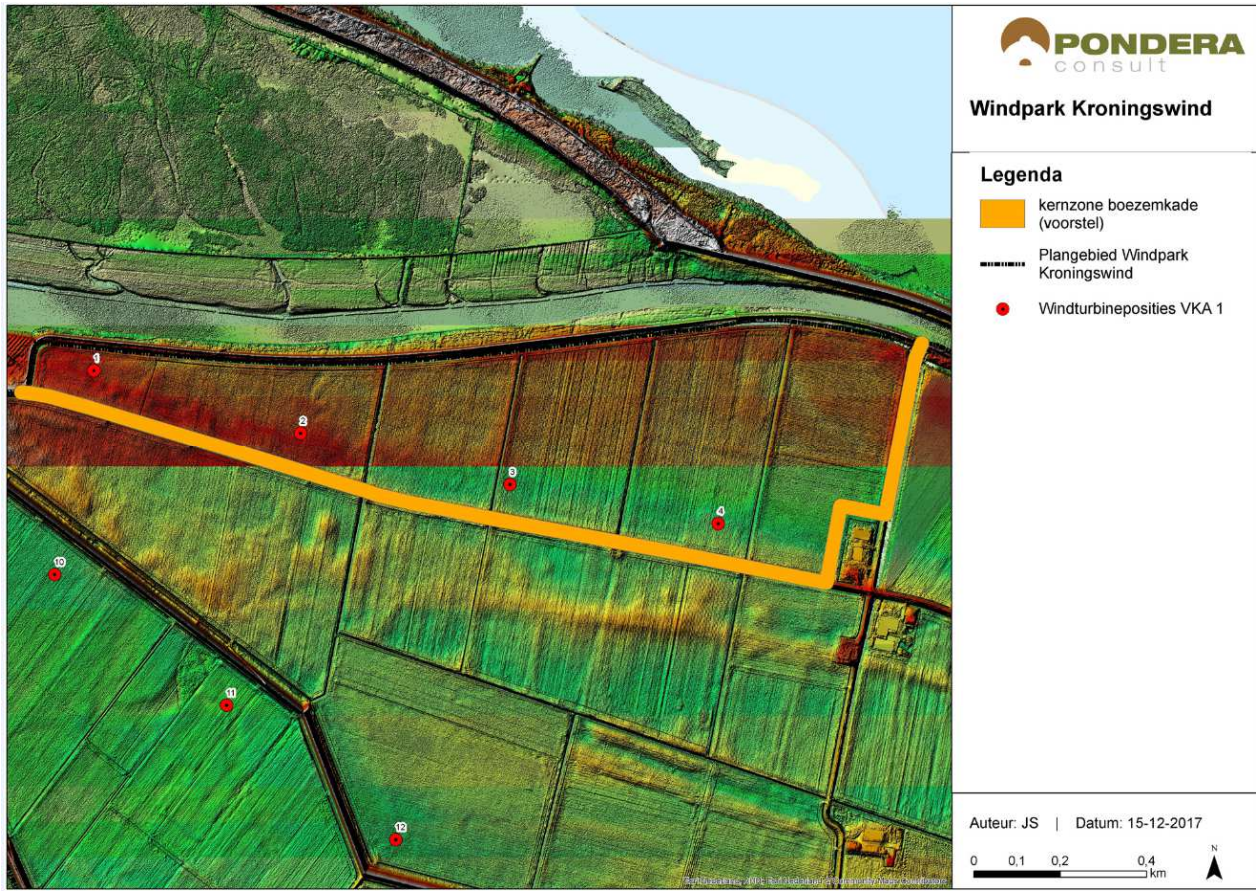
Voorkeursalternatief 2 (VKA2) met 19 windturbines:

- 5 turbines langs het Zuiderdiep
- 5 turbines langs de Zuiderdiepweg
- 9 turbines langs de Buitendijk/Halsweg





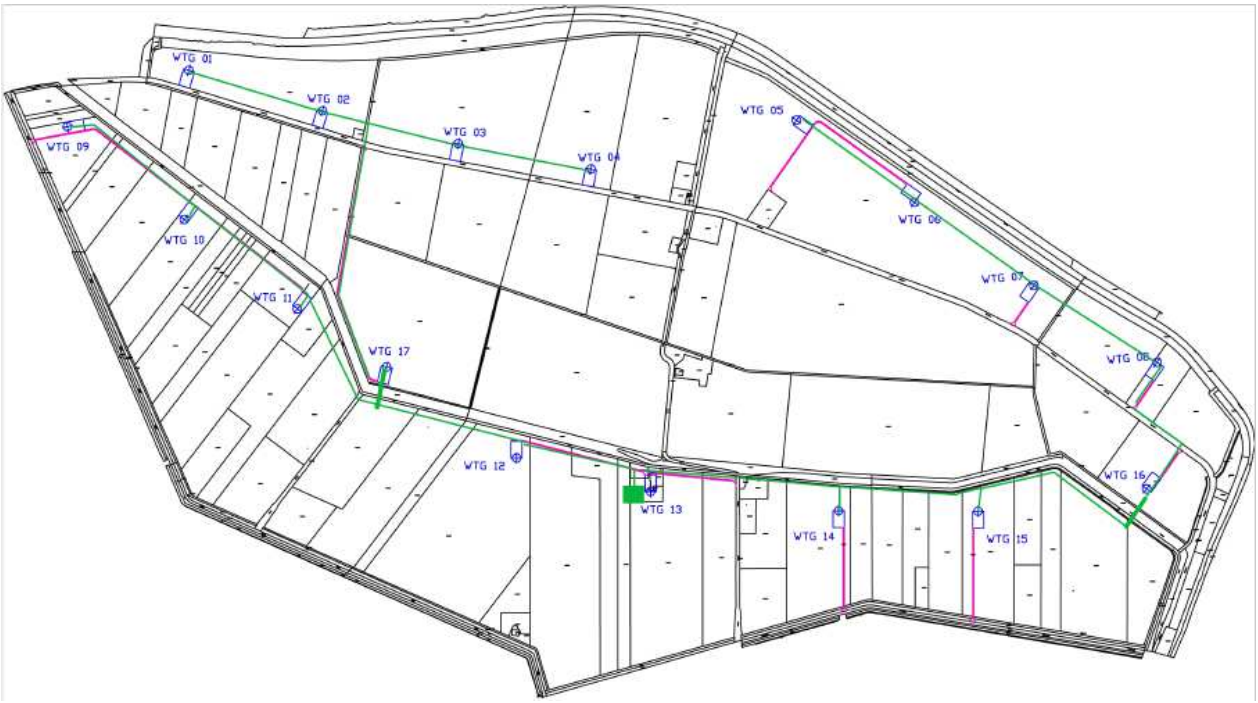
A4 Kernzone nieuwe regionale kering



A5 Geplande locaties kraanopstelplaatsen en toegangswegen



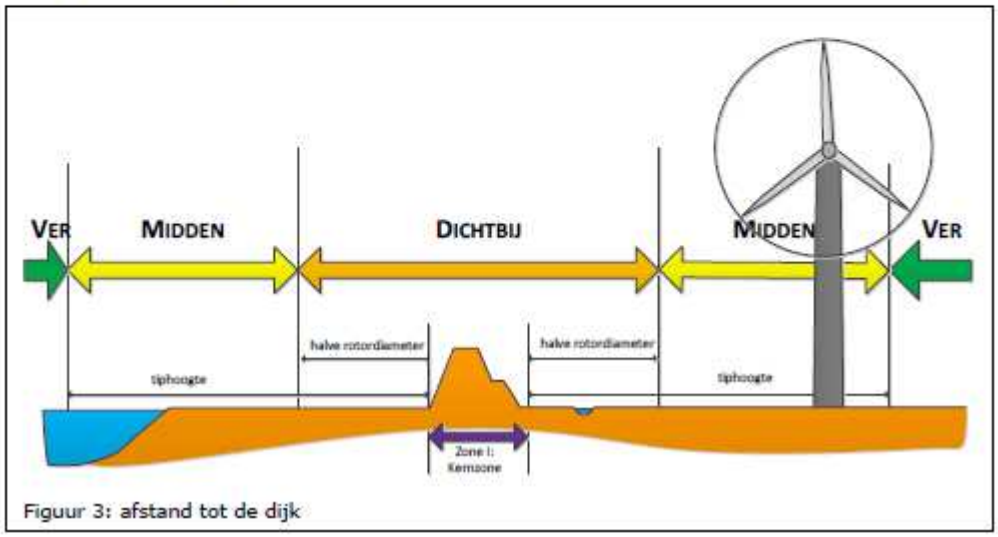
A6 Geplande locaties kabels



A7 Afwegingskader windturbines

Windturbines opgesteld dat mede gebruikt is voor het rapport 'Generiek Afstandscriterium voor windturbines bij primaire waterkeringen in Flevoland' door waterschap Zuiderzeeland. Op basis daarvan kan de locatie in drie groepen worden ingedeeld (zie figuur 3):

a) als de turbine op een afstand groter dan de tiphoogte (mast + lengte wiek) wordt geplaatst, dan wordt dit in het risicoprofiel gekwalificeerd als 'ver';
b) als de turbine in de kernzone of dichter dan de halve rotordiameter van de kernzone komt te staan, dan wordt dat in het risicoprofiel gekwalificeerd als 'dichtbij' (voor de eenvoud is daarbij geen verschil gemaakt tussen binnendijks en buitendijks, maar dit moet in de toekomst wellicht nog verder uitgewerkt worden);
c) als de turbine tussen a) en b) wordt geplaatst, dan wordt dit in het risicoprofiel gekwalificeerd als 'midden'.



Figuur 3: afstand tot de dijk

Door de veiligheid van de waterkering te relateren aan de afstand van de windturbine(s) tot de dijk kan voor elke locatie een risicoprofiel opgesteld worden. In Tabel 1 is dit schematisch weergegeven.

afstand turbine tot kernzone / waterveiligheid dijk	ver	midden	dichtbij
veilig	1	2	3
nader onderzoek	2	3	4
(eventueel) te versterken	3	4	5

Tabel 1: Risicoprofiel

Het afwegingskader
In het afwegingskader wordt op basis van bovenstaande risico-indeling bepaald welke maatregelen genomen moeten worden om de waterveiligheid te kunnen borgen. Daarmee kan de initiatiefnemer (in nauw overleg met het waterschap) bepalen welke maatregelen genomen moeten. Dit is globaal uitgewerkt voor type 1, 3 en 5 (de 'hoekpunten' in de tabel):

Type 1: windturbines op een locatie ver van een dijk, die in principe veilig is:
→ *Vanuit waterveiligheid zijn er geen bijzondere voorwaarden te stellen aan het plaatsen en exploiteren van de windturbine*

Type 3: windturbines op een locatie ver van een dijk die eventueel versterkt moet worden, of dicht bij een dijk, die wel veilig is:

➔ *De initiatiefnemer dient aan te tonen, dat het plaatsen, exploiteren en uiteindelijk ontmantelen van de windturbine(s) (inclusief te nemen extra voorzieningen en/of maatregelen) geen negatief effect[1] heeft op de waterveiligheid en/of een eventuele toekomstige versterking.*

Type 5: windturbines nabij de kernzone van een dijk die (eventueel) versterkt moet worden:

➔ *Vanuit waterveiligheid wordt in eerste instantie gekeken of het mogelijk is om de windturbine te verplaatsen of de plaatsing uit te stellen tot na een dijkverbeterproject, zodat een type 3 situatie ontstaat.*
Als dit niet mogelijk is zal de initiatiefnemer moeten aantonen dat de waterveiligheid voldoende geborgd wordt door extra maatregelen, zodat:

a) *het risico op een overstroming (na de dijkverbetering) als gevolg van het plaatsen, exploiteren en ontmantelen van de windturbine voldoende klein is conform het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium (WBI);*
b) *het mogelijk blijft om de noodzakelijke (nood)maatregelen te treffen voor het borgen van de waterveiligheid.*
c) *het ontwerp, de planning en de kosten van de eventuele dijkverbetering niet nadelig worden beïnvloed;*

Bestuurlijk proces
Tijdens de informatieve VV op 27 oktober 2016 is aandacht besteed aan de beeldvorming over het onderwerp 'waterveiligheid en windturbines'. Op basis van het gepresenteerde locatie-specifieke risicoprofiel is een afwegingskader ontwikkeld, dat nu ter beoordeling aan u wordt voorgelegd. Dit afwegingskader kan worden uitgewerkt in een concrete beleidsregel 'Windturbines op of nabij Waterkeringen'. Deze beleidsregel kan door het college in het eerste kwartaal van 2017 in ontwerp worden vastgesteld en ter visie gelegd. Op deze wijze kunnen alle belanghebbenden zich daarover uitspreken. Op basis van de zienswijzen en reacties kan deze beleidsregel vervolgens definitief worden vastgesteld.

4. Risico's

De ontwikkelingen rond de nieuwe normeringen en de windturbines geven nog onzekerheid ten aanzien van de toekomstige ontwikkelingen. Het is dan ook van belang om met de andere waterschappen de ontwikkelingen te volgen en ervaringen te delen via het Expertisenetwerk Windturbines van de STOWA.

5. Financiële aspecten

Het vaststellen van een afwegingskader heeft geen financiële gevolgen.

6. Personele aspecten

Niet van toepassing

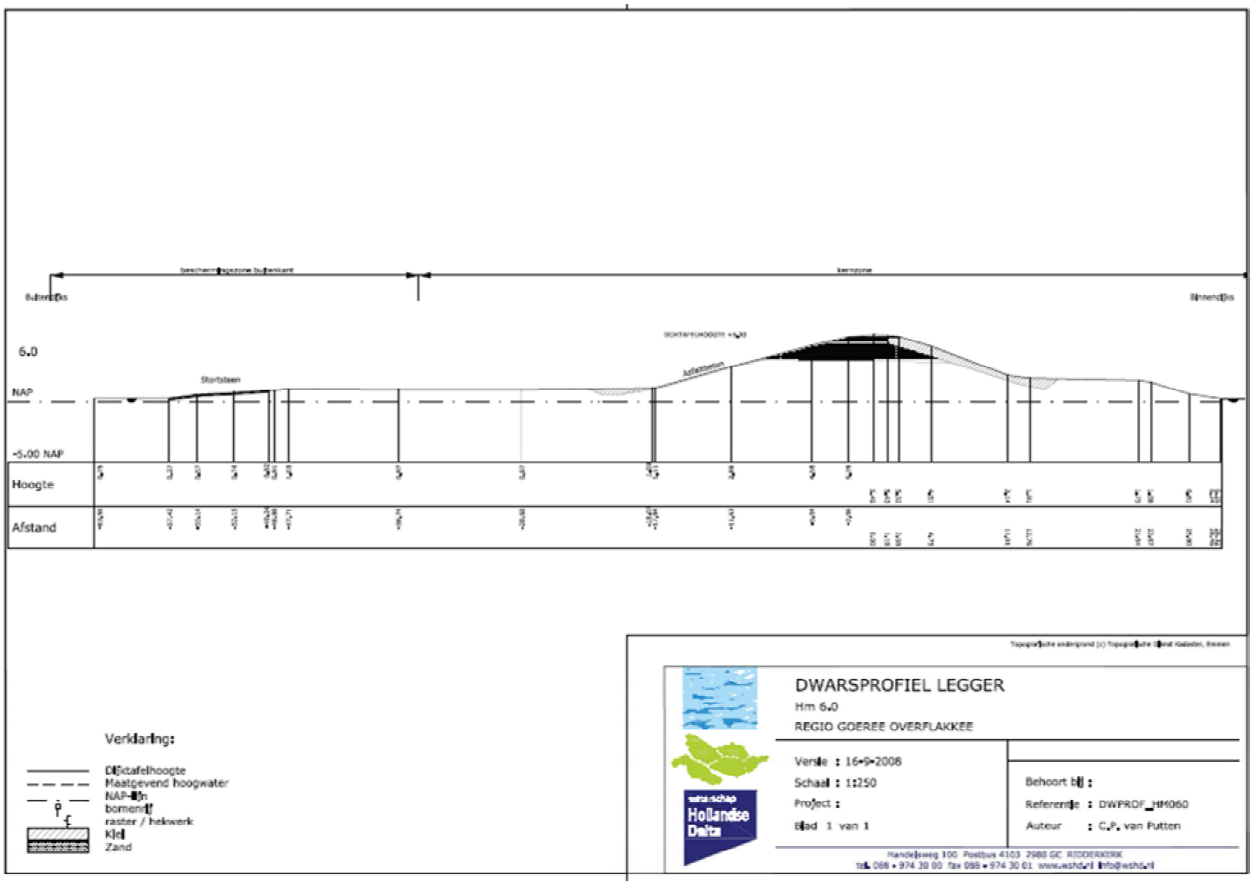
7. Juridische aspecten

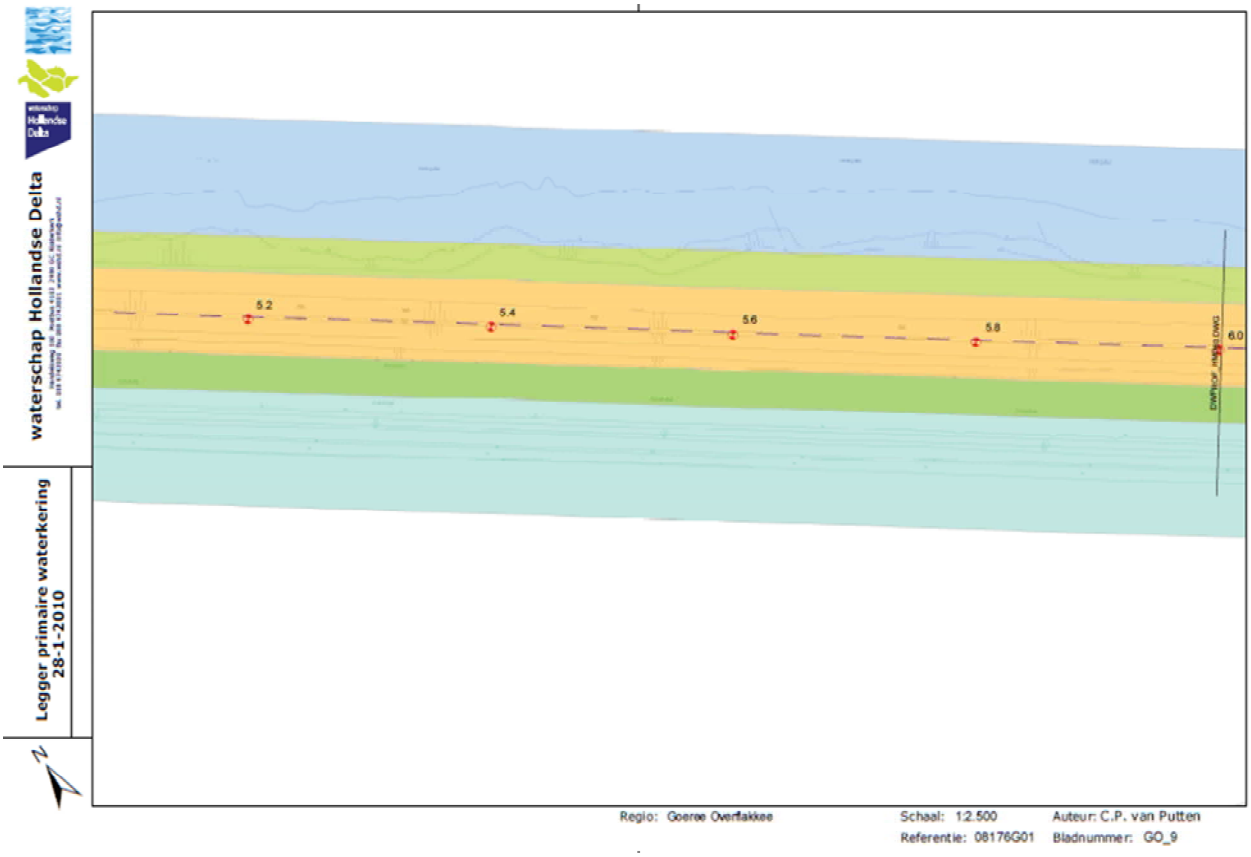
De uitwerking van het afwegingskader via een risicoprofiel, gaat uit van een zonering, gekoppeld aan de hoogte van de windturbine. Daarmee is deze denklijn toekomstvast ten aanzien van de verdere ontwikkeling van steeds hogere turbines.
Dat betekent wel, dat de leggerzoneringen met betrekking tot de (buiten)beschermingszone aangepast moeten worden aan de hoogste turbines, die mogelijk zijn. Door de legger periodiek aan te passen aan de ontwikkelingen van de windturbines, wordt het systeem toekomstvast.

De vaststelling van concrete beleidsregels volgen de regels van de Awb vereist een ter visie legging, gezien het externe karakter met betrekking tot de initiatiefnemers van windturbines. De

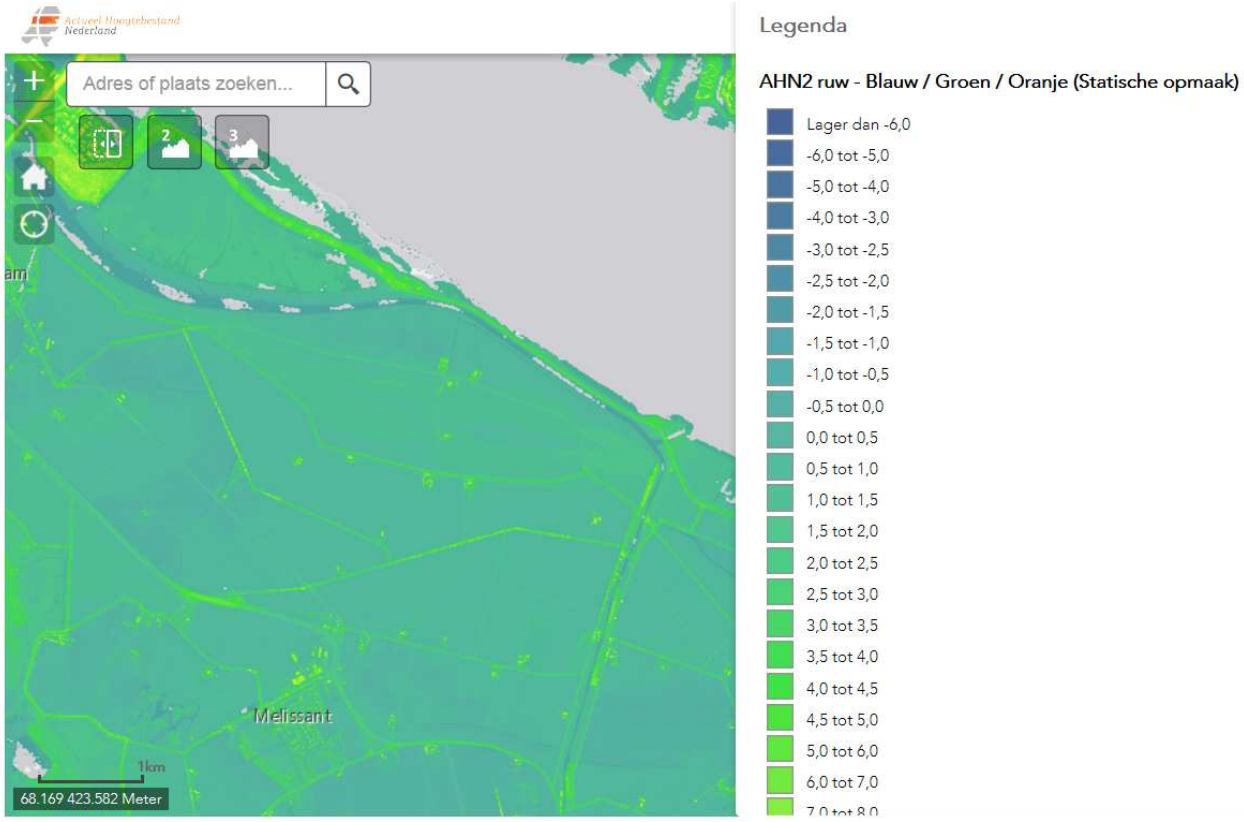
[1] De waterveiligheid van de primaire waterkeringen moet worden bepaald met het Wettelijk Beoordelings-Instrumentarium (WBI). Daarbij moet het effect van een windturbine (of -park) worden bepaald als 'niet-waterkerend-object' (NWO).

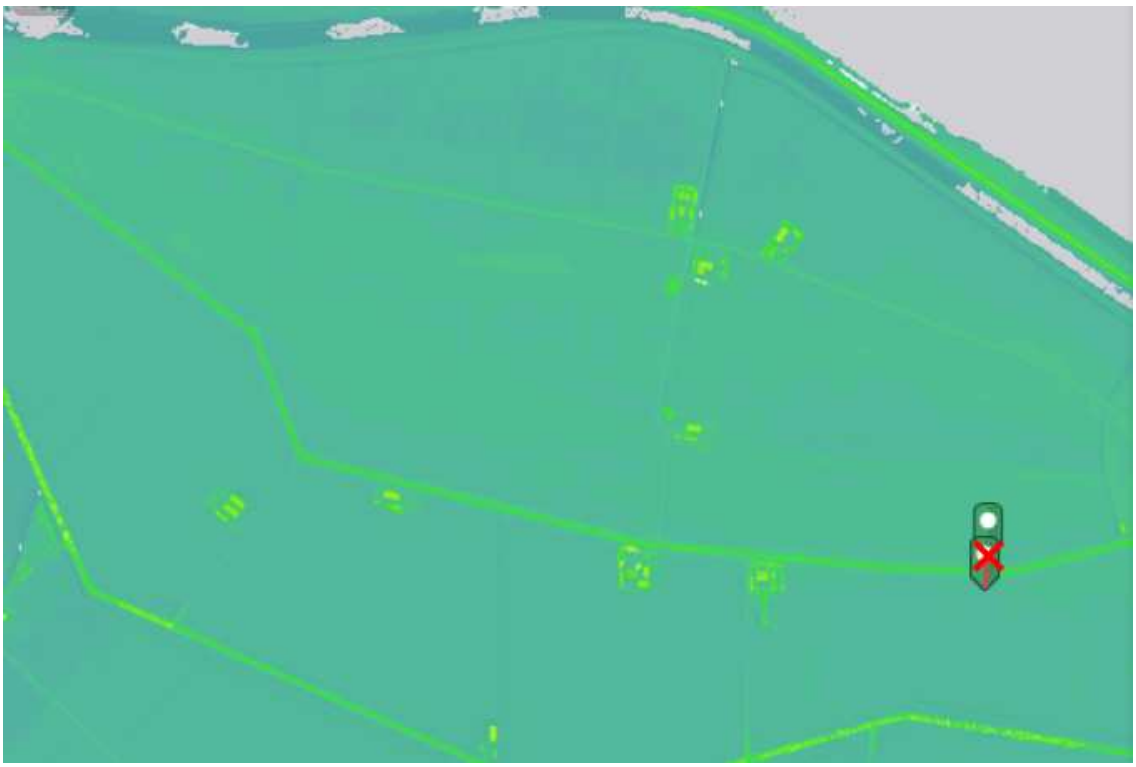
A8 Legger Primaire waterkering




waterschap Hollandse Delta
Legger primaire waterkering
28-1-2010
5.2
5.4
5.6
5.8
6.0
Regio: Goeree Overflakkee
Schaal: 1:2.500
Referentie: 08176G01
Auteur: C.P. van Putten
Bladnummer: GO_9

A9 Hoogtegegevens uit AHN2

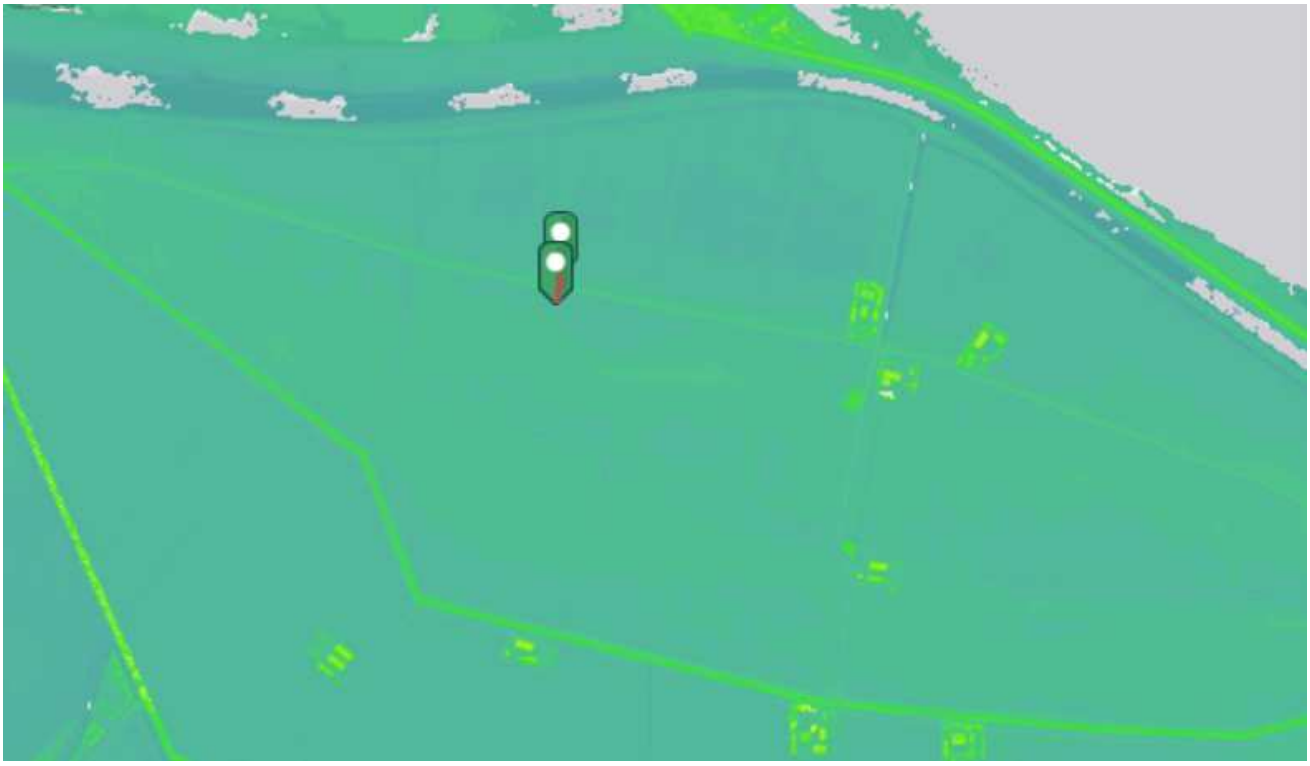




Locatie dwarsprofiel Nieuwe Dijk uit AHN2



Locatie dwarsprofiel Zuiderdiepdijk en boezemkade Zuiderdiep



Locatie dwarsprofiel nog aan te leggen kade

A10 Boringen en sonderingen uit DINO-database

bij Zuiderdiep
B43A1045

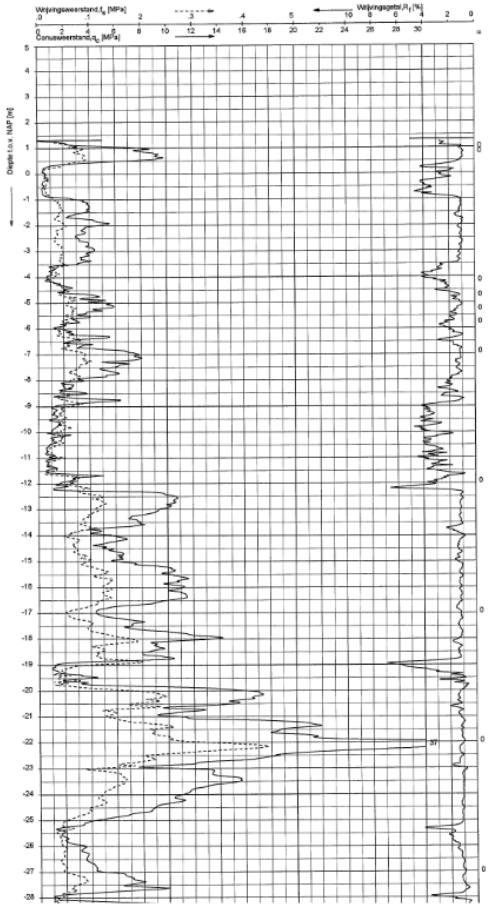
ALGEMENE GEGEVENS BORING
NITG-nummer: B43A1045
X-coordinaat (m): 66170
Y-coordinaat (m): 424320
Coordinatensysteem: RD2000
Plaatsnaam: Middelharnis
Provincie: Zuid-Holland
Kaartblad: 43A
Bepaling locatie: Onbekend
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP): 0.80
Bepaling maaiveldhoogte: Onbekend
Boormethode: Handboring
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 5.50
Datum boring: 04-07-1996
Eigenaar: Onbekend
Uitvoerder: RGD - Distr. West

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE
Beschrijver lagen: Mensink, H.
Organisatie beschrijver: RGD
Beschrijvingsmethode: Standaard Boor Beschrijvingsmethode, versie 4
Nat/Droog beschreven: Nat sediment
Datum laagbeschrijving: 04-07-1996
Kwaliteitcode beschrijving lithologie: A

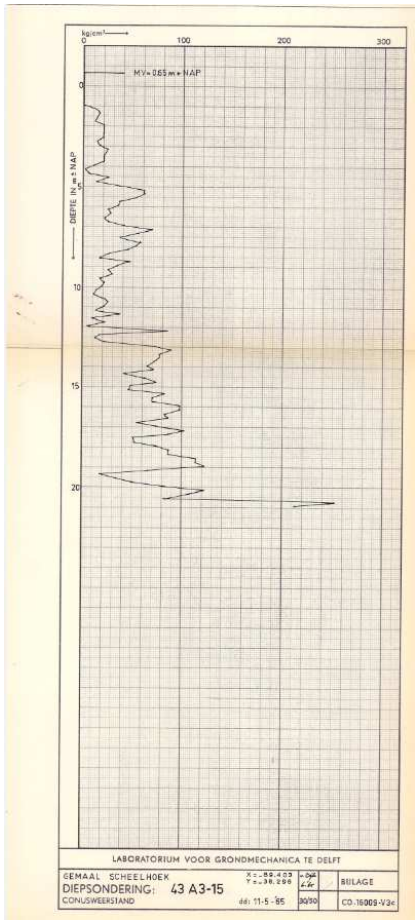
LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)							Kleur	Hoofdgrondsoort	Sublaag	Zandmediaan M63	Zandmediaanklasse		Bijme
0.00	0.30	bruin	klei	---	---	---	---	20	---	---	zwak zandig	---	---	---	matig humeus
0.30	1.20	bruin	klei	---	---	---	---	30	sterk siltig	---	---	---	---	---	matig humeus
1.20	2.00	grijs-zwart	klei	---	---	---	---	26	sterk siltig	---	---	---	---	---	---
2.00	2.60	grijs-zwart	klei	---	---	---	---	15	---	---	matig zandig	---	---	---	---
2.60	4.00	grijs-zwart	klei	---	---	---	---	30	---	---	matig zandig	---	---	---	---
4.00	5.50	grijs	klei	---	---	---	---	26	sterk siltig	---	---	---	---	---	---

S43A00025



S43A00071 (bij Zuiderdiep)



Royal HaskoningDHV

Bij Nieuwe dijk

B43A00075

NITG-nummer: B43A0075
X-coordinaat (m): 63166
Y-coordinaat (m): 424618
Coordinatensysteem: RD2000
Plaatsnaam: Goeree Overflakkee
Provincie: Zuid-Holland
Kaartblad: 43A
Bepaling locatie: Onbekend
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP): 1.75
Bepaling maaiveldhoogte: Onbekend
Boormethode: Pulsboring
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 47.50
Datum boring: 01-08-1964
Eigenaar: Onbekend
Uitvoerder: RWS - Deltadienst

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE
Beschrijver lagen: RWS - Deltadienst
Organisatie beschrijver: RWS
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nat/Droog beschreven: Onbekend
Datum laagbeschrijving: Onbekend
Kwaliteitcode beschrijving lithologie: C

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)											
0.00	0.20	onbekend		geen monster	---	---	---	---	---	---	---	---
0.20	0.60	licht-bruin	zand	---	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---
0.60	1.30	bruin	klei	---	---	---	---	---	---	---	zandig	---
1.30	1.50	grijs-bruin	zand	---	---	---	fijne categorie (O)	---	kleiig	---	---	---
1.50	1.70	grijs-bruin	zand	---	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	sterk siltig	
1.70	4.00	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	---	---
4.00	5.40	donker-grijs	klei	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5.40	6.40	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	---	---
6.40	12.60	grijs	zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---	---
12.60	15.20	donker-grijs	zand	---	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	---
15.20	23.60	grijs	zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---	---
23.60	25.40	grijs	zand	---	---	matig grof (O)	---	---	---	---	---	---
25.40	25.80	donker-grijs	klei	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25.80	28.80	grijs-bruin	zand	---	---	---	matig grof (O)	---	---	---	---	---
28.80	32.20	licht-grijs	zand	---	---	---	zandmediaan onduidelijk	---	---	---	---	---
32.20	35.40	licht-grijs-bruin		zand	---	---	---	matig grof (O)	---	---	---	---
35.40	36.60	grijs	klei	---	---	---	---	---	sterk siltig	---	---	---
36.60	42.60	grijs	klei	---	---	---	---	---	sterk siltig	---	---	---
42.60	43.40	donker-grijs	klei	---	---	---	---	---	---	---	---	---
43.40	47.50	grijs	klei	---	---	---	---	---	---	---	---	---

B4A00077

NITG-nummer: B43A0077
X-coordinaat (m): 65248
Y-coordinaat (m): 423114
Coordinatensysteem: RD2000
Plaatsnaam: Goeree Overflakkee
Provincie: Zuid-Holland
Kaartblad: 43A
Bepaling locatie: Onbekend
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP): 1.20
Bepaling maaiveldhoogte: Onbekend
Boormethode: Pulsboring
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 45.00
Datum boring: 01-08-1964
Eigenaar: Onbekend
Uitvoerder: RWS - Deltadienst

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE
Beschrijver lagen: RWS - Deltadienst
Organisatie beschrijver: RWS
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nat/Droog beschreven: Onbekend
Datum laagbeschrijving: Onbekend
Kwaliteitcode beschrijving lithologie: D

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)											
0.00	0.20	onbekend		zand	---	---	---	---	---	---	---	---
0.20	1.00	bruin	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	sterk siltig	
1.00	1.50	licht-bruin		zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	---
1.50	2.50	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	---	---
2.50	3.50	grijs	zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---	---
3.50	4.80	donker-grijs		zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	siltig	---
4.80	7.00	grijs	klei	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7.00	10.40	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	siltig	---
10.40	14.20	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	siltig	---
14.20	17.20	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	siltig	---
17.20	20.60	grijs	zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---	---
20.60	21.40	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	sterk kleiig	---	---	---
21.40	22.40	grijs	zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---	---
22.40	27.60	grijs	zand	---	---	matig grof (O)	---	---	---	---	---	---
27.60	32.40	licht-grijs-bruin		zand	---	---	---	matig grof (O)	---	---	---	---
32.40	35.00	licht-grijs		zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---
35.00	35.50	onbekend		klei	---	---	---	---	---	---	---	---
35.50	36.20	licht-grijs		zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---
36.20	39.20	grijs	klei	---	---	---	---	---	---	---	---	---
39.20	41.20	grijs	klei	---	---	---	---	---	zwak siltig	---	---	---
41.20	43.80	grijs	zand	---	---	matig fijn (O)	---	---	---	---	---	---
43.80	45.00	grijs	zand	---	---	fijne categorie (O)	---	---	---	---	sterk siltig	

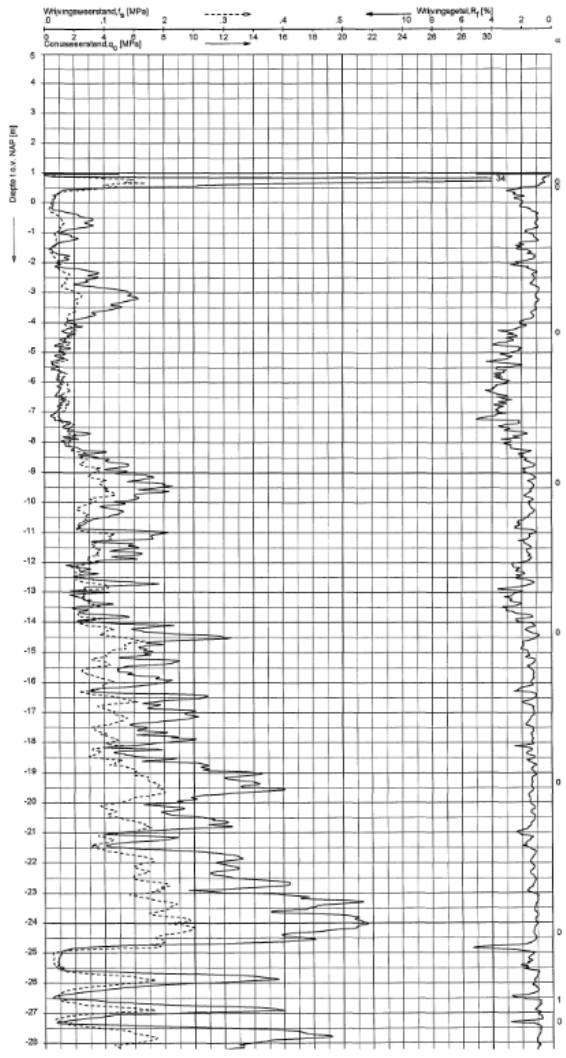
B43A1029

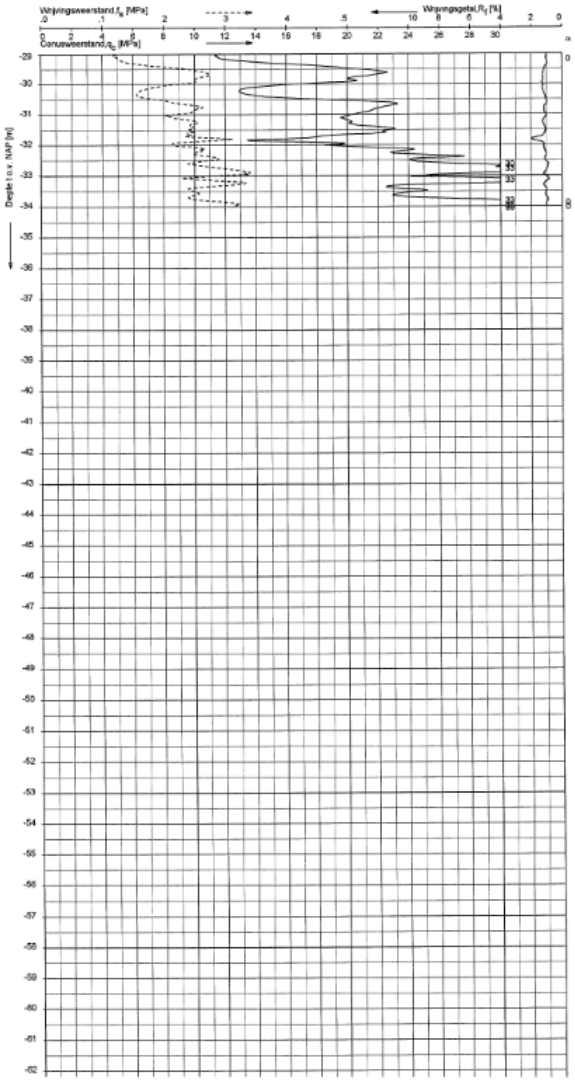
```
NITG-nummer:    B43A1029
X-coordinaat (m):       64360
Y-coordinaat (m):       423430
Coordinatensysteem:     RD2000
Plaatsnaam:     Onbekend
Provincie:      Zuid-Holland
Kaartblad:      43A
Bepaling locatie:       Onbekend
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP):      1.00
Bepaling maaiveldhoogte:        Onbekend
Boormethode:    Handboring
Einddiepte (meter beneden maaiveld):    4.00
Datum boring:   04-07-1996
Eigenaar:       NITG-TNO
Uitvoerder:     RGD

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE
Beschrijver lagen:      Wilde, W. de
Organisatie beschrijver:        RGD
Beschrijvingsmethode:   Standaard Boor Beschrijvingsmethode, versie 4
Nat/Droog beschreven:   Nat en droog sediment
Datum laagbeschrijving:         04-07-1996
Kwaliteitcode beschrijving lithologie:  C


LITHOLOGIE LAGEN
Bovenkant laag (m beneden maaiveld)     Onderkant laag (m beneden maaiveld)     Kleur   Hoofdgrondsoort Sublaag
    0.00            1.00        bruin   zand    ---     170     matig fijn      ---     ---     ---     ---
    1.00            2.10        grijs   zand    ---     170     matig fijn      ---     ---     ---     ---
    2.10            4.00        grijs   zand    ---     170     matig fijn      ---     ---     ---     ---
```

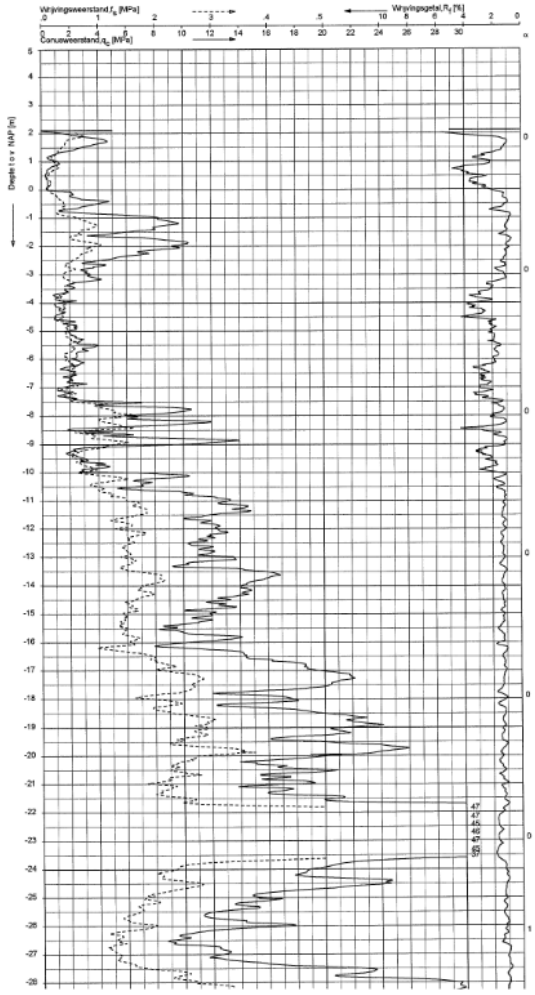
S43A00023

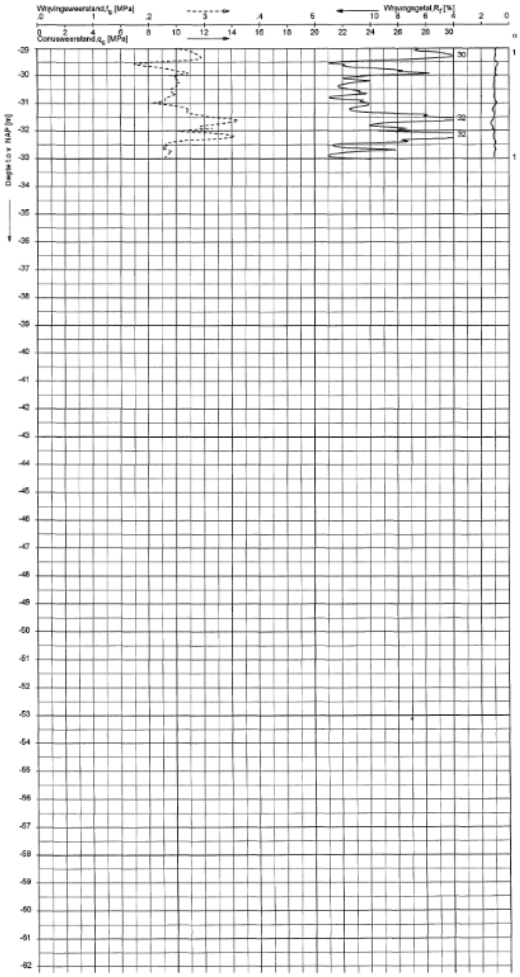




Royal HaskoningDHV

Bij nog aan te leggen kade (Scharrezeeweg)





Royal HaskoningDHV

A11 Regionale database (WSHD) voor Goeree-Overflakkee

Representatieve waarden van de sterkteparameters en volumegewichten Goeree Overflakkee

Parameters uit rapportage: Beoordeling primaire waterkeringen 1e categorie Goeree-Overflakkee, Geodelft, nr. CO-379800/90 versie 2, d.d. mei 1999

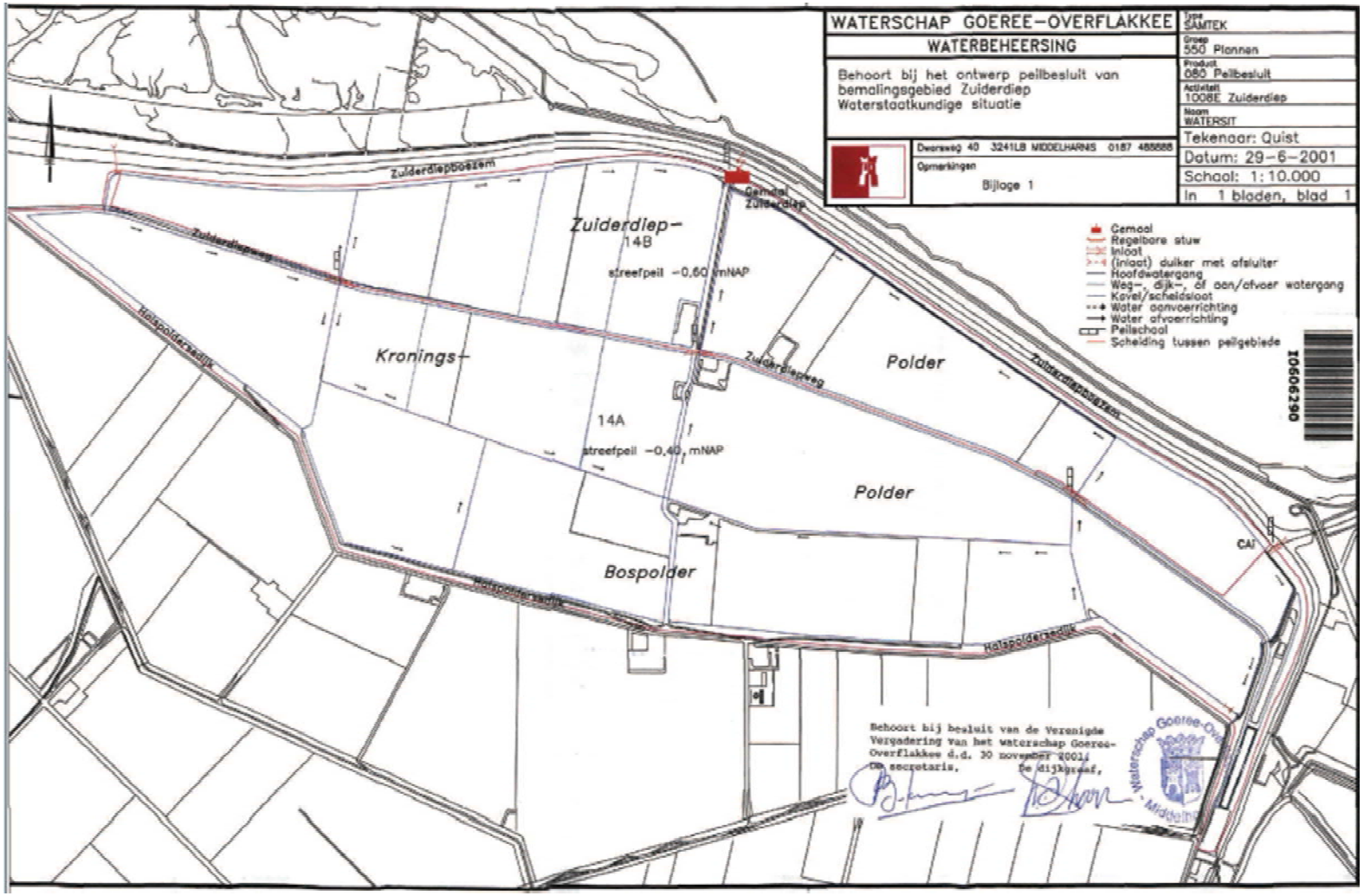
dwsprof.	6		8,8		11,8		12,8		14,6		16,6		17,6		18,6		19,6		21,6		22,6		23,4		24,6		repwaarde*		vol.gew.	
bodem kruin	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	c	phi	γ_{dr}	γ_{nat}
kl dijks / OB			10	17,5	10	17,5	5	22,5	5	22,5	5	22,5	5	22,5	10	22,5	10	17,5	10	17,5	10	17,5	10	17,5	10	22,5	10	17,5	16	16
z OA	0	30	0	30	0	25			0	30	0	32,5	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	17	20
kl DK											3	22,5											10	17,5			3	22,5	15,7	15,7
kl s DK	0	22,5					0	22,5							0	22,5	10	17,5	10	17,5	10	17,5	10	22,5	10	22,5	0	22,5	14,5	14,5
kl z DK	0	25	3	27,5	3	27,5					0	25	5	22,5													0	25	17	17
z DK	0	30	0	30	0	32,5			0	27			0	30			0	30							0	30	0	30	17	20
z s DK					0	25	0	30											0	27							0	25	17	20
z kl DK									0	25																	0	25	17	20
hv			5	15							5	15			5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	10,5	10,5
kl s z C			5	22,5											0	27,5	3	22,5	5	22,5					0	22,5	3	22,5	17	17
kl s h C											0	25															0	25	13	13
kl s C											3	17,5	10	17,5	10	22,5					10	17,5	10	17,5			10	17,5	16	16
kl/z C																	0	25	0	27,5	0	27,5	10	22,5	0	27,5	0	25	16,5	16,5
bv																									5	15	5	15	12,2	12,2
z C			0	30											0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	17	20
naast kruin	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**c**	**phi**	**γ_{dr}**	**γ_{nat}**
kl OB	10	22,5	0	17,5	10	22,5			10	17,5	10	17,5	10	17,5	10	17,5	10	17,5	10	17,5	0	22,5	10	22,5	10	17,5	10	17,5	16	16
z OA	0	32,5			0	25															0	30	0	25	0	30	0	30	17	20
kl DK																					0	17,5	3	15			0	17,5	14,2	14,2
kl s DK	0	22,5	0	22,5							10	17,5									0	17,5	3	17,5			0	17,5	14,5	14,5
kl s z DK	10	22,5																									10	22,5	17	17
kl z DK	0	27,5	3	27,5	3	22,5			0	22,5																	0	22,5	17	17
z DK	0	30			0	30							0	30	0	30	0	30	0	27							0	30	17	20
z kl DK					0	25			0	25																	0	25	17	20
hv			5	15							5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	10,5	10,5
kl s z C			5	22,5											0	27,5	0	22,5	0	22,5			3	17,5	0	22,5	0	22,5	17	17
kl s C											3	17,5	0	22,5	3	22,5	0	17,5			0	17,5	0	15			0	17,5	16	16
kl/z C																			0	17,5	0	22,5	0	27,5	0	27,5	0	17,5	16,5	16,5
kl C																									10	17,5	10	17,5	16	16
z C			0	30											0	30	0	30	0	30	0	30	0	32,5	0	30	0	30	17	20

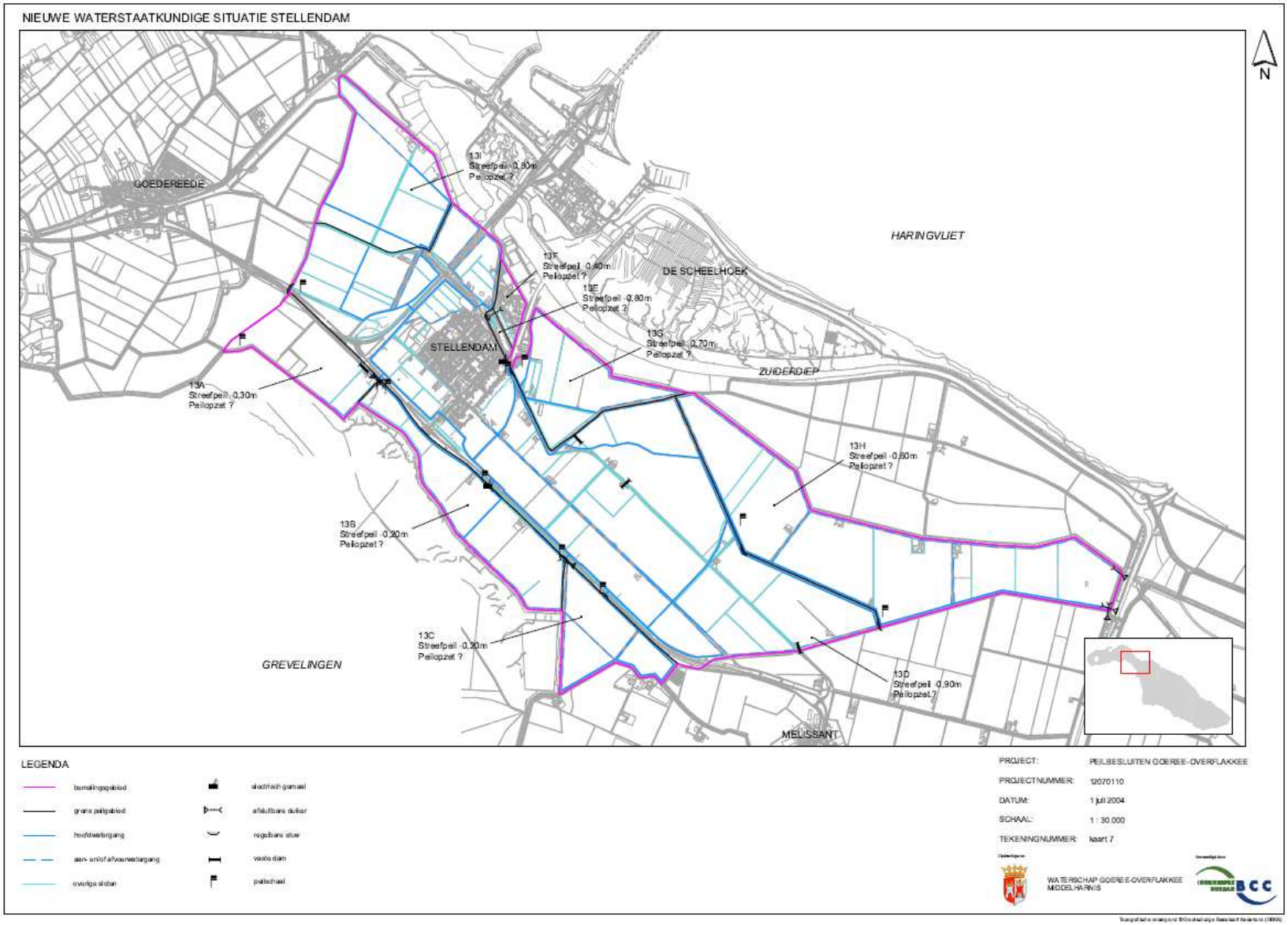
z = zand
kl = klei
hv = hollandveen
bv = basisveen
OA en OB = antropogene gronden
DK = Duinkerke
C = Calais

* o.h.a. is uitgegaan van de laagst voorkomende waarde

Royal HaskoningDHV

A12 Peilgebieden Kroningspolder




NIEUWE WATERSTAATKUNDIGE SITUATIE STELLENDAM
N
GOEDEREEDE
HARINGVLIET
DE SCHEELHOEK
STELLENDAM
ZUIDERDIEP
GREVELINGEN
MELISSANT
13I Streefpeil -0,80m Peilopzet ?
13F Streefpeil -0,40m Peilopzet ?
13E Streefpeil -0,80m Peilopzet ?
13G Streefpeil -0,70m Peilopzet ?
13A Streefpeil -0,30m Peilopzet ?
13H Streefpeil -0,60m Peilopzet ?
13B Streefpeil -0,20m Peilopzet ?
13C Streefpeil -0,20m Peilopzet ?
13D Streefpeil -0,90m Peilopzet ?
LEGENDA
bemalingsgebied
grens peilgebied
hoofdwatergang
aan- en/of afvoerwatergang
overige sloten
electrisch gemaal
afsluitbare duiker
regelbare stuw
vaste dam
peilschaal
PROJECT: PEILBESLUITEN GOEREE-OVERFLAKKEE
PROJECTNUMMER: 12070110
DATUM: 1 juli 2004
SCHAAL: 1 : 30.000
TEKENINGNUMMER: kaart 7
WATERSCHAP GOEREE-OVERFLAKKEE
MIDDELHARNIS
BCC

Royal HaskoningDHV

A13 Toetspeilen boezemkaden WSHD

Uit [REF.9]

DATUM 7 oktober 2011
ONDERWERP Voorstel nieuwe toetspeilen
PAGINA 1 van 1
BIJLAGE 1

waterschap Hollandse Delta

Voorstel nieuwe toetspeilen

Ten behoeve van de globale toetsing van de boezemkaden in het beheersgebied van waterschap Hollandse Delta, zijn middels het rekenprogramma PROMOTOR versie 1.0 de toetspeilen afgeleid. Deze toetspeilen zijn weergegeven in onderstaande tabel. De achtergronden van het afleiden van de toetspeilen zijn terug te vinden in de rapportages "Het bepalen van toetshoogtes voor boezemkades met behulp van het programma PROMOTOR, fase 1 en 2" [HKV2008] en "Het bepalen van toetshoogtes voor boezemkades met behulp van het programma PROMOTOR, fase 3, 4 en 5" [HKV2009].

Voorgesteld wordt om de toetspeilen zoals hieronder per watersysteem en kadeklasse (voor zover relevant) zijn weergegeven, vast te stellen.

Gebied	Watersysteem	Waterstand in m +NAP						
		Streef-peil	10 jaar	30 jaar	100 jaar	300 jaar	1.000 jaar	Vastgesteld toets-peil 2008
	Veiligheidsklasse		1	2	3	4	5	
Voorne Putten	Kanaal door Voorne	-0.40	-0.28	-0.26	-0.23	-0.21	-0.19	0,20
	Brielse Meer	0.00	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21	0,20
	Bernisse	0.00	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21	0,20
Goeree-Overflakkee	Zuiderdiepboezem	-0.20	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	1,00
	Oude Tonge	0.10	0.68	0.75	0.88	1.00	1.01	0,90
Hoekse Waard	Binnenmaas	-1.07	-0.98	-0.97	-0.96	-0.95	-0.94	-0,98
	Strijensche Haven	-0.80	-0.75	-0.74	-0.73	-0.72	-0.71	-0.75

Tabel 1 Toetspeilen. De rode getallen zijn voor Hollandse Delta niet van toepassing (deze kadeklassen zijn niet aanwezig in het watersysteem). De laatste kolom geeft de in 2008 door de provincie vastgestelde toetspeilen weer

Uit ander deel van [REF.9]

Waterpeil boezem situatie hoogwater

Ten behoeve van de toetsing van de boezemkaden in het beheersgebied van waterschap Hollandse Delta zijn middels het rekenprogramma PROMOTOR versie 1.0 de maatgevende boezempeilen afgeleid. Deze boezempeilen zijn weergegeven in onderstaande tabel 2. In de maatgevende boezempeilen zijn lokale toeslagen (wind, scheefstand, dwarsopwaaiing en golfoverslag) meegenomen. De maatgevende boezempeilen zijn in de betreffende shapefile gekoppeld aan de kadevakken.

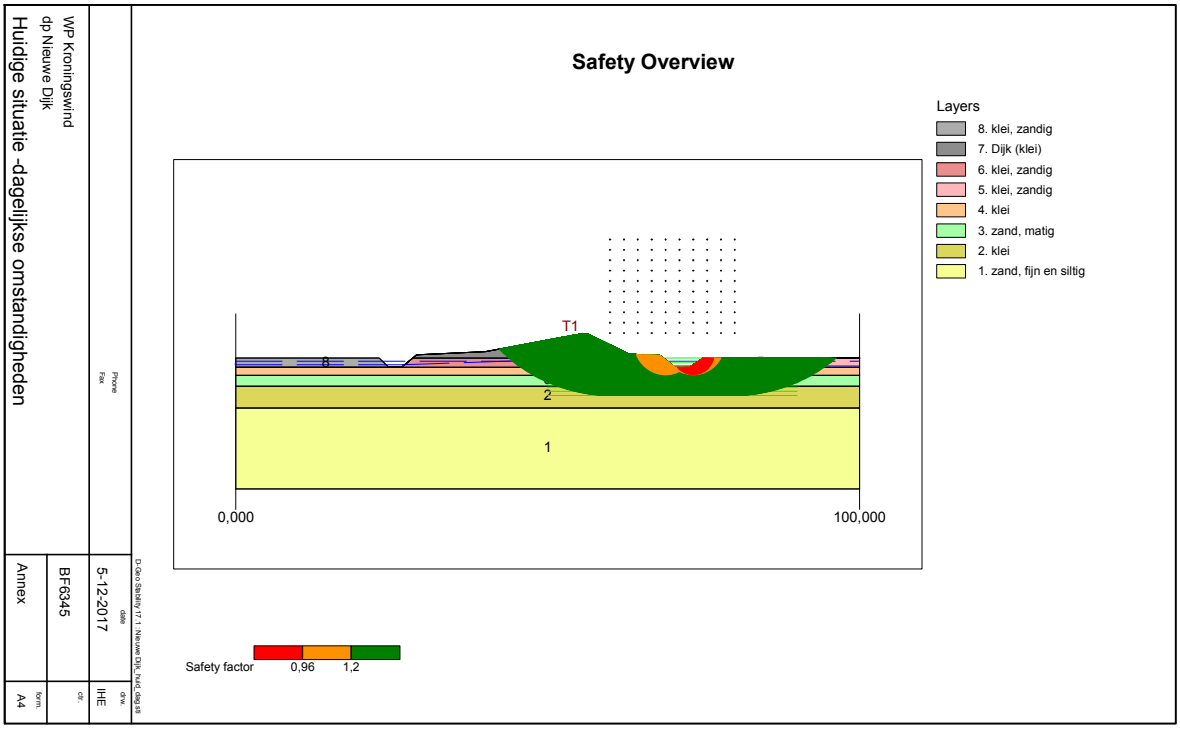
Tabel 2. Maatgevende boezempeilen

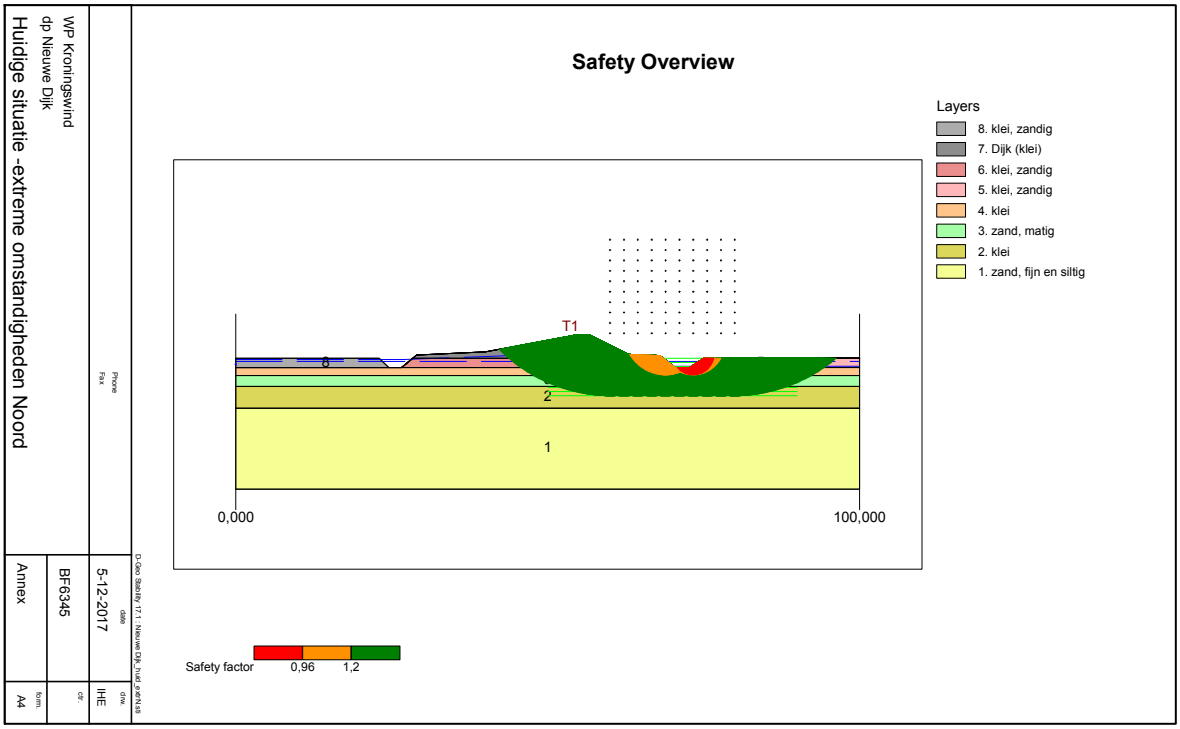
Gebied	Watersysteem	Waterstand in m +NAP					
		Streef-peil	10 jaar	30 jaar	100 jaar	300 jaar	1.000 jaar
	Veiligheidsklasse >		I	II	III	IV	V
Voorne Putten	Kanaal door Voorne	-0.40	-0.28	-0.26	-0.23	-0.21	-0.19
	Brielse Meer	0.00	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
	Bernisse	0.00	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
Goeree-Overflakkee	Zuiderdiepboezem	-0.20	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
	Oude Tonge	0.10	0.68	0.75	0.88	1.00	1.01
Hoekse Waard	Binnenmaas	-1.07	-0.98	-0.97	-0.96	-0.95	-0.94
	Strijensche Haven	-0.80	-0.75	-0.74	-0.73	-0.72	-0.71

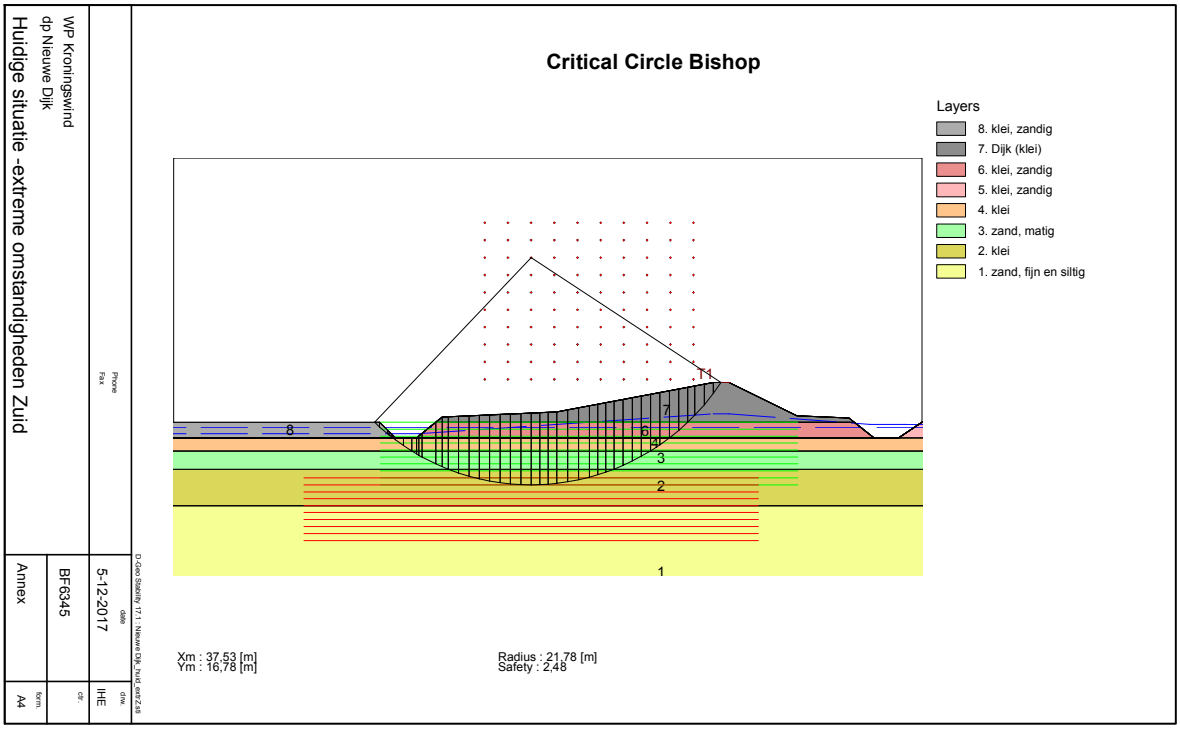
Opm.: De rode getallen zijn voor Hollandse Delta niet van toepassing (deze kadeklassen zijn niet aanwezig in het watersysteem).

A14 Resultaten stabiliteitsberekeningen - STBI

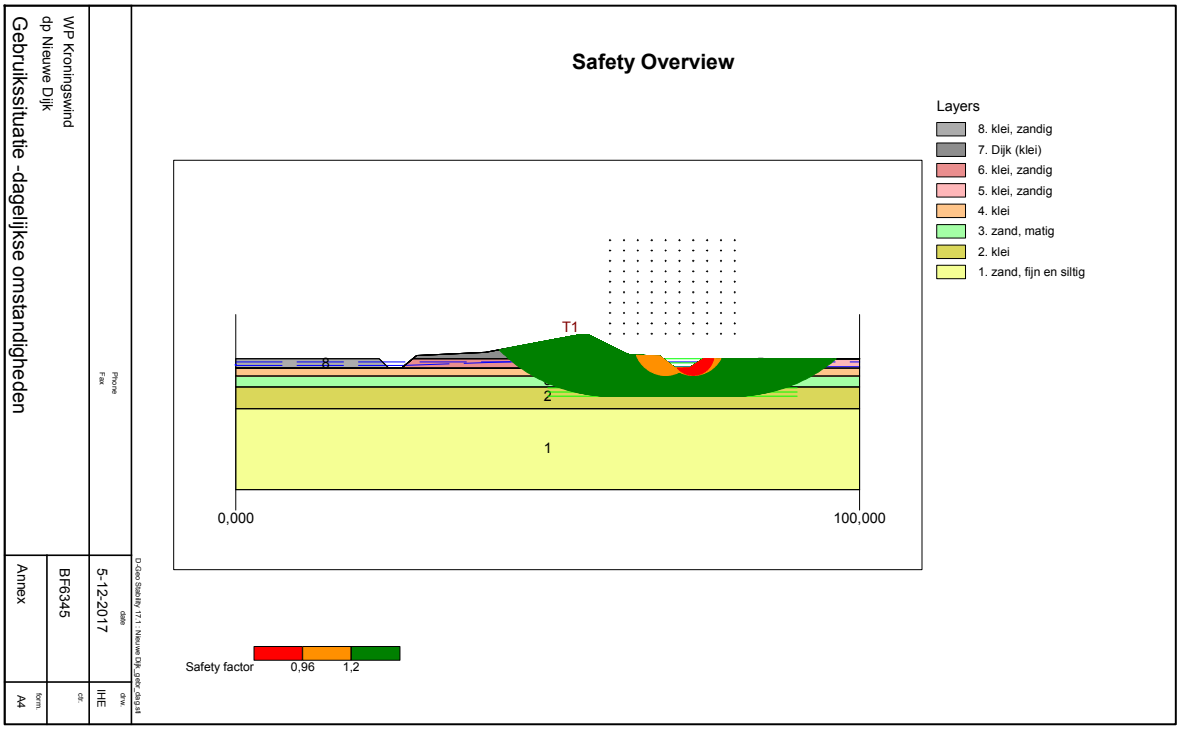
Nieuwe Dijk – huidige situatie

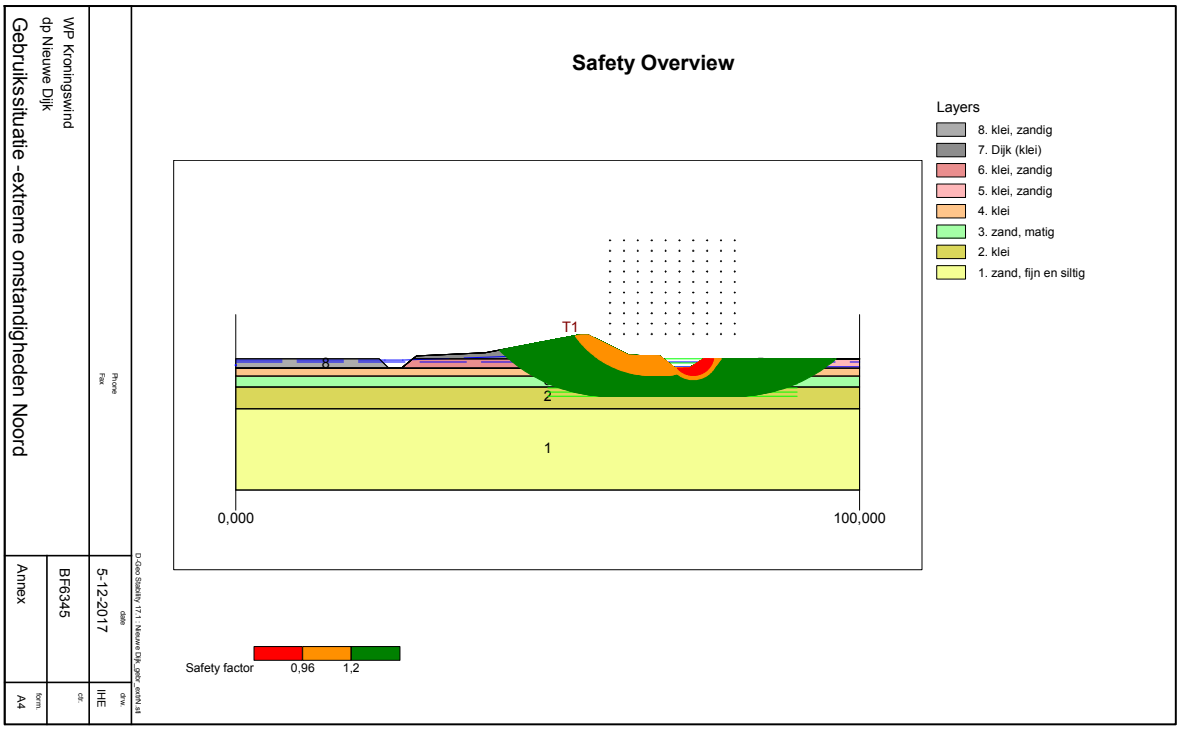


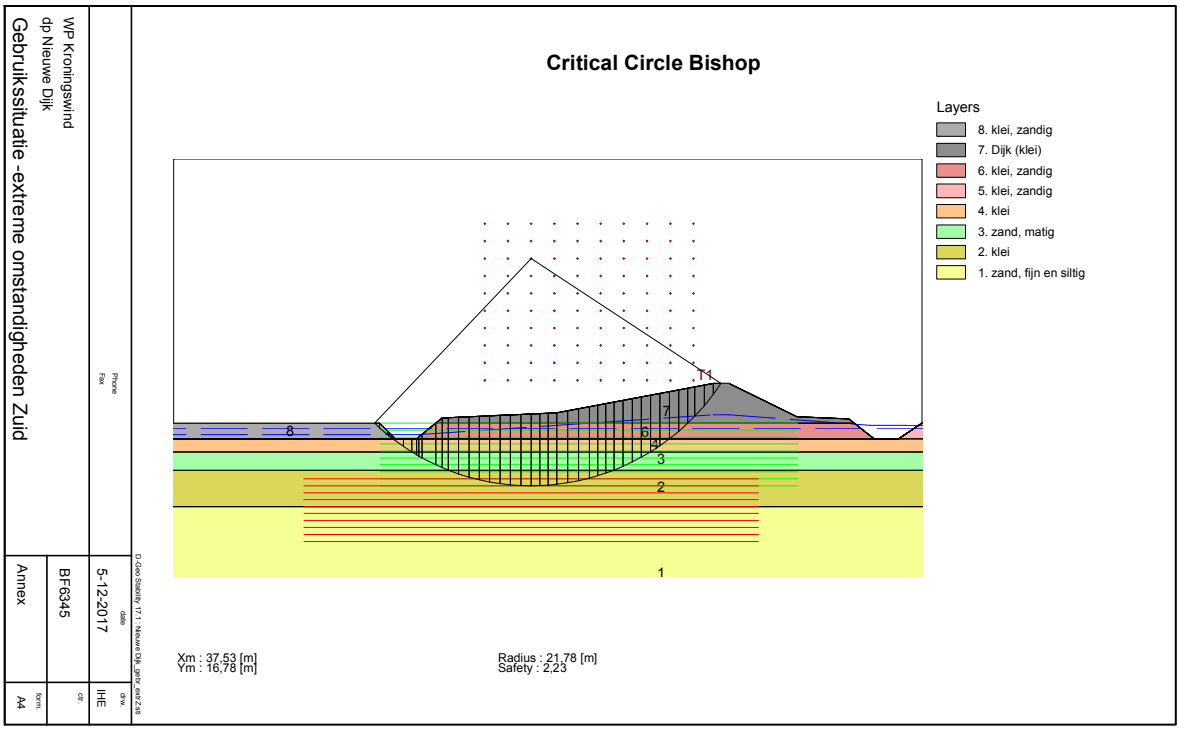



Critical Circle Bishop
Layers
8. klei, zandig
7. Dijk (klei)
6. klei, zandig
5. klei, zandig
4. klei
3. zand, matig
2. klei
1. zand, fijn en siltig
T1
8
7
6
5
4
3
2
1
Xm : 37,53 [m]
Ym : 16,78 [m]
Radius : 21,78 [m]
Safety : 2,48
WP Kroningswind
dp Nieuwe Dijk
Huidige situatie -extreme omstandigheden Zuid
Phone
Fax
5-12-2017
BF6345
Annex
A4
IHE
D-Geo Stability (17.1: Nieuwe Dijk_huid_ext7.sti

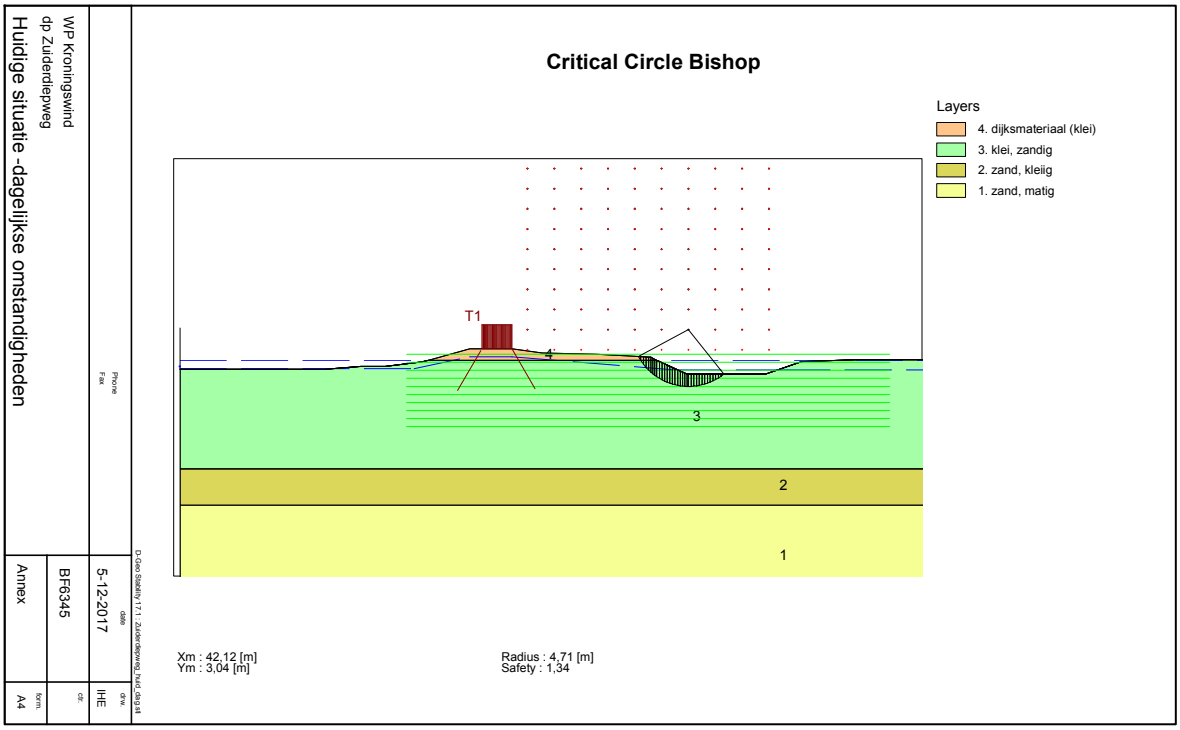
Nieuwe Dijk – nieuwe (gebruiks)situatie met windturbine

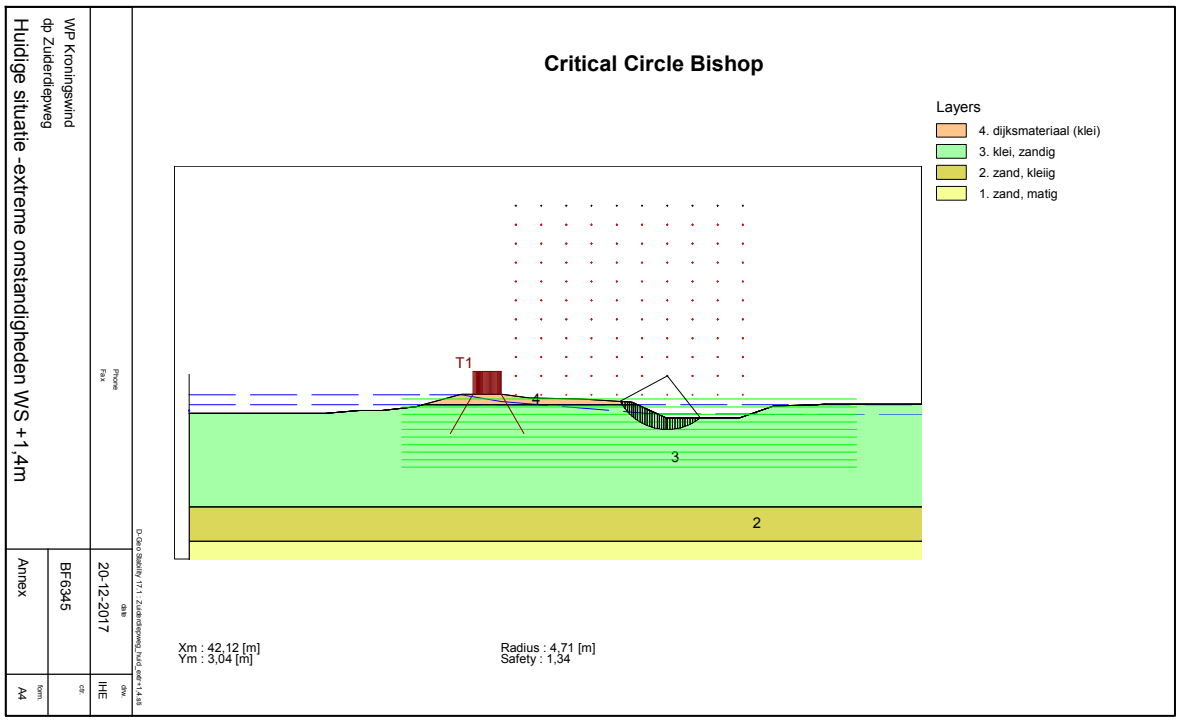




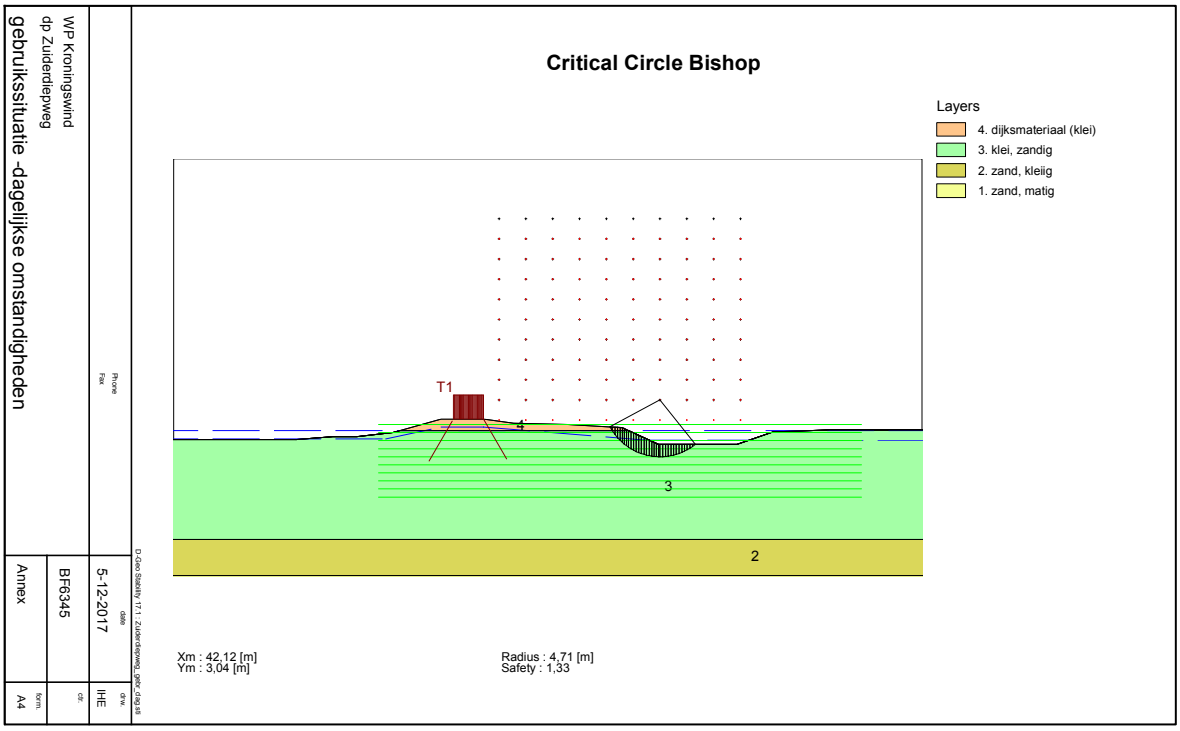

WP Kroningswind
dp Nieuwe Dijk
Gebruikssituatie -extreme omstandigheden Zuid
Phone
Fax
Annex
BF6345
5-12-2017
IHE
A4
Critical Circle Bishop
Layers
8. klei, zandig
7. Dijk (klei)
6. klei, zandig
5. klei, zandig
4. klei
3. zand, matig
2. klei
1. zand, fijn en siltig
Xm : 37,53 [m]
Ym : 16,78 [m]
Radius : 21,78 [m]
Safety : 2,23

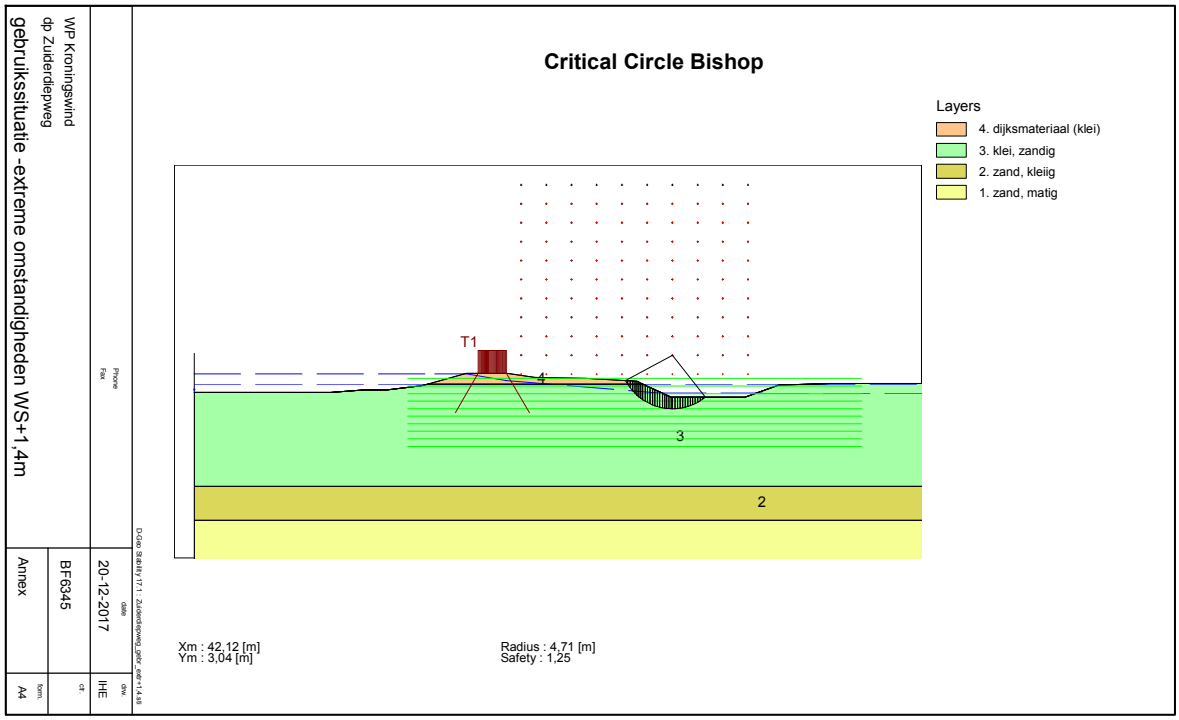
Boezemkade Zuiderdiep – huidige situatie



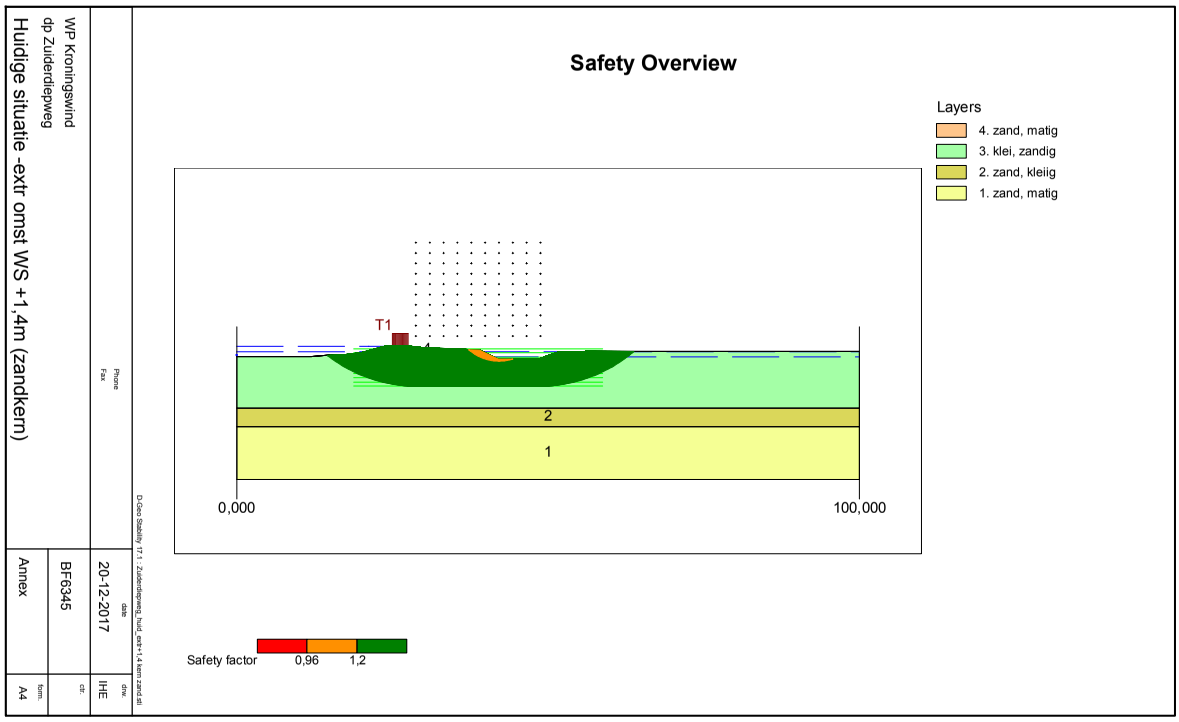


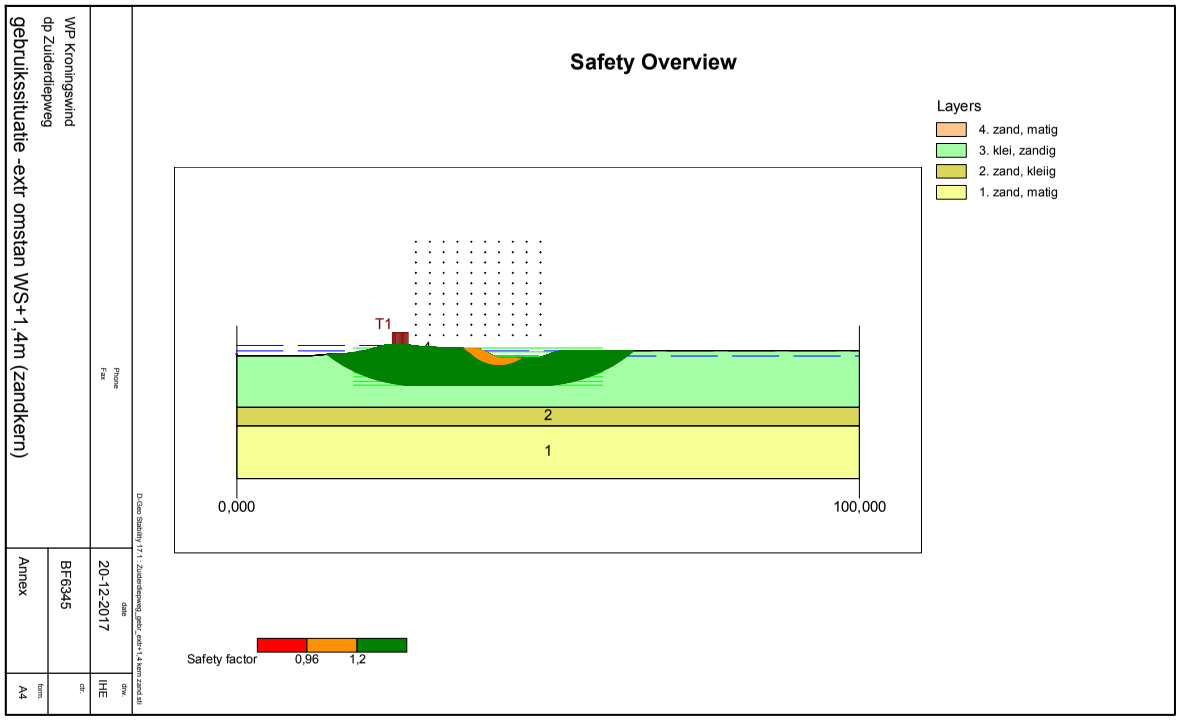
Boezemkade Zuiderdiep- nieuwe (gebruiks)situatie met windturbine



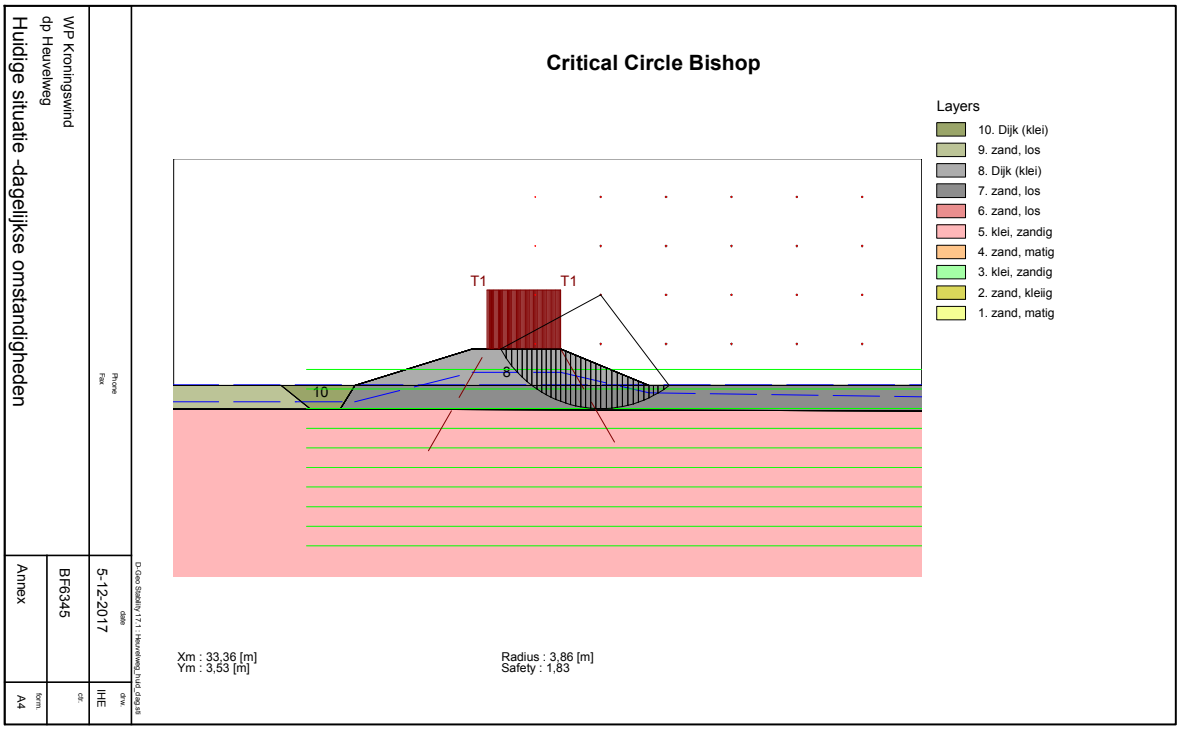


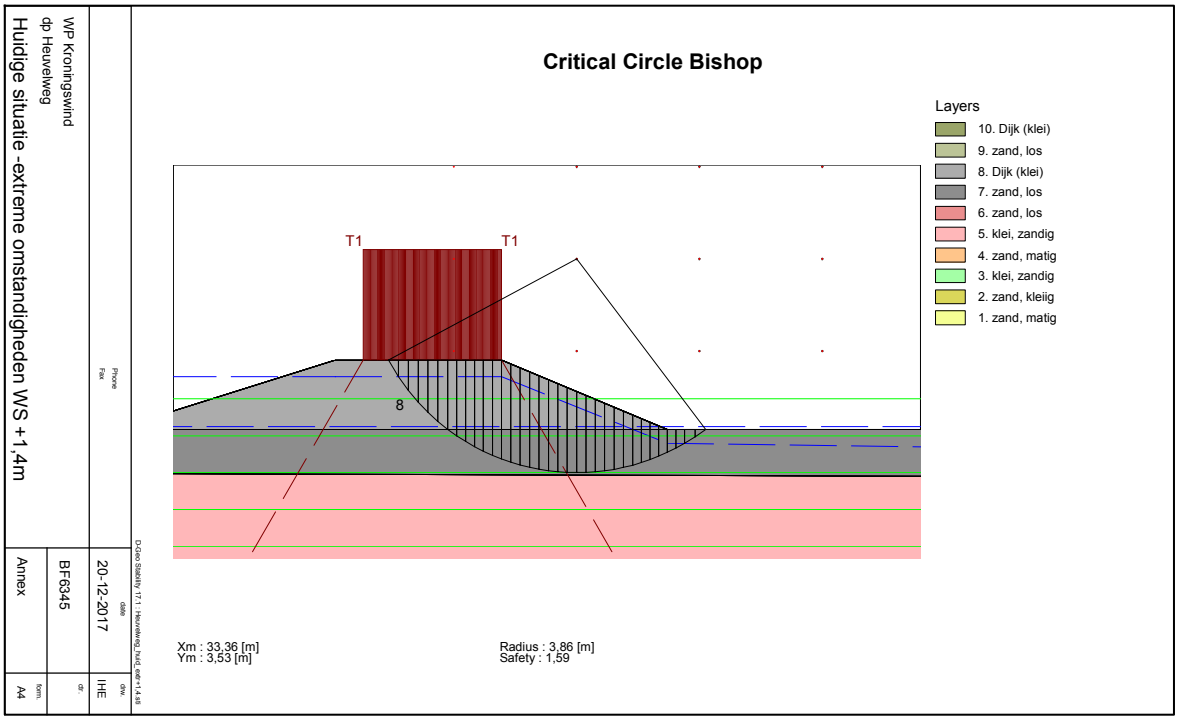
Boezemkade Zuiderdiep- gevoeligheid zandkern



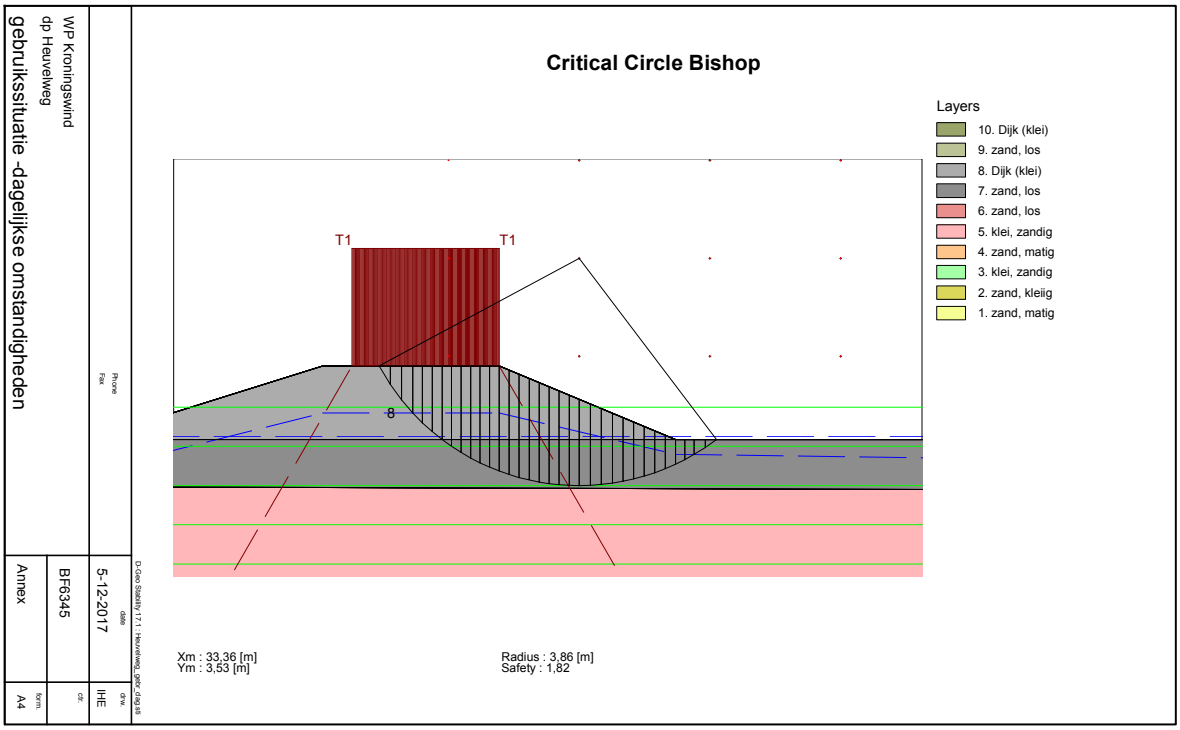


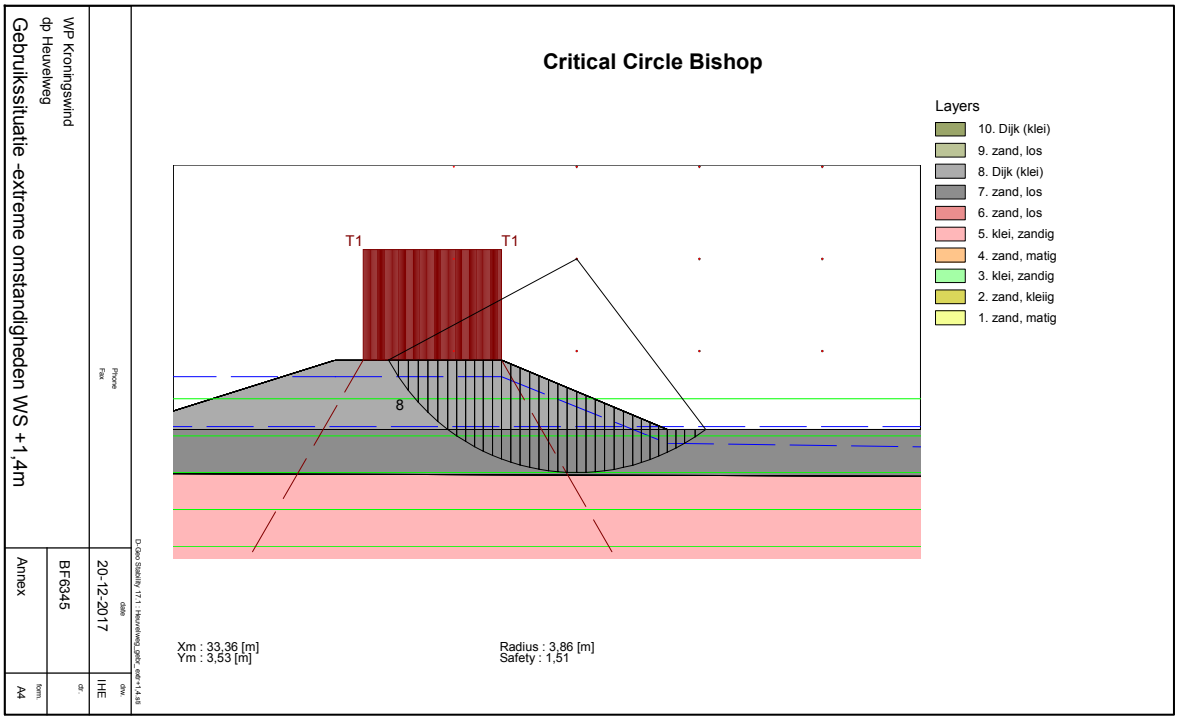
Heuvelweg – nieuwe situatie zonder windturbine



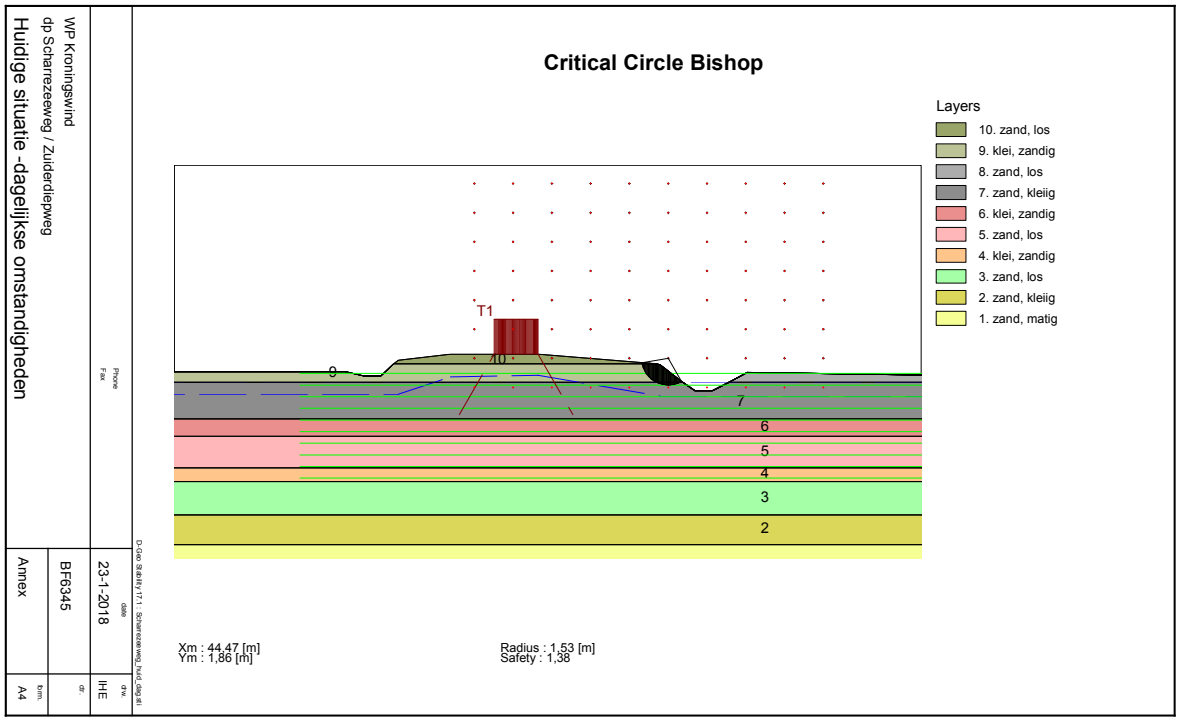


Heuvelweg – nieuwe (gebruiks)situatie met windturbine

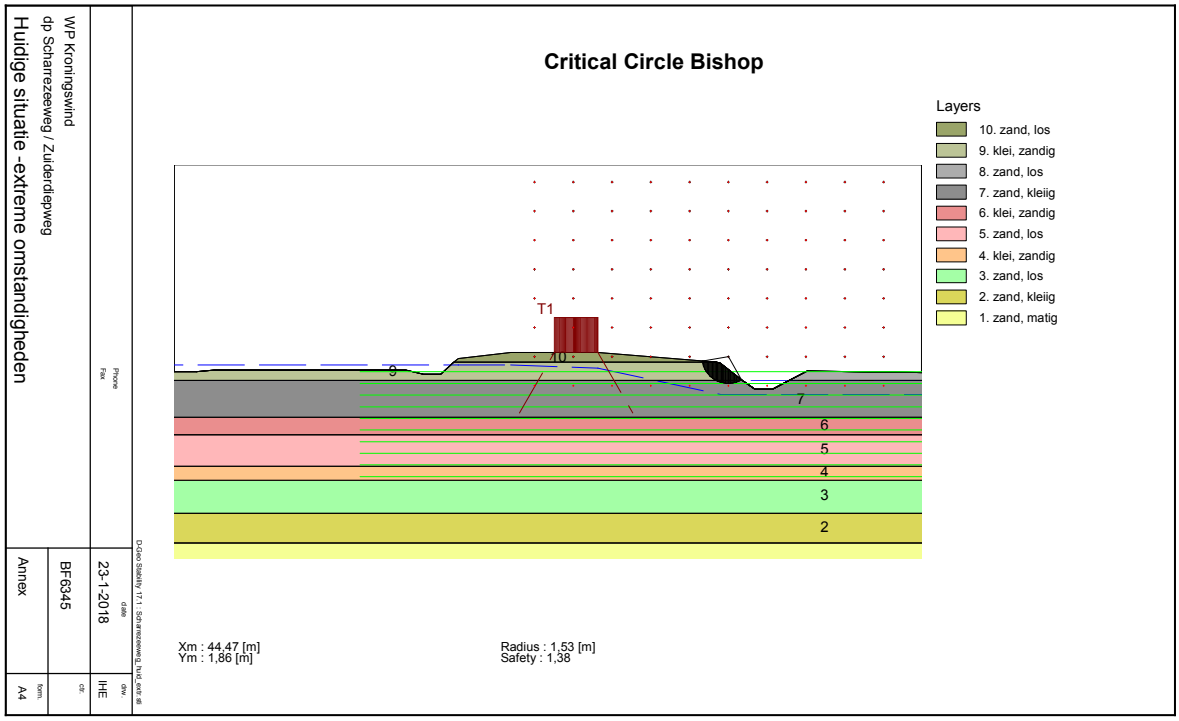




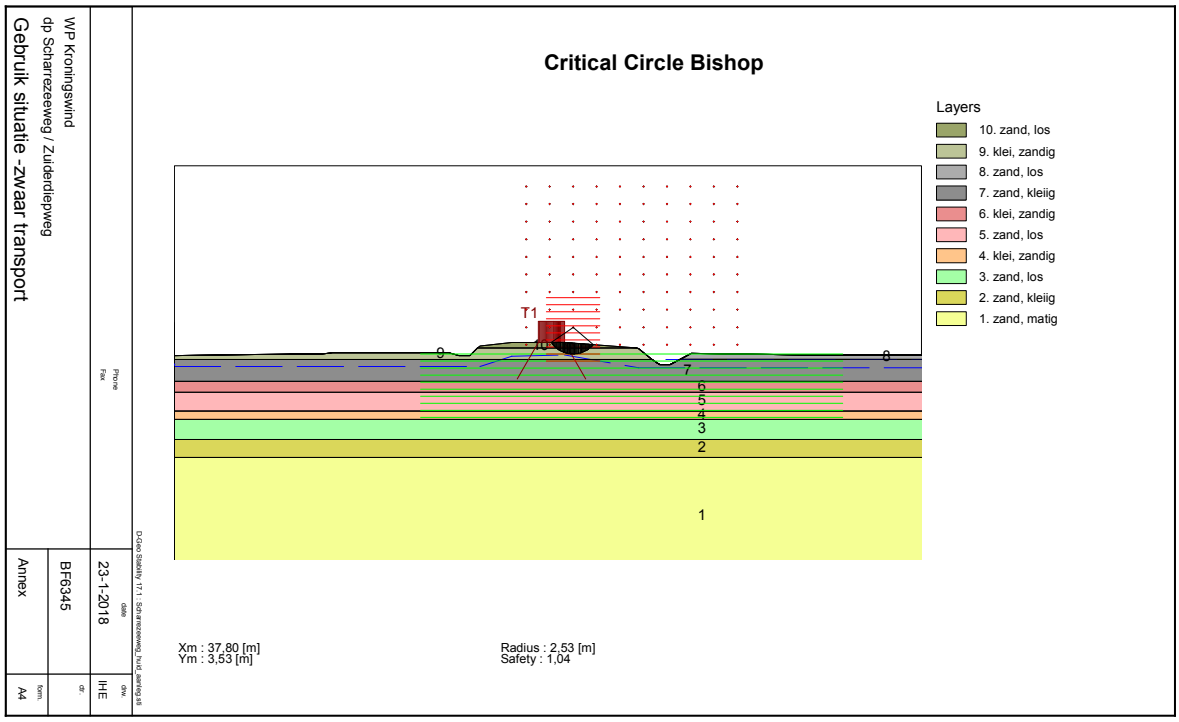
Scharrezeeweg – huidige situatie, dagelijkse omstandigheden



Scharrezeeweg – huidige situatie, extreme omstandigheden

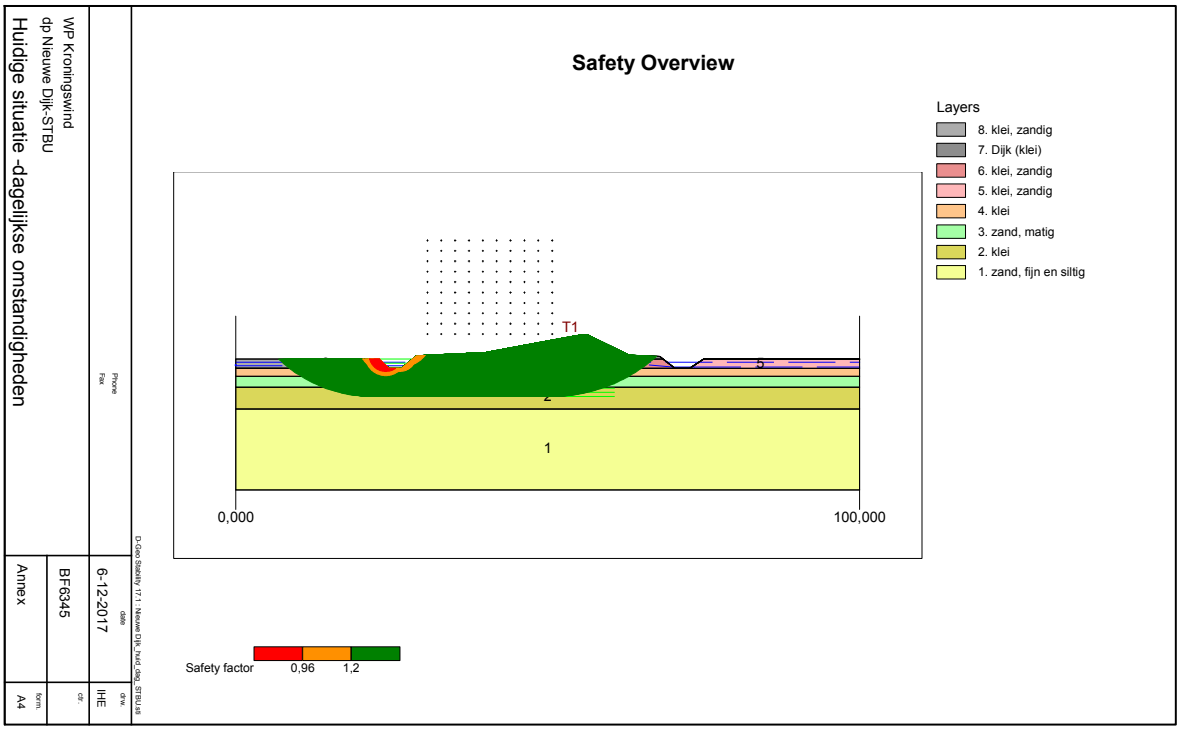


Scharrezeeweg – met zwaar transport

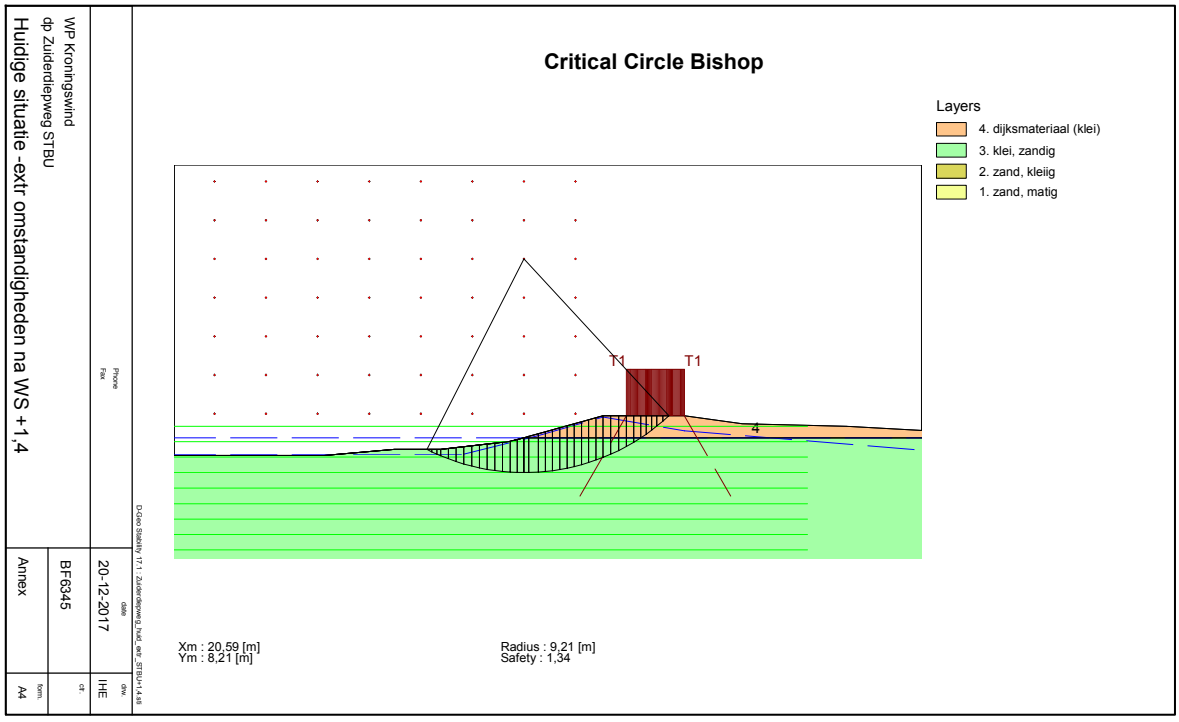


A15 Resultaten stabiliteitsberekeningen –STBU

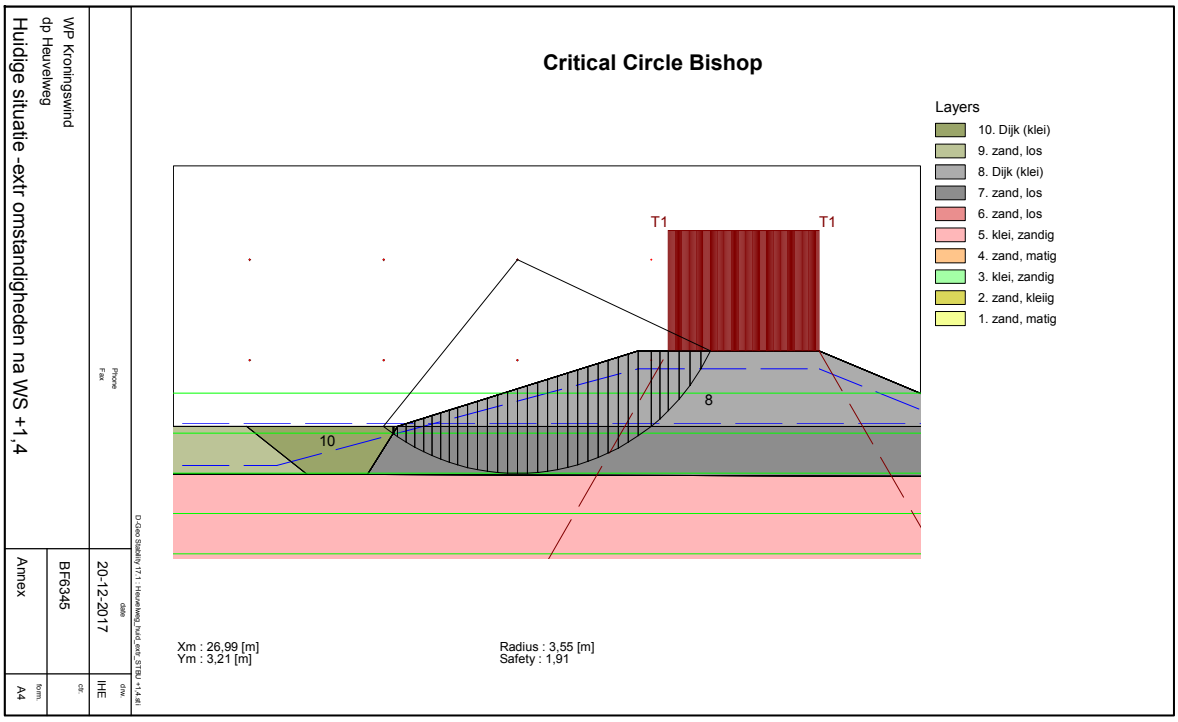
Nieuwe Dijk – huidige situatie

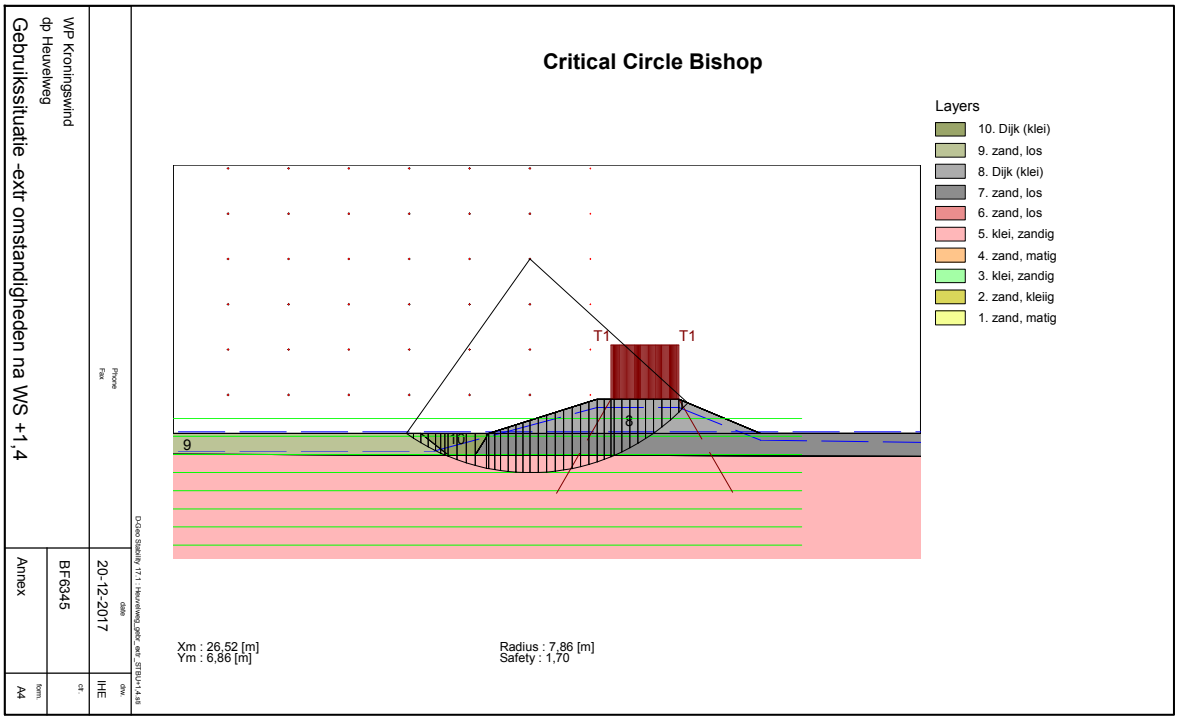


Boezemkade Zudierdiep

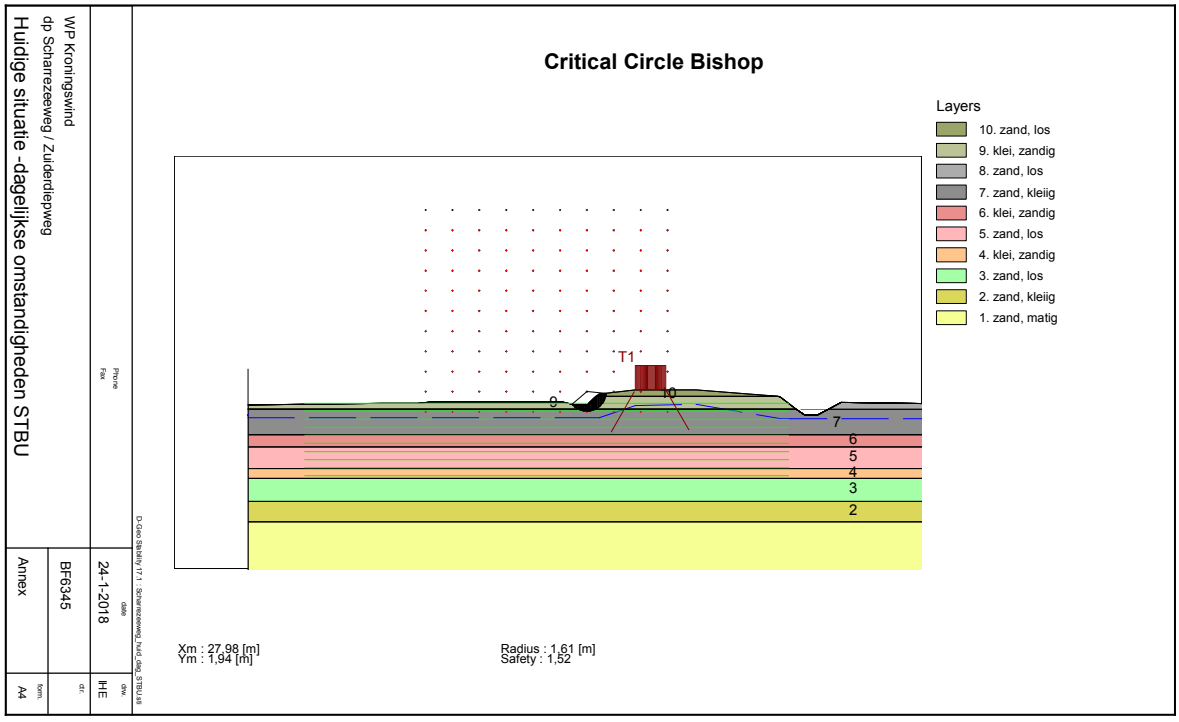


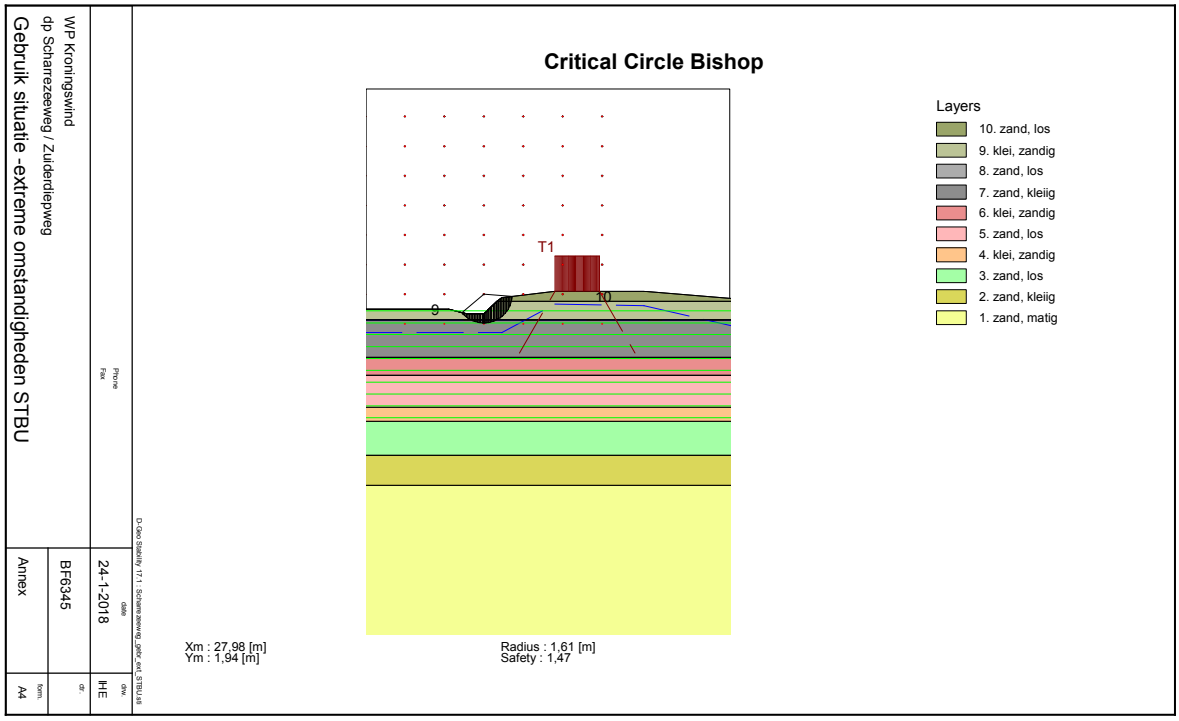
Heuvelweg


WP Kroningswind
dp Heuvelweg
Huidige situatie -extr omstandigheden na WS +1,4
Annex
BF6345
20-12-2017
IHE
A4
Critical Circle Bishop
Layers
10. Dijk (klei)
9. zand, los
8. Dijk (klei)
7. zand, los
6. zand, los
5. klei, zandig
4. zand, matig
3. klei, zandig
2. zand, kleiig
1. zand, matig
T1
T1
8
10
Xm : 26,99 [m]
Ym : 3,21 [m]
Radius : 3,55 [m]
Safety : 1,91


WP Kroningswind
dp Heuvelweg
Gebruikssituatie -extr omstandigheden na WS +1,4
Annex
BF6345
20-12-2017
IHE
A4
Critical Circle Bishop
Layers
10. Dijk (klei)
9. zand, los
8. Dijk (klei)
7. zand, los
6. zand, los
5. klei, zandig
4. zand, matig
3. klei, zandig
2. zand, kleiig
1. zand, matig
T1
T1
8
9
10
Xm : 26,52 [m]
Ym : 6,86 [m]
Radius : 7,86 [m]
Safety : 1,70

Scharrezeeweg / Zuiderdiepweg

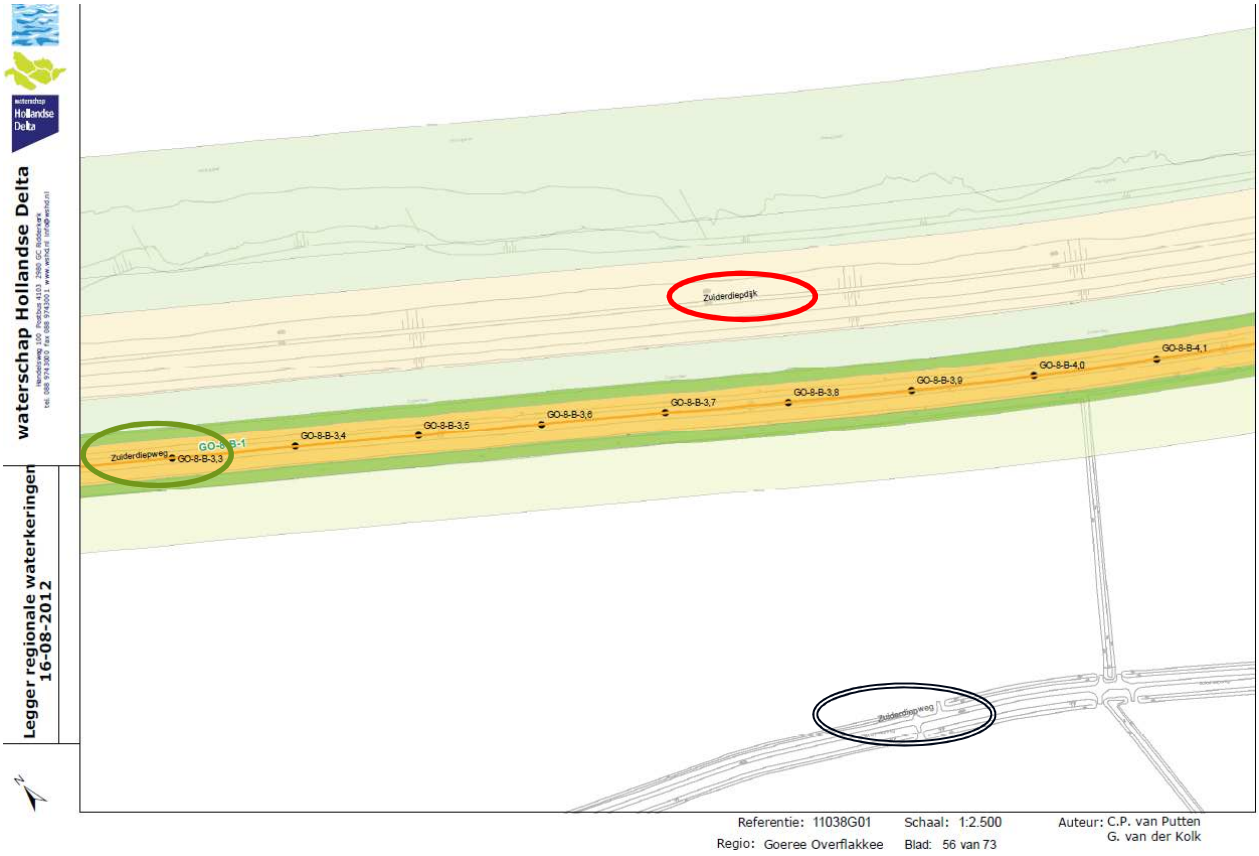




A16 Naamgeving keringen Zuiderdiep

Verduidelijking naamgeving:

- Primaire kering = Zuiderdiepdijk
- Boezemkade = Zuiderdiepweg, in dit rapport genoemd ***Boezemkade Zuiderdiep***
- Weg in gebied = Zuiderdiepweg



BIJLAGE 9



INVLOED OP BETROUWBAARHEID WATERLEIDING – WINDPARK KRONINGSWIND

Datum	14 februari 2018
Van	B. Vogelaar – Pondera Consult
Betreft	Analyse van de maximale invloed van de windturbines op de betrouwbaarheid van de waterleiding inclusief voorkeursalternatief
Projectnummer	716050

Inleiding

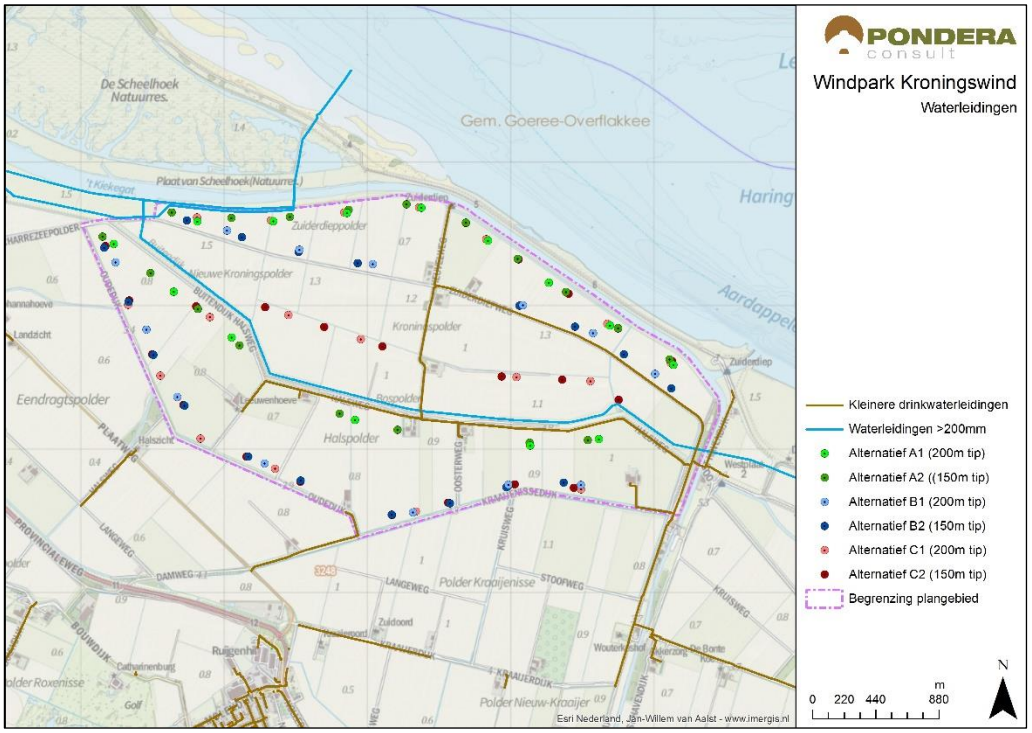
In het plangebied voor Windpark Kroningswind bevinden zich enkele grote waterleidingen in eigendom van Evides, die gebouwen op Goeree Overflakkee voorzien van schoon drinkwater. Indien deze hoofdwaterleidingen zouden beschadigen dan kan een groot deel van de gebouwen zonder watervoorziening komen te zitten. Om inzicht te geven in de mogelijke effecten van windturbines op deze leidingen beschrijft deze notitie de maximale effecten die zouden kunnen optreden, bij falen van de windturbines. Als uitgangspunt voor de berekeningen is het opstellingsalternatief uit het MER met de maximale effecten berekend in deze notitie. De andere opstellingsalternatieven hebben vergelijkbare of kleinere effecten. In december is een analyse van het voorkeursalternatief van Windpark Kroningswind zoals bekend op december 2017 toegevoegd voor de paragraaf genaamd “conclusie”.

Situatie

De locaties van de waterleidingen zijn aangegeven door leidingbeheerder DELTA Netwerkgroep / Delta Infra B.V. De posities van de windturbines zijn afkomstig uit het milieueffectrapport voor windpark Kroningwind. Een visuele weergave is te vinden in Figuur 1.1 op de volgende pagina.

In de analyse worden alleen de hoofdwaterleidingen (> 200 mm^2) onderzocht. Eventuele effecten op kleinere waterleidingen (distributieleidingen) worden niet nader beschouwd aangezien de gevolgen van een calamiteit aan deze leidingen zeer beperkt zijn.

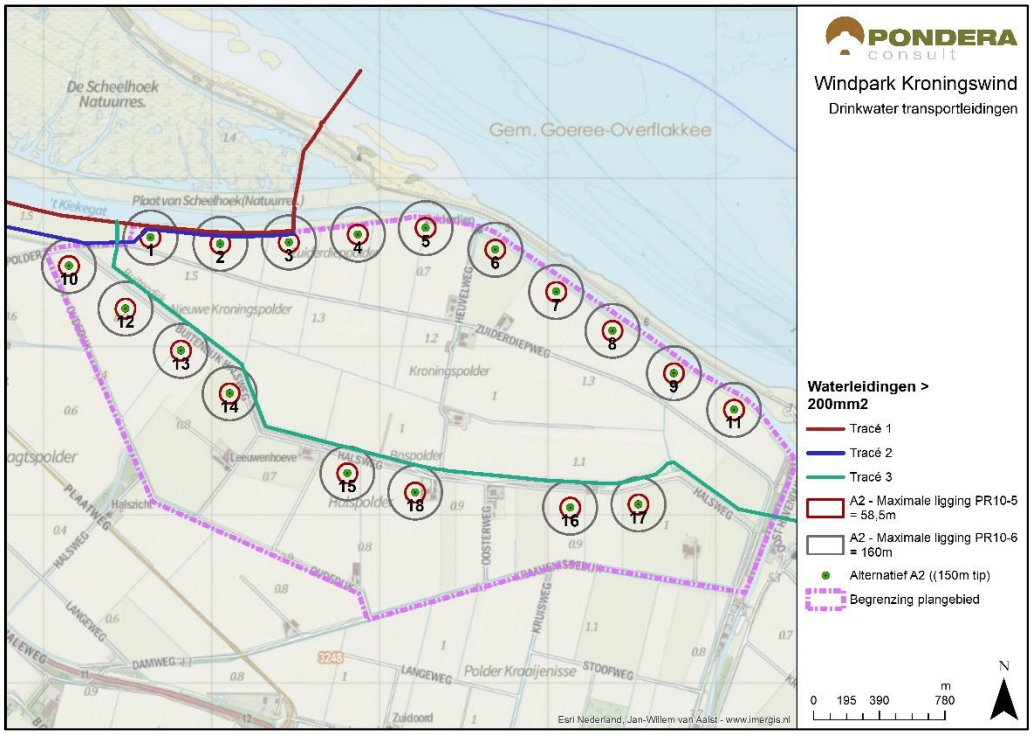
Figuur 1.1 Ligging waterleidingen en windturbines alle opstellingsalternatieven



Analyse zes opstellingsalternatieven

In bovenstaand figuur is te zien dat in opstellingsalternatief A2 de meeste windturbines in de nabijheid van de hoofdwaterleidingen (blauwe streep) zijn gelegen. In het plangebied zijn drie individuele hoofdwaterleidingen te zien. Langs de ene waterleiding (west naar noord) zijn vier windturbines gelegen en bij de andere waterleiding (west naar oost) zijn circa 6 windturbines gelegen. De zeven windturbines nabij de waterleiding van oost naar west liggen echter op grotere afstand van de waterleiding als de windturbines langs de waterleidingen van west naar noord. Een korte berekening toont aan dat het grootste effect optreedt bij de vier windturbines op kortere afstand van de waterleiding die loopt van west naar noord. Dit maximale effect wordt beschreven in deze notitie.

Figuur 1.2 Tracés van hoofdwaterleidingen nabij maatgevend alternatief A2



Berekende situatie

De waterleiding met als aanduiding Tracé 2 in Figuur 1.3 ondervindt het maximale risico. De waterleiding kan getroffen worden door de volgende faalscenario's van de windturbines in alternatief A2:

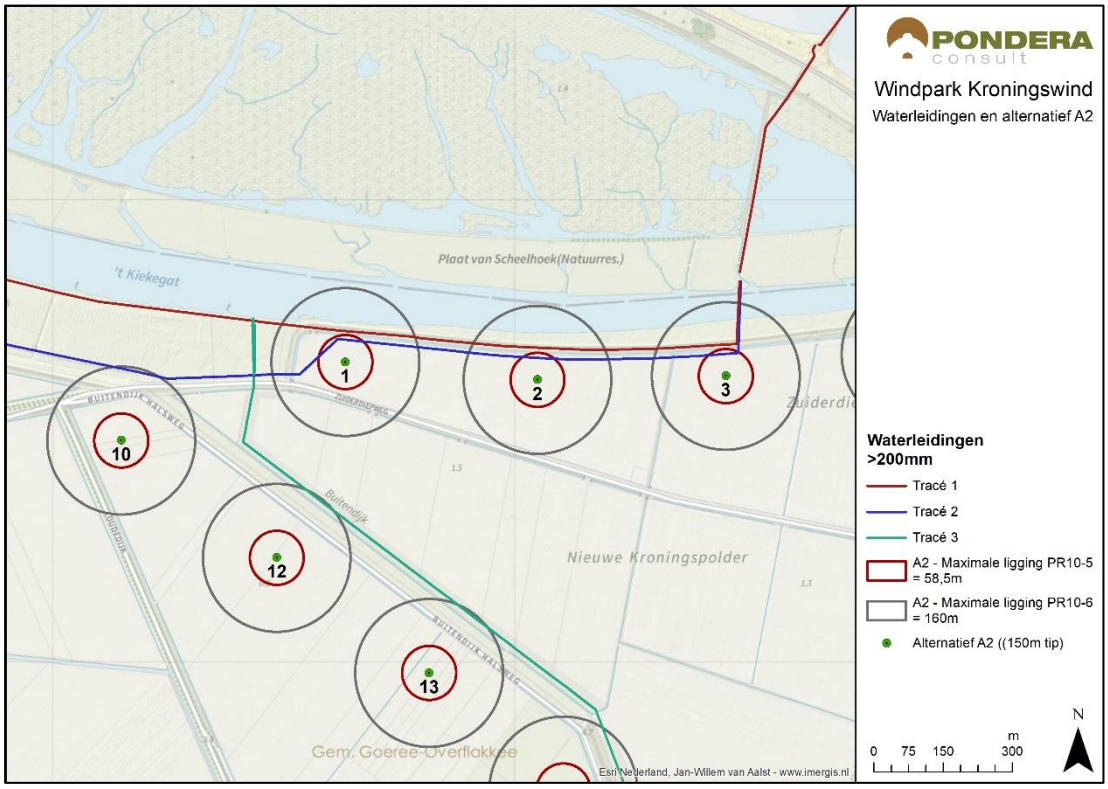
- Naar beneden vallen van Gondel en rotor van windturbines A2-1, A2-2 en A2-3;
- Omvallen van de mast van windturbines A2-1, A2-2 en A2-3;
- Bladworp van de windturbines A2-1, A2-2, A2-3 en A2-10.[1]

De afstanden van de windturbines tot het hart van de buisleiding zijn respectievelijk: 47, 47, 47 en 152 meter voor windturbines A2-1, A2-2, A2-3 en A2-10.

De afstanden tot tracé 1 zijn circa 20 meter groter dan tracé 2 waardoor tracé 1 een kleiner risico ondervindt. Voor een inschatting van de maximale trefkans van tracé 1 kan gekeken worden naar de berekening van de trefkans van tracé 2.

[1] Effecten van het faalscenario 'bladworp bij overtoeren' zijn verwaarloosbaar klein ($<5x10^{-6}$) in vergelijking met de reeds optredende risico's van de andere faalscenario's (<1%). Dit scenario wordt daarom niet nader beschouwd.

Figuur 1.3 Ligging waterleiding tracé 2 nabij opstellingsalternatief A2



Voor de kritische afstanden (de raakzone rondom de leiding waarbij de waterleiding nog kapot gaat door het gewicht van de windturbineonderdelen wordt uitgegaan van de volgende conservatieve waarden:

- Gewicht van de gondel = 50 meter;
- Gewicht van de mast = 8 meter;
- Gewicht van een enkel rotorblad = 8 meter.

Naar beneden vallen van gondel en rotor

Bij het naar beneden vallen van de gondel en rotor kan het gewicht van de gondel ergens binnen een halve rotordiameter afstand vanaf de locatie van de windturbine vallen (de valzone). De gewichten van de drie rotorbladen zijn in verhouding veel geringer en vallen tot op circa 20 meter afstand vanaf de gondel. Binnen de valzone is er ook een gebied beschikbaar waar de waterleiding niet faalt als de gondel hier valt[2]. De trefkansen van gondelfalen zijn daarmee:
Windturbine A2-01 – Raakzone = 65% --> Trefkans = $2{,}6 \times 10^{-5}$
Windturbine A2-02 – Raakzone = 52% --> Trefkans = $2{,}1 \times 10^{-5}$
Windturbine A2-03 – Raakzone = 51% --> Trefkans = $2{,}0 \times 10^{-5}$

Cumulatief is de trefkans voor het faalscenario gondelfalen = **$6{,}7 \times 10^{-5}$**

[2] Bijvoorbeeld als de gondel en rotors van windturbine A2-02 richting het zuiden vallen.

Omvallen van de mast

Bij het omvallen van de mast valt de gondel op een ashoogte afstand (91,5 meter) vanaf de windturbinepositie. De gewichten van de bladen vallen hieromheen op maximaal 20 meter afstand, de mast zelf valt over een lengte van 91,5 meter. Binnen de potentiële valrichtingen zijn er veilige valrichtingen waarbij de waterleiding niet kapot gaat. De trefkansen bij mastfalen zijn daarmee:
Windturbine A2-01 – Valrichting = 64% --> Trefkans = $8{,}4 \times 10^{-5}$
Windturbine A2-02 – Valrichting = 50% --> Trefkans = $6{,}5 \times 10^{-5}$
Windturbine A2-03 – Valrichting = 42% --> Trefkans = $5{,}5 \times 10^{-5}$

Cumulatief is de trefkans voor het faalscenario mastfalen = **$2{,}0 \times 10^{-4}$**

Bladworp

Bij bladworp tijdens normale operatie van de windturbine kan bij alternatief A2 het gewicht van een rotorblad tot op een afstand van 160 meter landen. De kans dat het zwaartepunt van het blad valt binnen een afstand van 8 meter aan weerszijde van de buisleiding kan berekend worden door de gemiddelde kans op het raken van een afstand te vermenigvuldigen met de trefzone van de buisleiding.
Windturbine A2-01 – Werpkans = $8{,}7 \times 10^{-9}$ en Trefzone = 5.600 m^2 --> Trefkans = $4{,}9 \times 10^{-5}$
Windturbine A2-02 – Werpkans = $8{,}7 \times 10^{-9}$ en Trefzone = 4.900 m^2 --> Trefkans = $4{,}3 \times 10^{-5}$
Windturbine A2-03 – Werpkans = $8{,}7 \times 10^{-9}$ en Trefzone = 4.350 m^2 --> Trefkans = $3{,}8 \times 10^{-5}$
Windturbine A2-10 – Werpkans = $1{,}1 \times 10^{-8}$ en Trefzone = 1.550 m^2 --> Trefkans = $1{,}7 \times 10^{-5}$

Cumulatief is de trefkans voor het faalscenario bladworp = **$1{,}5 \times 10^{-4}$**

Totale trefkans waterleiding tracé 2

De trefkans van tracé 2 van de waterleiding uitgaande van alle faalscenario's gezamenlijk is maximaal **$4{,}2 \times 10^{-4}$**. Dit heeft een verwachtingswaarde van optreden van ééns in de 2.400 jaar. Een dergelijke aantasting van de betrouwbaarheid van de waterlevering kan als acceptabel worden gezien.

Effecten andere tracés en opstellingsalternatieven

De invloed op waterleidingtracé 3 is afkomstig van maximaal zes windturbines van opstellingsalternatief A2. Bij slechts één windturbine van deze zes is er naast het risico van het faalscenario bladworp ook nog een trefrisico van het faalscenario mastfalen. De risico's per windturbine zijn als volgt:
Windturbine 12 – Trefkans = $1{,}21 \times 10^{-5}$
Windturbine 13 – Trefkans = $1{,}32 \times 10^{-5}$
Windturbine 14 – Trefkans = $4{,}72 \times 10^{-5}$ (incl mastfalen)
Windturbine 15 – Trefkans = $1{,}84 \times 10^{-5}$
Windturbine 16 – Trefkans = $1{,}53 \times 10^{-5}$
Windturbine 17 – Trefkans = $1{,}83 \times 10^{-5}$

Het totale risico voor waterleiding tracé 3 is daarmee: **$1{,}3 \times 10^{-4}$** (ééns in 8.000 jaar).

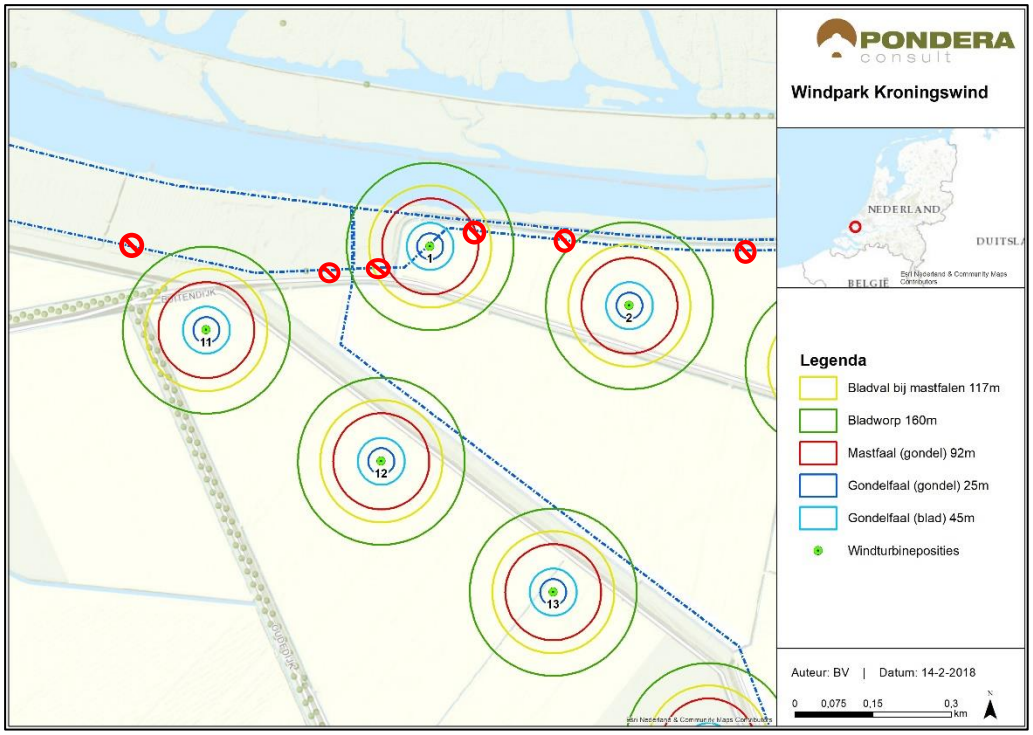
Voor de andere vijf opstellingsalternatieven geldt dat er minder windturbines langs de waterleidingen gelegen zijn en/of dat de afstanden tot de waterleidingen groter zijn. De risico's

zijn daarmee kleiner. Gezien de beperkte effecten (kans van optreden van kleiner dan ééns in de 2.400 jaar) op de betrouwbaarheid van de waterleidingen is deze invloed niet specifiek berekend.

Effecten voorkeusalternatief

Tijdens het proces van het tot stand komen van het voorkeursalternatief voor Windpark Kroningswind heeft de waterleidingbeheerder Evides aangegeven dat de zuidelijk gelegen waterleiding aan de noordkant van het plangebied komt te vervallen (zie figuur 1.4). De effecten op deze waterleiding zijn daarom niet nader beschouwd in de analyse.

Figuur 1.4 Verbeelding ondergrondse waterleidingen i.r.t. voorkeursalternatief



met een ⃠ symbool wordt aangegeven welke leiding zal komen te vervallen.

Binnen het voorkeursalternatief zijn er twee windturbines gelegen binnen een relevante afstand tot de waterleiding die ten noorden van het plangebied loopt. Er zijn tien windturbines gepositioneerd op een relevante afstand tot de waterleiding die door het plangebied loopt. Voor beide leidingen zijn de additionele faalkansen berekend.

Noordelijke leiding

De trefkans van windturbine 01 van het voorkeursalternatief op de noordelijke waterleiding bedraagt:

- Mastfaal Valrichting = 47,2% --> Trefkans = 6,1 x 10^{-5}
- Bladworp nominaal Werpkans = 8,0 x 10^{-9} en 4800 m^2 --> Trefkans = 3,9 x 10^{-5}

En van windturbine 02:

- Bladworp nominaal Werpkans = 8,3 x 10^{-9} en 3040 m^2 --> Trefkans = 2,5 x 10^{-5}

Totaal maximaal risico noordelijke waterleiding = **1,3 x 10^{-4}** per jaar

Zuidelijke leiding

Voor de acht windturbines nabij de waterleiding die door het plangebied loopt, parallel aan de Halsdijk, gelden de volgende risico's.

Gondelfalen:
Geen windturbines

Mastfalen:

- Windturbine 12 Valrichting = 19,8% --> Trefkans = 2,6 x 10^{-5}
- Windturbine 13 Valrichting = 19,4% --> Trefkans = 2,5 x 10^{-5}
- Windturbine 14 Valrichting = 23,9% --> Trefkans = 3,1 x 10^{-5}
- Windturbine 15 Valrichting = 21,5% --> Trefkans = 2,8 x 10^{-5}
- Windturbine 16 Valrichting = 18,1% --> Trefkans = 2,4 x 10^{-5}
- Windturbine 17 Valrichting = 20,4% --> Trefkans = 2,7 x 10^{-5}
- Windturbine 18 Valrichting = 17,6% --> Trefkans = 2,3 x 10^{-5}
- Windturbine 19 Valrichting = 20,8% --> Trefkans = 2,7 x 10^{-5}

Bladworp bij nominaal toerental:

- Windturbine 12 Werpkans = 8,7 x 10^{-9} en 2.923 m^2 --> Trefkans = 2,6 x 10^{-5}
- Windturbine 13 Werpkans = 8,8 x 10^{-9} en 2.953 m^2 --> Trefkans = 2,6 x 10^{-5}
- Windturbine 14 Werpkans = 8,1 x 10^{-9} en 3.253 m^2 --> Trefkans = 2,6 x 10^{-5}
- Windturbine 15 Werpkans = 8,4 x 10^{-9} en 3.052 m^2 --> Trefkans = 2,6 x 10^{-5}
- Windturbine 16 Werpkans = 8,8 x 10^{-9} en 2.615 m^2 --> Trefkans = 2,3 x 10^{-5}
- Windturbine 17 Werpkans = 8,4 x 10^{-9} en 2.945 m^2 --> Trefkans = 2,5 x 10^{-5}
- Windturbine 18 Werpkans = 8,8 x 10^{-9} en 2.569 m^2 --> Trefkans = 2,3 x 10^{-5}
- Windturbine 19 Werpkans = 8,5 x 10^{-9} en 3.120 m^2 --> Trefkans = 2,7 x 10^{-5}

Totaal maximaal risico waterleiding door plangebied = **4,1 x 10^{-4}** per jaar

Conclusie

De maximale invloed op de betrouwbaarheid van de waterleiding is een kans op schade van maximaal **4,2x10^{-4}** door plaatsing van de windturbines uit het maatgevende opstellingsalternatief A2. De verwachtingswaarde voor het optreden van schade is daarmee maximaal ééns in de 2.400 jaar. Uitgaande van een hersteltijd van maximaal 48 uur is de mogelijke invloed op de leveringsonderbreking daarmee gemiddeld maximaal 1,2 minuut per jaar[3].

Voor het voorkeursalternatief is de maximale kans op schade **4,1 x 10^{-4}** per jaar door plaatsing van de windturbines. De verwachtingswaarde voor het optreden van schade is daarmee maximaal ééns in de 2.400 jaar. Uitgaande van een hersteltijd van maximaal 48 uur is de mogelijke invloed op de leveringsonderbreking daarmee gemiddeld maximaal 1,2 minuut per jaar.

[3] Uitgaande van een 'normale' onderbreking van de drinkwaterlevering van circa 15 minuten per jaar (gepland en ongepland) is de toevoeging van windpark ca. 8% bij de opstellingsalternatieven en circa 12,5% bij het voorkeursalternatief.

BIJLAGE 10



716050
27 februari 2018

ANALYSE BOVENGRONDSE EFFECTEN OP DIJKVEILIGHEID WINDPARK KRONINGSWIND

Kroningswind B.V.

v2.4

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Analyse bovengrondse effecten op dijkveiligheid Windpark Kroningswind
Soort document	v2.4
Datum	27 februari 2018
Projectnummer	716050
Opdrachtgever	Kroningswind B.V.
Auteur	B. Vogelaar, Pondera Consult
Vrijgave	P. Janssen, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

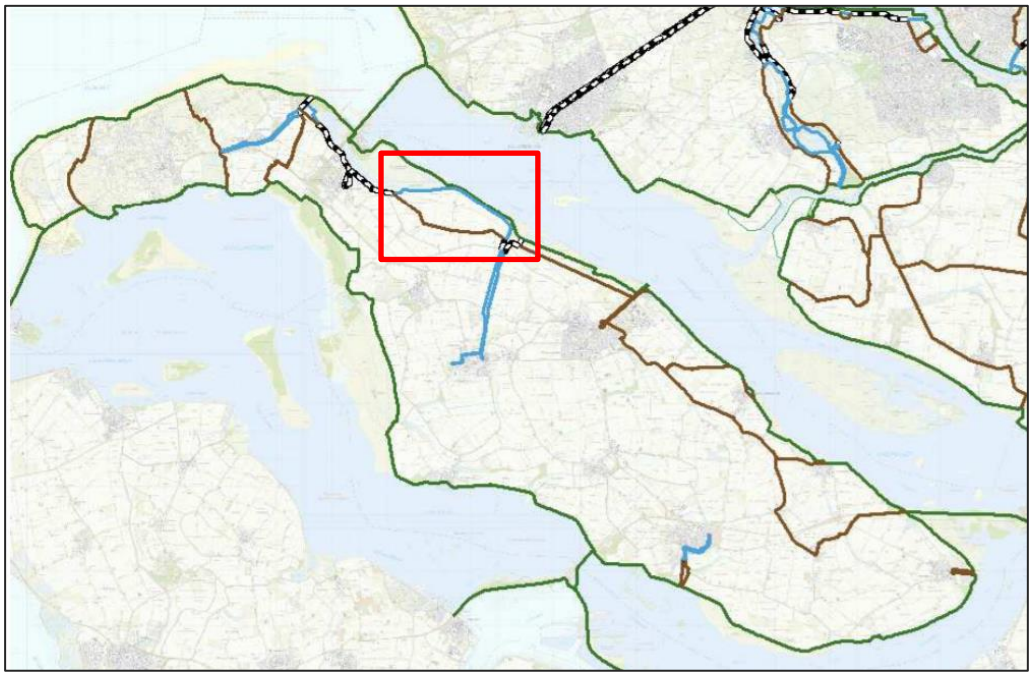
1	**Inleiding en Afbakening**	**1**
1.1	Inleiding	1
1.2	Aanpak	2
1.3	Leeswijzer	6
2	**Primaire waterkering**	**7**
2.1	Bepaling faalscenario's	7
2.2	Trefkans bij Bladworp bij nominaal toerental	8
2.3	Analyse potentiële schade waterkering	9
2.4	Maximale bovengrondse effecten primaire waterkering	11
2.5	Cumulatieve toetsing	11
3	**Regionale waterkering**	**12**
3.1	Bepaling faalscenario's	12
3.2	Trefkans bij mastfalen	13
3.3	Trefkans bij Bladworp bij nominaal toerental	14
3.4	Analyse potentiële schade regionale waterkering	14
3.5	Maximale bovengrondse effecten regionale waterkering	15
3.6	Cumulatieve toetsing	15
4	**Boezemkade**	**16**
4.1	Bepaling faalscenario's	16
4.2	Trefkans bij mastfalen	17
4.3	Trefkans bij Bladworp bij nominaal toerental	17
4.4	Analyse potentiële schade boezemkade	18
4.5	Maximale bovengrondse effecten boezemkering	19
4.6	Cumulatieve toetsing	19
5	**Conclusies**	**20**
5.1	Samenvatting effecten	20

1 INLEIDING EN AFBAKENING

1.1 Inleiding

De windturbines van windpark Kroningswind worden voorzien in de nabijheid van de primaire en secundaire waterkering. Noordelijk van het voorgenomen windpark ligt een primaire waterkering met direct ten zuiden daarvan een boezemkade. Aan de zuidzijde van het plangebied bevindt zich een secundaire waterkering. Beide waterkeringen zijn in beheer van het Waterschap Hollandse Delta (WSHD).

Figuur 1.1 Locatie



Om deze reden is voor het voorkeursalternatief een aanvullende effectbeoordeling noodzakelijk. Deze effectbeoordeling is onderverdeeld in een ondergrondse en bovengrondse effectbeoordeling. De ondergrondse effectbeoordeling heeft betrekking op mogelijke effecten als gevolg van trillingen die voornamelijk optreden tijdens de aanlegfase (heien en zwaar transport). Dit is door RH DHV in een afzonderlijke rapportage beschouwd[1]. Bovengrondse effecten hebben betrekking op effecten tijdens de exploitatiefase en betreffen gevolgen van een calamiteit aan de windturbines. Deze effecten worden in dit rapport beschouwd.

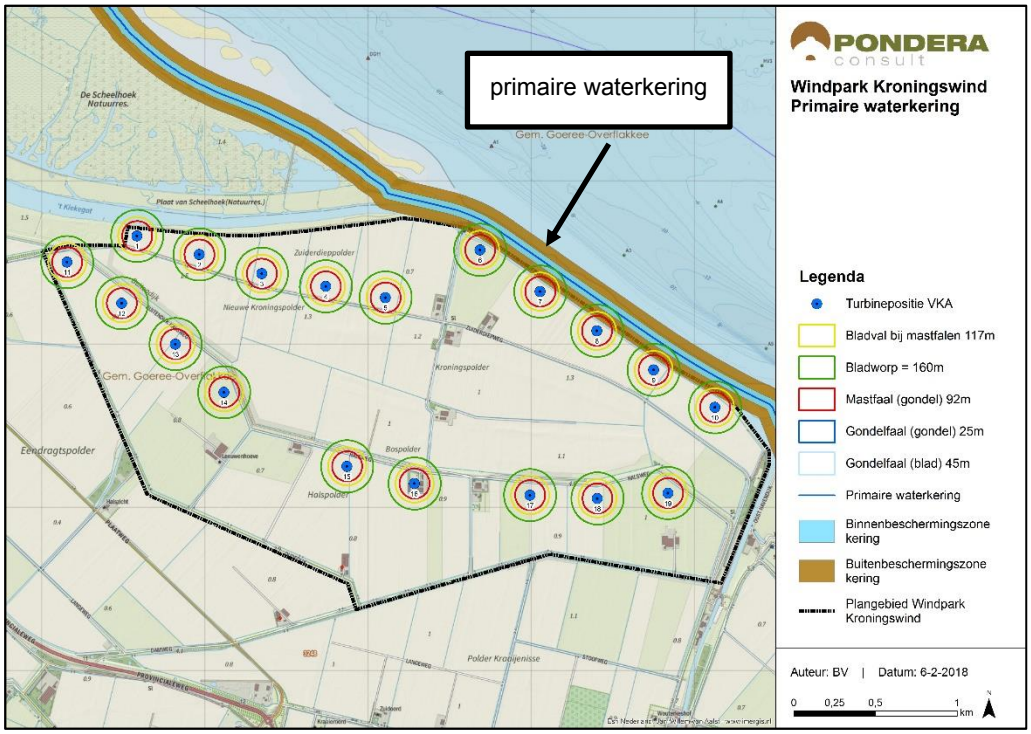
[1] RHDHV, januari 2018; Invloed Windpark Kroningswind op waterveiligheid waterkeringen; M&ABF6345R001D03

1.2 Aanpak

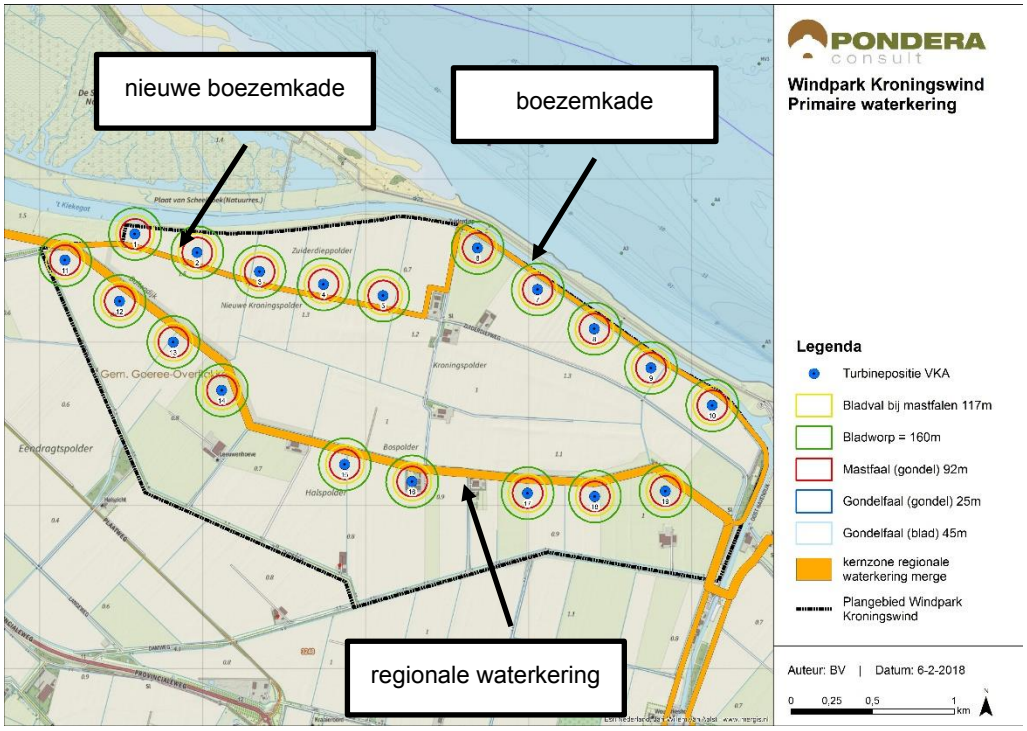
1.2.1 Faalscenario's

In deze rapportage worden de gevolgen van een calamiteit aan de windturbine op de primaire en secundaire waterkering beschouwd. Voor de uitvoering van berekeningen voor de bovengrondse effecten wordt aansluiting gezocht bij de rekenvoorschriften uit het *Handboek Risicozonering windturbines, 2014* (versie 3.1) (vanaf nu: HRW). Faalfrequenties van de windturbines worden eveneens afgeleid uit het HRW. Specifiek worden de scenario's mastfalen, gondelval en bladworp beschouwd voor de negentien windturbines uit het voorkeursalternatief (zie Figuur 1.2 en Figuur 1.3).

Figuur 1.2 Voorkeursalternatief i.r.t Primaire waterkering



Figuur 1.3 Voorkeursalternatief i.r.t. Regionale waterkering en (aangepaste) boezemkade



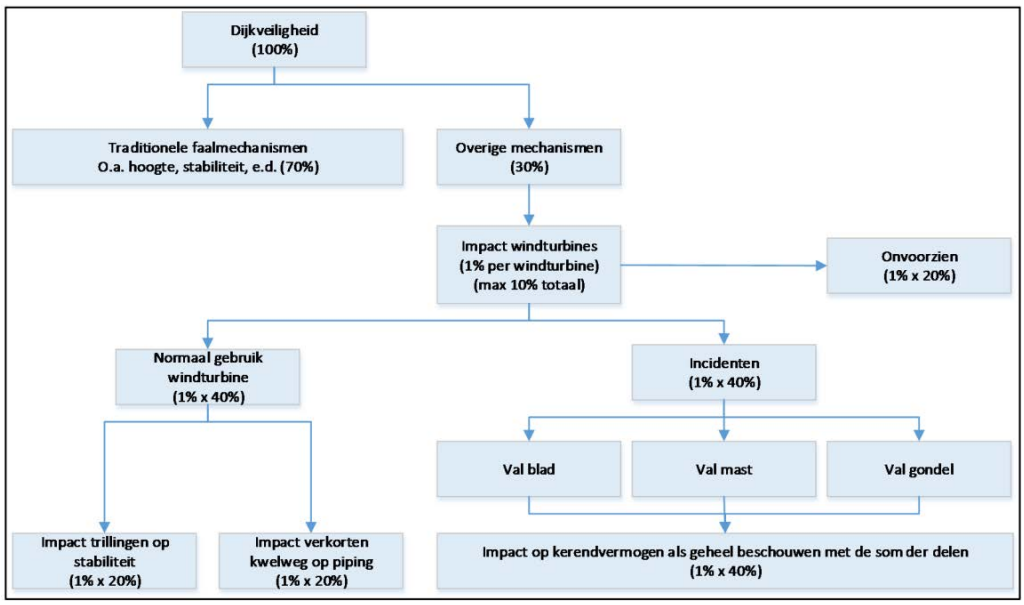
1.2.2 Faalkansruimte

Om de effecten op de waterkeringen te toetsen wordt gekeken naar wat de maximale invloed van verschillende faalscenario's kan zijn op de overstromingskans. Conform de faalkansenboom (Figuur 1.4) voor windturbines nabij waterkeringen kan een eis gesteld worden aan de maximale additionele faalkans van de dijk met overstroming als gevolg (overstromingskans). Dit is de benadering die wordt gehanteerd binnen de Nieuwe normering waterveiligheid[2]. Windturbines vallen hierbij onder 'overige mechanismen'.

In Figuur 1.4 wordt een invulling gegeven aan de aspecten van windturbines en hoe deze de dijkveiligheid mogelijk negatief beïnvloeden. De directe bovengrondse risico's van windturbines vallen onder de kop 'overige' en 'incidenten'. Overige ondergrondse effecten worden in een separate rapportage onderzocht. De verdere onderverdeling in deze rapportage is gedaan op basis van "normaal gebruik windturbine" en incidenten, daarnaast is nog een post onvoorzien opgenomen. In deze rapportage gaat het over bovengrondse effecten die overeenkomen met de post: "incidenten".

[2] Handreiking ontwerpen met overstromingskansen versie OI2014v4, februari 2017

Figuur 1.4 Faalkansboom waterkeringen



In afwijking van bovenstaande faalkansenboom is in overleg met het Waterschap Hollandse Delta de uitgangspunten voor de berekeningen nader vastgelegd (paragraaf 1.2.3.) en zijn de volgende toetscriteria afgesproken:

- Voor de **primaire waterkering** (Zuiderdiepdijk) geldt een signaalwaarde van 1:1000 en een faalkansruimte van 0,24 voor de bovengrondse incidenten van windturbines. De maximaal toelaatbare additionele faalkans van een individuele windturbine bedraagt 1% van deze waarde, ofwel $2{,}4 \times 10^{-6}$ per jaar per individuele windturbine. Omgerekend naar de faalkanseis per vak (doorsnede) met een lengte-effectfactor van 2 bedraagt de eis daarmee **$1{,}2 \times 10^{-6}$ per jaar**. Voor de cumulatieve effecten van het gehele windpark geldt daarnaast een toetseis van maximaal 10% van de overige mechanismen (30%) waarbij voor incidenten maximaal 40% per jaar mag worden ingevuld.
- Voor de **regionale waterkering** (Nieuwe Dijk) wordt een analyse gemaakt uitgaande van de hoogste IPO veiligheidsklasse V voor regionale waterkeringen. Deze hebben een veiligheidsnorm van 1:1000 en een faalkansruimte van 0,24 voor de bovengrondse incidenten van windturbines. De maximaal toelaatbare additionele faalkans van een individuele windturbine bedraagt 1% van deze waarde, ofwel een maximale toetswaarde van $2{,}4 \times 10^{-6}$ per jaar per individuele windturbine**.** Omgerekend naar de faalkanseis per vak (doorsnede) met een lengte-effectfactor van 2 bedraagt de eis daarmee **$1{,}2 \times 10^{-6}$ per jaar**. Voor de cumulatieve effecten van het gehele windpark geldt daarnaast een toetseis van maximaal 10% van de overige mechanismen (30%) waarbij voor incidenten maximaal 40% per jaar mag worden ingevuld.
- Voor de **boezemkade** (Zuiderdiepweg) wordt een analyse gemaakt uitgaande van de IPO veiligheidsklasse I voor regionale waterkeringen. Deze hebben een veiligheidsnorm van 1:10 en we hanteren een faalkansruimte van 0,24 voor 'macro stabiliteit binnenwaarts' en 'macro stabiliteit buitenwaarts'. De maximaal toelaatbare additionele faalkans van een individuele windturbine bedraagt 1% van deze waarde,

ofwel een maximale toetswaarde van **1,2x10^{-4} per jaar** per individuele windturbine**.** Voor de cumulatieve effecten van het gehele windpark geldt daarbij een toetseis van maximaal 10% van de overige mechanismen (30%) en incidenten (40%) per jaar.

1.2.3 Uitgangspunten berekeningen

Uitgangspunten algemeen

Bij het bepalen van de kansen en effecten wordt rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- Een hersteltijd van schade aan de dijk van 14 dagen;
- Een werpafstand bij nominaal toerental van 160 meter;
- De valrichting van windturbine onderdelen is uniform verdeeld over de windrichtingen;
- Treffen van de waterkering door een windturbineonderdeel = 100% falen;
- Toetsing van totale risicotoevoeging zonder rekening te houden met afstandseffecten en zonder rekening te houden met de lengte van risicozone langs de dijk (= conservatief);
- Ontwerppeil boezemkade: NAP +0,8 m (verwacht toekomstig peil) + 0,5 m (opzet 1/10 jaar boven streefpeil) + 0,1m (robuustheid) = NAP +1,4 m

Schadefactor en berekeningsmethodiek

Voor wat betreft het bepalen van de trefkansen zijn de volgende aannames gedaan:

- Voor de scenario's mastfalen en gondelval wordt geen schadefactor toegekend. Voor mastfalen geldt dat zowel de mast, gondel als rotor omvallen. Hierbij zal in vrijwel alle gevallen de gondel eerst de grond raken en daarmee het grootste deel van de klap veroorzaken. Voor het treffen door het gondelonderdeel en de mastonderdelen gaan we daarom uit van een schade factor van **1,00** (ofwel geen correctie).
- Voor het scenario bladworp wordt ervan uit gegaan dat invalshoeken van 45 graden schade veroorzaken waardoor er dus een schadefactor aan de trefkansen wordt toegevoegd van (2x45)/360 = **0,25**. Dit is gehanteerd omdat onder andere invalshoeken een veel minder grote impact plaatsvindt waarbij geen significante schade aan de dijklichamen wordt verwacht.
- Voor de bladgewichten die mee naar beneden vallen tijdens het scenario mastfalen wordt uitgegaan van een schade factor van **1,0** ondanks dat het gondeltreffen zelf normaliter de het grootste deel van de klap van het gewicht van een rotorblad reeds heeft opgevangen. Deze factoren gelden ook bij vallende bladen bij het scenario gondelvallen.
- Voor het bepalen van de schade aan de waterkering wordt bepaald welke onderdelen welke maximale schade kunnen veroorzaken. Hierbij wordt uitgegaan van de formules van de kraterdiepte van:

  0,030 x (valgewicht x valhoogte)^0,5 = maximale kraterdiepte

- Voor de bepaling van het valgewicht voor de gondel wordt uitgegaan van een reductie van 25% van het totale gewicht van de gondel door het opnemen van potentiële energie door de optredende vervorming van de gondel zelf bij een valsituatie, dit treedt op bij mastfalen (gondeltreffen) en bij gondelfalen (gondeltreffen).
- Voor de bepaling van de valgewichten en valhoogten door een geworpen rotorblad wordt gekeken naar de formules:

*Werphoogte = Werpsnelheid rotor blad ^2 / (2 * 9,81)*
Valhoogte = Werphoogte + Ashoogte
*Werpsnelheid rotorblad = 2 * π * toerental (in rps)* zwaartepunt rotorblad*

Samenvattend betekent dit:

- Schadefactor bladworp: **0,25**
- Schadefactor mastfalen: **1,00**
- Schadefactor bladgewicht bij gondelval: **1,00**

Afmetingen en gewichten

Ook is gerekend met specifieke (worst case) uitgangspunten voor de windturbines. Deze zijn in Tabel 1.1 opgenomen.

Tabel 1.1 afmetingen en gewichten

Aspect	Afmetingen
Ashoogte [m]	Maximaal 100
Rotordiameter [m]	Maximaal 117
Aantal windturbines	18
Gewicht gondel [ton]	330
Gewicht turbineblad [ton]	18
Zwaartepunt (afstand tot hub) [m]	19,5
Gewicht mast [ton]	1.600
Verwachtte rotatiesnelheid [rpm][3]	16 (14,7 bij 117 meter rotor)

1.3 Leeswijzer

Het onderzoek in dit rapport is verdeeld per waterkering. In hoofdstuk 2 komt de primaire waterkering aan bod. In hoofdstuk 3 de secundaire waterkering en in hoofdstuk 4 de boezemkade. Hoofdstuk vijf geeft een overzicht van de effecten en een conclusie.

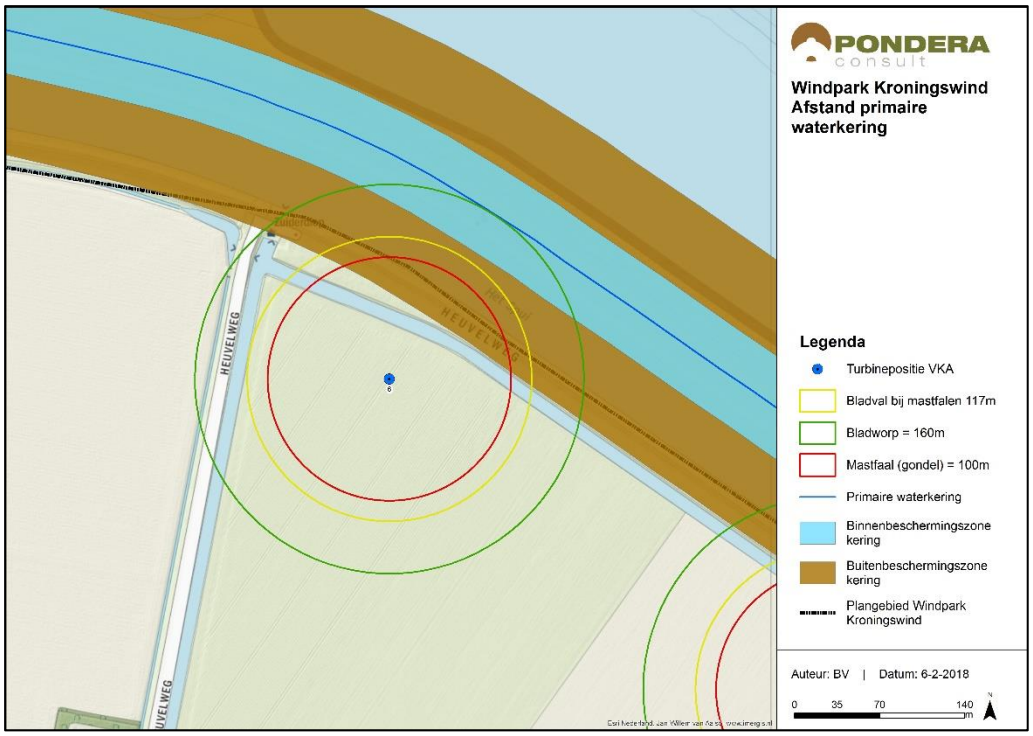
[3] Rotatiesnelheid van de rotor is ook afhankelijk van de gekozen rotordiameter. Een waarde van 160 meter als werpafstand is conservatief groot voor windturbines met een tiphoogte beneden de 150 meter.

2 PRIMAIRE WATERKERING

2.1 Bepaling faalscenario's

De minimale afstand van de dichtstbijzijnde windturbine (WT 06) tot de Zuiderdiepdijk en het hart van de primaire waterkering bedraagt 160 meter (zie Figuur 2.1).

Figuur 2.1 Afstand maatgevende windturbine tot primaire waterkering



Voor de Zuiderdiepdijk geldt een norm van $^{1}/_{1000}$ per jaar (maximaal toelaatbare faalkans is $^{1}/_{300}$ per jaar). De Zuiderdiepdijk is in toetsrondes en in de VNK analyse (ruim) voldoende bevonden.

Hierbij kan conform het risicoprofiel van Waterschap Hollandse Delta zoals omschreven in het afwegingskader van Waterschap Hollandse Delta van 26 januari 2017 inzichtelijk worden gemaakt vanaf welke afstand van turbine tot kernzone nader onderzoek nodig is.

afstand turbine tot kernzone / waterveiligheid dijk	ver	midden	dichtbij
veilig	1	2	3
nader onderzoek	2	3	4
(eventueel) te versterken	3	4	5

Tabel 1: Risicoprofiel

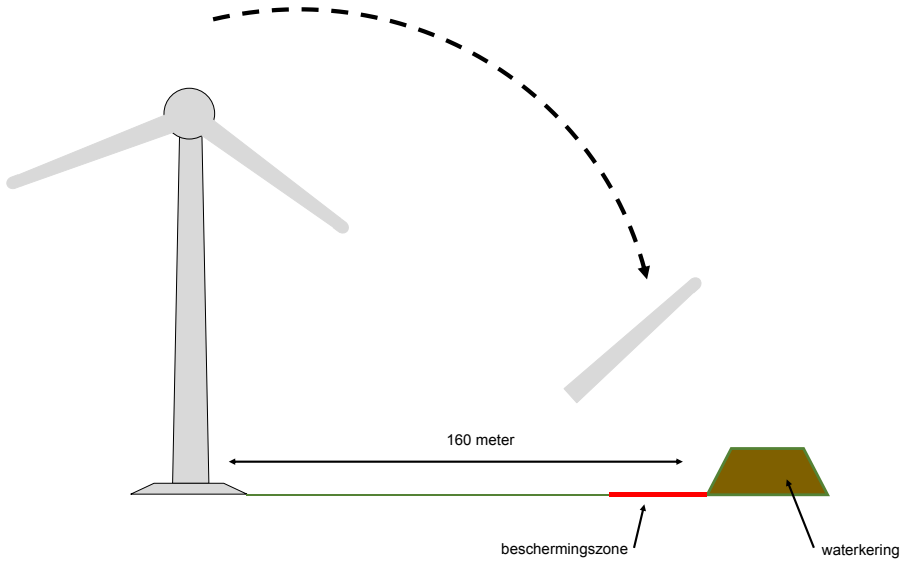
De dichtstbijzijnde windturbine 06 bevindt zich daarmee in de zone *'Midden'*. De afstand tot de binnenbeschermingzone is minimaal 125 meter. Windturbines 07 t/m 10 bevinden zich op relatief vergelijkbare afstanden tot het hart van de primaire waterkering (125 tot 133) en bevinden zich daarmee tevens in de zone 'Midden'. Alle overige windturbines van het VKA bevinden zich op meer dan 550 meter afstand en liggen daarmee ruim in de zone 'ver'. De bovengrondse risico's van deze windturbines op grotere afstand zijn niet significant voor de functionele werking van de primaire waterkering.

Om de risico's van de windturbines 06 t/m 10 te beoordelen wordt voor de meest dichtbijgelegen windturbine (WT 06) het risico doorgerekend voor de maatgevende doorsnede van de primaire waterkering. Op een afstand van minimaal 125 meter tot de binnenbeschermingszone kan de waterkering enkel een significant negatief bovengronds effect ondervinden afkomstig van het faalscenario (zie ook Figuur 2.1) 'bladworp bij nominaal toerental' (125 tot 160 meter)[4]. Dit scenario wordt hieronder beschouwd.

2.2 Trefkans bij Bladworp bij nominaal toerental

Bij bladworp bij nominaal toerental wordt uitgegaan van het werpen van een volledig blad tot op een afstand van 160 meter (Figuur 2.2).

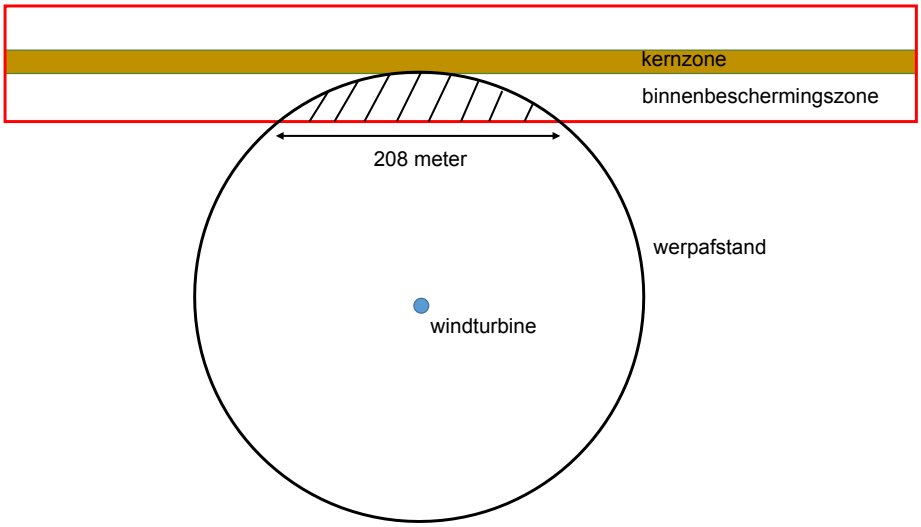
Figuur 2.2 Bladworp



De kans dat het zwaartepunt valt binnen de binnenbeschermingzone van de primaire waterkering kan berekend worden aan de hand van de trefkansverdeling afkomstig uit het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten. Bij dit scenario kan binnen een dijklengte van 208 meter van de binnenbeschermingszone het blad landen (Figuur 2.3).

[4] NB. Trefkansen van bladworp bij overtoeren worden niet significant geacht. De kans van optreden van dit faalscenario is <1% van het faalscenario bladworp bij nominaal toerental.

Figuur 2.3 Trefzone bladworp



In deze analyse wordt de kans op treffen van deze gehele zone meegerekend als trefkans. De kans dat het zwaartepunt van een rotorblad deze zone treft bedraagt 5,9%. Dit wordt uitgerekend door voor elke tien meter aan kernzone + binnenbeschermingszone uit te rekenen wat de kans is op het treffen van de minimale en maximale afstand tot de binnenbeschermingszone en de kans op een geworpen blad in deze specifieke werprichting. De trefkansen per strekkende meter worden bepaald uit het rekenmodel voor bladworp bij nominaal toerental conform Bijlage C-10 van het Handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1)[5] (Het HRW).

De kans van optreden van het scenario bladworp bedraagt conform het HRW $8{,}4 \times 10^{-4}$ per jaar.

De trefkans van de primaire waterkering bedraagt daarmee: $8{,}4 \times 10^{-4} \times 0{,}059 = 5{,}0 \times 10^{-5}$ per jaar.

Hierbij wordt voor bladworp ervan uit gegaan dat **invalshoeken van 45 graden benodigde zijn om significante schade te veroorzaken** waardoor er dus een schadefactor aan de trefkansen wordt toegevoegd van (2x45)/360 = **0,25**.

Dit reduceert de trefkans bij bladworp tot: $0{,}25 \times 5{,}0 \times 10^{-5}$ = **$1{,}2 \times 10^{-5}$ per jaar**.

2.3 Analyse potentiële schade waterkering

Door het treffen van het gewicht van een rotorblad kan een krater ontstaan in de primaire waterkering. De grote van deze krater heeft mogelijk tot gevolg dat er een (tijdelijke) vermindering optreedt van de standzekerheid van de waterkering. Relevant bij het bepalen van dit effect zijn de diepte van de krater, de hersteltijd die benodigd is de schade te herstellen en de kans dat gedurende deze periode sprake is van maatgevend hoogwater.

[5] Het rekenmodel is op aanvraag in te zien. Voor de dichtstbijzijnde tien meter geldt bijvoorbeeld een trefkans van een afstand tussen de 125 en 195 meter van 35% met een kans op de werprichting richting deze 10 meter waterkering van 3,6 graden = 1%.

Kraterdiepte

Hierbij wordt uitgegaan van de formules voor de bepaling van de kraterdiepte van:

0,030 x (valgewicht x valhoogte)^0,5 = maximale kraterdiepte

Voor de bepaling van de valgewichten en valhoogten door een geworpen rotorblad (18 ton) wordt gekeken naar de formules:

Werpsnelheid rotorblad = 2 * π * toerental (rotatie / seconde)* zwaartepunt rotorblad

30,0 = 2* π * 0,245 * 19,5

Werphoogte = Werpsnelheid rotor blad ^2 / (2 * 9,81)

45,9 = 30,0 ^2 / (2 * 9,81)

Valhoogte = Werphoogte + Ashoogte

137,4 = 45,9 + 91,5

Kans op hoogwater tijdens calamiteit

Aan de hand van de kraterdiepten kan het resterende restprofiel van de waterkering worden berekend. Vervolgens wordt de kans op een overstroming bepaald door de **kans op optreden van een waterstand boven het resterende restprofiel te berekenen** en dit te vermenigvuldigen met de **tijdsfactor van de aanwezigheid van schade**. Hierbij is in overleg met het waterschap een **hersteltijd van 14 dagen** gehanteerd voor de opgetreden schade.

De maximale schade kan worden veroorzaakt bij het scenario bladworp bij nominaal toerental. De valhoogte bedraagt hierbij 91,5 + 45,9 = 137,4 meter. De maximale bovengrens voor de bepaling van de kraterdiepte is daarmee 1,5 meter.

De dijktafelhoogte van de Zuiderdiepdijk bedraagt NAP +5,3m, met een maximale reductie van 1,5 meter bedraagt de hoogte na een incident in het worst case scenario NAP +3,7m. Gezien slechts een beperkt deel van de kruin maximaal aangetast kan worden door de impact is er geen significante invloed op de stabiliteit van de waterkering. Het effect op het hoogteverlies van de waterkering is maatgevend[6]. De kans op optreden van een waterstand van NAP +3,7m in het Haringvliet wordt voor de beoordeling van deze analyse gesteld op kleiner dan ééns in de 20 jaar.[7]

Rekening houdend met de hersteltijd van 14 dagen is de kans van optreden van een maatgevende hoogwaterstand tijdens de hersteltijd: (1/20) x (14 / 365) = **0,0019**

[6] Dit is een sterk worst-case aanname aangezien in deze analyse ervan uit wordt gegaan dat elk treffen van de binnenbeschermingszone (dus ook lagere delen van de kering) direct leidt tot een maximale kraterdiepte en ook direct leidt tot maximaal verlies aan waterkerende hoogte.

[7] In "*Kenmerkende waarden Kustwateren en Grote Rivieren*, *1207509-000-ZKS-0010, Versie 4, 6 november 2013, definitief*" van Deltares staat een overschrijdingsfrequentie van 1x per 100 jaar voor +3,70m NAP voor het Haringvliet. De waarde bij 1x per 20 jaar bedraagt 3,20m. De huidige analyse is daarmee conservatief ingestoken. Zie ook "*Kenmerkende waarden getijgebied 2011.0*" 22 juli 2013 van Rijkswaterstaat.

2.4 Maximale bovengrondse effecten primaire waterkering

De additionele overstromingskans van de primaire waterkering kan tot slot worden bepaald aan de hand van de kans op optreden van een incident aan de windturbine in relatie tot de kans op een maatgevende hoogwaterstand gedurende de herstelperiode. Deze bedraagt:

0,0019 (kans op hoogwater) **x 1,2 x 10^{-5}** (kans op calamiteit met krater tot gevolg) = **2,4 x 10^{-8}** per jaar voor de maatgevende doorsnede over een lengte van 208 meter van de binnenbeschermingszone van de primaire waterkering.

Toetsing aan norm

Indien deze overstromingskans minder is dan 1% van de normstelling van een individueel faalmechanisme dan kan deze toevoeging als verwaarloosbaar worden beschouwd. Bij toetsing aan de signaalwaarde van 1:1000 en een faalkansruimte van 0,24 voor de macro stabiliteit binnenwaarts en macro stabiliteit buitenwaarts bedraagt de maximale toelaatbare toevoeging van 1%: maximaal **1,2x10^{-6} per jaar**.
Met een maximale toegevoegde kans van overstroming van **2,4 x10^{-8} per doorsnede** voor de maatgevende windturbine kan ruim worden voldaan aan de toetsmaat van 1% (=0,02%). Ook bij toetsing aan macrostabiliteit binnenwaarts met een faalkansruimte van 0,04 kan er ruim worden voldaan aan de toetsmaat van 1% toevoeging (=0,12%).

2.5 Cumulatieve toetsing

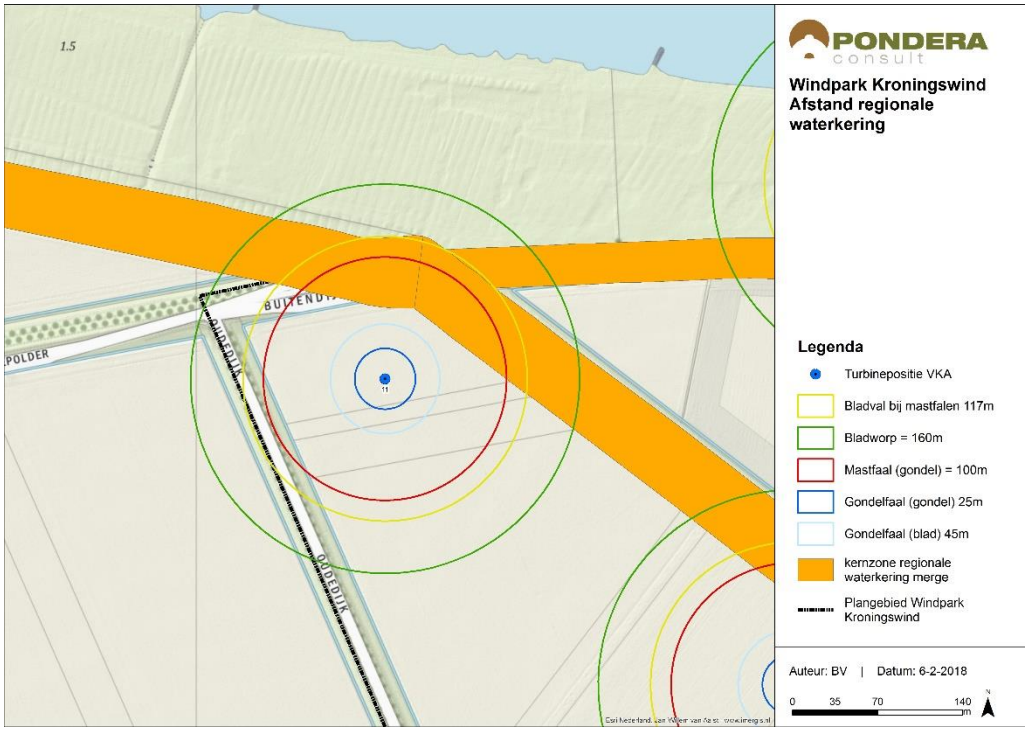
Er bevinden zich vijf windturbines op een zodanige afstand dat mogelijk een trefrisico van de waterkering ontstaat bij een calamiteit (bladworp). De additionele risico's van alle vijf windturbines samen zijn maximaal 5 x 2,4x10^{-8} = 1,2x10^{-7} per jaar. Deze trefkans bedraagt een risicotoevoeging van ca. **0,10%** ten opzichte van de gehanteerde signaalwaarde van 1:1000 x 30% x 40% voor het gehele dijktracé en kan daarmee ruim voldoen aan de gestelde toetswaarde voor cumulatief risico van maximaal 10%.

3 REGIONALE WATERKERING

3.1 Bepaling faalscenario's

De minimale afstand van de dichtstbijzijnde windturbine (WT 11) tot de regionale waterkering (de Nieuwe dijk) en de kernzone van de regionale waterkering bedraagt 58,5 meter (zie figuur 3.1).

Figuur 3.1 Afstand maatgevende windturbine tot regionale waterkering



Voor de regionale waterkering (Nieuwe Dijk) wordt een analyse gemaakt uitgaande van de hoogste IPO veiligheidsklasse V voor regionale waterkeringen. Bij deze klasse hoort een veiligheidsnorm van 1/1.000 per jaar.

Voor de Nieuwe Dijk geldt een norm van $^{1}/_{1000}$ per jaar. De Nieuwe dijk heeft een kruinhoogte tussen de NAP +4,5 en +5,0 meter. De minimaal benodigde hoogte (dijktafelhoogte) is +2,5 meter waardoor er circa 2,0 meter overhoogte aanwezig is.

Hierbij kan conform het risicoprofiel van Waterschap Hollandse Delta zoals omschreven in het afwegingskader van Waterschap Hollandse Delta van 26 januari 2017 inzichtelijk worden gemaakt vanaf welke afstand van turbine tot kernzone nader onderzoek nodig is.

afstand turbine tot kernzone / waterveiligheid dijk	ver	midden	dichtbij
veilig	1	2	3
nader onderzoek	2	3	4
(eventueel) te versterken	3	4	5

Tabel 1: Risicoprofiel

De dichtstbijzijnde windturbine bevindt zich daarmee in de zone ‘Midden’. De afstand tot de binnenbeschermingzone is 58,5 meter. De windturbines 11 tot en met 19 bevinden zich allen op nagenoeg gelijke afstanden (58,5 tot 59 meter) tot de kernzone van de regionale waterkering en bevinden zich daarmee tevens in de zone ‘Midden’. Alle overige windturbines van VKA bevinden zich op meer dan 300 meter afstand en liggen daarmee ruim in de zone ‘ver’. De bovengrondse risico’s van deze windturbines zijn niet significant voor de functionele werking van de regionale waterkering.

Om de risico’s van de windturbines 11 t/m 19 te beoordelen wordt voor de windturbine met het de hoogte trefkans (WT11) de situatie doorgerekend voor de maatgevende doorsnede van de regionale waterkering. Op een afstand van minimaal 58,5 meter tot de binnenbeschermingszone kan de waterkering enkel een negatief bovengronds effect verkrijgen afkomstig van de faalscenario’s:

- Bladworp bij nominaal toerental (58,5 tot 160 meter)[8];
- Mastfalen (58,5 tot 117 meter).

3.2 Trefkans bij mastfalen

Bij mastfalen vallen de mast, de gondel en de rotorbladen mee met het afbreken van de mast. Worst case worden de maximale afstanden behaald bij het afbreken van de mast bij de voet van de windturbine. Hierdoor vallen de drie gewichten van de te beoordelen onderdelen op de volgende afstanden:

- Mastgewicht valt tot op ashoogte (max 100 meter);
- Gondelgewicht valt tot op ashoogte (max 100 meter);
- Bladgewicht valt tot op ashoogte + 1/3^{e} x 1/2^{e} rotordiameter (max 117 meter).

Dit betekent dat de binnenbeschermingszone van de regionale waterkering getroffen kan worden door het gondelgewicht, het mastgewicht en door het bladgewicht. Dit treedt bij windturbine 11 op als de mast valt binnen een valrichting (t.o.v. Noord) van maximaal circa 305 graden tot 104 graden. Uitgaande van een uniforme verdeelde valrichting is de kans op deze valhoek 44,2%. Met een faalfrequentie van mastfalen van 1,3x10^{-4} bedraagt de trefkans bij mastfalen daarmee:
1,3x10^{-4} x 0,442 = 5,7x10^{-5} per jaar.

[8] NB. Trefkansen van bladworp bij overtoeren worden niet significant geacht. De kans van optreden van dit faalscenario is <1% van het faalscenario bladworp bij nominaal toerental.

3.3 Trefkans bij Bladworp bij nominaal toerental

Bij bladworp bij nominaal toerental wordt uitgegaan van het werpen van een volledig blad tot op een afstand van 160 meter. De kans dat het zwaartepunt valt binnen de binnenbeschermingzone van de regionale waterkering kan berekend worden aan de hand van de trefkansverdeling afkomstig uit het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten. Bij dit scenario kan binnen een lengte van 325 meter van de binnenbeschermingszone het blad landen. In deze analyse wordt de kans op treffen van deze gehele zone meegerekend als trefkans. De kans dat het zwaartepunt van een rotorblad deze zone treft bedraagt 14,5%. De trefkans van de regionale waterkering bedraagt daarmee:
$8{,}4x10^{-4}$ x 0,143 = $1{,}2x10^{-4}$ per jaar.

Hierbij wordt voor bladworp ervan uit gegaan dat **invalshoeken van 45 graden benodigde zijn om significante schade te veroorzaken** waardoor er dus een schadefactor aan de trefkansen wordt toegevoegd van (2x45)/360 = **0,25**.

Dit reduceert de trefkans bij bladworp tot: 0,25 x $1{,}2x10^{-4}$ = 3,0 x 10^{-5} per jaar.

3.4 Analyse potentiële schade regionale waterkering

Door het treffen van het gewicht van een rotorblad kan een krater ontstaan in de primaire waterkering. De grote van deze krater betreft de aantasting van de veiligheid van de waterkering.

Hierbij wordt uitgegaan van de formules voor de bepaling van de kraterdiepte van:

0,030 x (valgewicht x valhoogte)^0,5 = maximale kraterdiepte

Voor de bepaling van de valgewichten en valhoogten door een geworpen rotorblad wordt gekeken naar de formules:

Werphoogte = Werpsnelheid rotor blad ^2 / (2 * 9,81)
Werpsnelheid rotorblad = 2 * π * toerental * zwaartepunt rotorblad

Aan de hand van de kraterdiepten kan het resterende restprofiel van de waterkering worden berekend. Vervolgens wordt de kans op een overstroming bepaald door de **kans op optreden van een waterstand boven het resterende restprofiel te berekenen** en dit te vermenigvuldigen met de **tijdsfactor van de aanwezigheid van schade**. Hierbij is in overleg met het waterschap een **hersteltijd van 14 dagen** gehanteerd voor de opgetreden schade.

De maximale schade kan worden veroorzaakt bij het scenario mastfalen door het treffen van de gondel. De valhoogte bedraagt hierbij maximaal 100 meter. De maximale bovengrens voor de bepaling van de kraterdiepte is daarmee 5,5 meter bij een gondelgewicht van 330 ton zonder reductie van het gewicht door plastische vervorming van de gondel (factor 1,0).

De dijktafelhoogte van de Zuiderdiepdijk bedraagt minimaal NAP +4,5, met een maximale reductie van 5,5 meter bedraagt de hoogte minimaal NAP -1,0m. Indien er een waterstand

aanwezig is naast de regionale waterkering dan kan de waterkering dit niet langer keren (ontwerppeil +0,8m). De regionale waterkering is een land – land kering en keert onder normale omstandigheden echter geen water. De kans op te keren water bedraagt daarmee de faalkans van de primaire waterkering en/of andere keringen. Deze wordt gesteld op een kans op aanwezigheid van water van $^{1}/_{300}$ per jaar.

De kans op optreden van een waterstand naast de regionale waterkering bedraagt circa ééns in de 300 jaar. Voor de bovengrondse effecten is, rekening houdend met de hersteltijd, de kans van optreden van een waterstand tijdens de hersteltijd:

(1/300) x (14 / 365) = $1{,}3 \times 10^{-4}$

3.5 Maximale bovengrondse effecten regionale waterkering

De additionele overstromingskans van de regionale waterkering bedraagt:

$1{,}3 \times 10^{-4}$ x $8{,}7 \times 10^{-5}$ = $1{,}1 \times 10^{-8}$ per jaar voor de maatgevende doorsnede over een lengte van 375 meter aan primaire waterkering.

Indien deze overstromingskans minder is dan 1% van de normstelling van een individueel faalmechanisme dan kan deze toevoeging als verwaarloosbaar worden gezien. Bij toetsing aan de toetsnorm (IPO V) van 1:1000 en een faalkansruimte van 0,24 voor de bovengrondse effecten van windturbines bedraagt de maximale toevoeging van 1%: een toetsnorm van $1{,}2 \times 10^{-6}$ per jaar. Met een maximale toegevoegde kans van overstroming van $1{,}1 \times 10^{-8}$ per doorsnede voor de maatgevende windturbine kan ruim worden voldaan aan de toetsmaat van maximaal 1% toevoeging (=0,01%).

3.6 Cumulatieve toetsing

Er bevinden zich negen windturbines op een zodanige afstand dat mogelijk een trefrisico van de waterkering ontstaat bij een calamiteit. De toegevoegde risico's van alle negen windturbines samen zijn maximaal 9 x $1{,}1 \times 10^{-8}$ = $9{,}9 \times 10^{-8}$ per jaar. Deze trefkans bedraagt een risicotoevoeging van ca. 0,08% ten opzichte van de gehanteerde normwaarde van 1:1000 x 30% x 40% voor het gehele dijktracé en kan daarmee ruim voldoen aan de gestelde toetswaarde van maximaal 10% cumulatieve toevoeging.

4 BOEZEMKADE

4.1 Bepaling faalscenario's

De minimale afstand van de dichtstbijzijnde windturbine (WT 01) tot de kernzones van de boezemkering en de nieuw aan te leggen boezemkade langs de Zuiderdiepweg bedraagt 58,5 meter.

Voor deze waterkering wordt een analyse gemaakt uitgaande van de IPO veiligheidsklasse I voor de boezem waterkeringen. Bij deze klasse hoort een veiligheidsnorm van 1/10 per jaar.

Voor de boezemkering en de nieuw aan te leggen kering geldt eveneens een norm van $^{1}/_{10}$ per jaar. De huidige Zuiderdiepweg (die als nieuwe boezemkering gaat dienen) heeft een kruinhoogte van NAP +1,45 meter. Het maximale ontwerppeil (1/10 jaar waterstand) voor de maximale waterhoogte is circa NAP +1,4 meter waardoor er een beperkte overhoogte aanwezig is. Voor het nieuw aan te leggen kadedeel bedraagt de verwachtte kruinhoogte NAP +2,0 meter met een maximaal ontwerppeil van tevens NAP +1,4m.

Hierbij kan conform het risicoprofiel van Waterschap Hollandse Delta zoals omschreven in het afwegingskader van Waterschap Hollandse Delta van 26 januari 2017 inzichtelijk worden gemaakt vanaf welke afstand van turbine tot kernzone nader onderzoek nodig is.

afstand turbine tot kernzone / waterveiligheid dijk	ver	midden	dichtbij
veilig	1	2	3
nader onderzoek	2	3	4
(eventueel) te versterken	3	4	5

Tabel 1: Risicoprofiel

De dichtstbijzijnde windturbine (WT 06) bevindt zich daarmee in de zone 'Midden'. De afstand tot de binnenbeschermingzone is 58,5 meter. De windturbines 01 tot en met 10 bevinden zich allen op nagenoeg gelijke afstanden (58,5 meter) tot de kernzone van de boezemkade en bevinden zich daarmee tevens in de zone 'Midden'. Alle overige windturbines van het VKA bevinden zich op meer dan 300 meter afstand en liggen daarmee ruim in de zone 'ver'. De bovengrondse risico's van deze windturbines zijn niet significant voor de functionele werking van de regionale waterkering.

Om de risico's van de windturbines 01 t/m 10 te beoordelen wordt voor de windturbine met het de hoogte trefkans (WT06) de situatie doorgerekend voor de maatgevende doorsnede van de boezemkade. Op een afstand van minimaal 58,5 meter tot de binnenbeschermingszone kan de waterkering enkel een negatief bovengronds effect verkrijgen afkomstig van de faalscenario's:

- Bladworp bij nominaal toerental (58,5 tot 160 meter)[9];
- Mastfalen (58,5 tot 117 meter).

4.2 Trefkans bij mastfalen

Bij mastfalen vallen de mast, de gondel en de rotorbladen mee met het afbreken van de mast. Worst case worden de maximale afstanden behaald bij het afbreken van de mast bij de voet van de windturbine. Hierdoor vallen de drie gewichten van de te beoordelen onderdelen op de volgende afstanden:

- Mastgewicht valt tot op ashoogte (maximaal 100 meter);
- Gondelgewicht valt tot op ashoogte (maximaal 100 meter);
- Bladgewicht valt tot op ashoogte + 1/3^{e} x 1/2^{e} rotordiameter (maximaal 117 meter).

Dit betekent dat de binnenbeschermingszone van de boezemkade getroffen kan worden door het gondelgewicht, het mastgewicht en door het bladgewicht. Dit treedt op als de mast valt binnen een valrichting (t.o.v. Noord) van maximaal circa 322 graden tot 102 graden. Uitgaande van een uniforme verdeelde valrichting is de kans op deze valhoek 36%. Met een faalfrequentie van mastfalen bedraagt de trefkans bij mastfalen daarmee:
$1{,}3x10^{-4}$ x 0,39 = $5{,}1x10^{-5}$ per jaar.

4.3 Trefkans bij Bladworp bij nominaal toerental

Bij bladworp bij nominaal toerental wordt uitgegaan van het werpen van een volledig blad tot op een afstand van 160 meter. De kans dat het zwaartepunt valt binnen de binnenbeschermingzone van de regionale waterkering kan berekend worden aan de hand van de trefkansverdeling afkomstig uit het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten. Bij dit scenario kan binnen een lengte van 501 meter van de binnenbeschermingszone het blad landen (ca. 300 meter bij andere windturbines). In deze analyse wordt de kans op treffen van deze gehele zone meegerekend als trefkans. De kans dat het zwaartepunt van een rotorblad deze zone treft bedraagt 14,8%. De trefkans van de regionale waterkering bedraagt daarmee:
$8{,}4x10^{-4}$ x 0,148 = $1{,}24x10^{-4}$ per jaar.

Hierbij wordt voor bladworp ervan uit gegaan dat **invalshoeken van 45 graden benodigde zijn om significante schade te veroorzaken** waardoor er dus een schadefactor aan de trefkansen wordt toegevoegd van (2x45)/360 = **0,25**.

Dit reduceert de trefkans bij bladworp tot: 0,25 x $1{,}24x10^{-5}$ = 3,1 x 10^{-5} per jaar.

[9] NB. Trefkansen van bladworp bij overtoeren worden niet significant geacht. De kans van optreden van dit faalscenario is <1% van het faalscenario bladworp bij nominaal toerental.

4.4 Analyse potentiële schade boezemkade

Door het treffen van het gewicht van een onderdeel van een windturbine kan een krater ontstaan in de boezemkering. De grote van deze krater bepaalt de mate van aantasting van de veiligheid van de waterkering. Hierbij wordt uitgegaan van de formules voor de bepaling van de kraterdiepte van:

0,030 x (valgewicht x valhoogte)^0,5 = maximale kraterdiepte

Voor de bepaling van de valgewichten en valhoogten door een geworpen rotorblad wordt gekeken naar de formules:

Werphoogte = Werpsnelheid rotor blad ^2 / (2 * 9,81)
Werpsnelheid rotorblad = 2 * π * toerental * zwaartepunt rotorblad

Aan de hand van de kraterdiepten kan het resterende restprofiel van de waterkering worden berekend. Vervolgens wordt de kans op een overstroming bepaald door de **kans op optreden van een waterstand boven het resterende restprofiel te berekenen** en dit te vermenigvuldigen met de **tijdsfactor van de aanwezigheid van schade**. Uitgangspunt hierbij is in overleg met het waterschap een **hersteltijd van 14 dagen** gehanteerd voor de opgetreden schade.

De maximale schade kan worden veroorzaakt bij het scenario mastfalen door het treffen van de gondel. De valhoogte bedraagt hierbij 100 meter. De maximale bovengrens voor de bepaling van de kraterdiepte is daarmee 5,5 meter bij een gondelgewicht van 330 ton zonder reductie van het gewicht door plastische vervorming van de gondel. De aangegeven hoogte van de Zuiderdiepweg bedraagt minimaal NAP +1,45 meter, met een maximale reductie van 5,5 meter bedraagt de diepte van de krater als gevolg van een gondeltreffen (bij mastfalen) minimaal NAP -4,05m.

Of een overstroming optreedt bij een dergelijke krater, is afhankelijk van de hoogte van het voorland en van de waterstand in de boezem. Het voor en achterland van de boezemkering en de nieuwe kade is gelegen op een hoogte vanaf circa +0,5m NAP. Het ontwerppeil van de boezem is gesteld op +1,40m NAP en heeft een verwachte kans van voorkomen van 1:10 jaar. Het verwachtte streefpeil bedraagt +0,9m NAP. Voor zowel het ontwerppeil als het streefpeil is een berekening uitgevoerd.

Ontwerppeil

Uitgaande van de faalkansenboom uit Figuur 1.4 wordt aan de boezemkade een maximale risicotoevoegingseis gesteld van $1{,}20 \times 10^{-4}$ per jaar per windturbine. Indien er een waterstand aanwezig is hoger dan +0,5m NAP naast de waterkering dan kan een beperkt deel van het achterland dus overstromen. Uitgaande van het ontwerppeil (+1,4m NAP) met een kans van voorkomen van 1:10 jaar kan de kans op een maximale overstroming berekend worden. Voor de bovengrondse effecten is, rekening houdend met de hersteltijd, de kans van optreden van een waterstand die zorgt voor een overstroming van +1,4m NAP tijdens de hersteltijd:

(1/1) x (14 / 365) = 0,038

Streefpeil

Ook het verwachtte streefpeil van +0,9m NAP kan voor een beperkte overstroming zorgen. Voor een analyse van deze effecten wordt ervan uitgegaan dat er geen tijd voor herstel is na optreden van schade.

(1/1) x (365/365) = 1,00

4.5 Maximale bovengrondse effecten boezemkering

De additionele overstromingskans van de boezemkeringen bij een maximale waterhoogte van +1,4m NAP bedraagt daarmee voor de worst-case windturbine:

0,038 * 8,2x10^{-5} = 3,1x10^{-6} per jaar voor de maatgevende doorsnede over een lengte van 501 meter aan boezemkade.

Indien deze overstromingskans minder is dan 1% van de normstelling zoals aangegeven in paragraaf 1.2.2 dan kan deze toevoeging als verwaarloosbaar worden gezien. Bij toetsing aan de maximale toevoeging aan de normwaarde van 1:10 bedraagt de maximale toevoeging van 1%: een toetsnorm van **1,2x10^{-4} per jaar**. Met een faalkansdoorsnede toevoeging van 3,1x10^{-6} is dit een toevoeging van **0,02%** per windturbine. Deze toegevoegde overstromingskans is minder is dan 1% van de normstelling zoals aangegeven in paragraaf 1.2.2 en kan als verwaarloosbaar worden gezien.

Uitgaande van permanente aanwezigheid van een waterpeil conform het streefpeil van +0,9m NAP in de boezemkade zal ook bij toetsing aan de maximale toevoeging aan de normwaarde van 1:10, en de maximale toevoeging van 1%: een maximale toevoegingseis van 1,2x10^{-4} per jaar gelden. Met een faalkansdoorsnede toevoeging van **8,15x10^{-5}** is de risico toevoeging van een individuele windturbine **0,68%**. Ook dit is kleiner dan 1% en kan als verwaarloosbaar worden gezien.

Voor zowel het streefpeil, als het ontwerppeil wordt voldaan aan de toetsnormen en is de risicotoevoeging minder dan 1%.

4.6 Cumulatieve toetsing

Er staan in totaal 10 windturbines binnen een effectafstand van de boezemkade. De trefrisico's van alle tien windturbines samen is daarom ook berekend en is maximaal 1 x 3,13x10^{-7} + 9x 2,5x10^{-7}= **2,5x10^{-6}** per jaar[10]. Bij een ontwerppeil van +1,4m NAP in de boezem, levert dit een cumulatieve risicotoevoeging op van ca. **0,02%** ten opzichte van de gehanteerde normwaarde van 30% x 40% x 1:10 voor het gehele dijktracé.

Daarmee kan ruim worden voldaan aan de gestelde toetswaarde (cumulatief) van maximaal 10% toevoeging. Ook bij toetsing aan permanente aanwezigheid van het streefpeil (+0,9m NAP) gedurende 365 dagen per jaar blijft de cumulatieve toevoeging onder de 10% (**5,5%**).

[10] De trefkans van de worst-case windturbine is aanzienlijk hoger door plaatsing in de oksel van de boezemkering. De overige windturbines staan parallel aan een rechte lijn en veroorzaken een kleinere trefkans.

5 CONCLUSIES

5.1 Samenvatting effecten

Per waterkering nabij het voorkeursalternatief van Windpark Kroningswind zijn de maximale trefkansen van de waterkering als gevolg van treffen van onderdelen van de windturbines doorgerekend.

Primaire waterkering

Uit de analyses blijkt dat de maximale risicotoevoeging op overstroming van de individuele faalmechanismen van de maatgevende doorsnede van de primaire waterkering maximaal 0,12% bedraagt. De risicotoevoeging van de bovengrondse effecten van de windturbines aan de primaire waterkering is daarmee kleiner dan 1% en voldoet aan de eisen van het waterschap. De standzekerheid van de primaire waterkering is niet in het geding.

Regionale waterkering

De maximale risicotoevoeging op overstroming van de maatgevende doorsnede bij de regionale waterkering bedraagt minder dan 0,06%. De risicotoevoeging van de bovengrondse effecten van de windturbines aan de regionale waterkering is kleiner dan 1% en voldoet daarmee aan de eisen van het waterschap. De standzekerheid van de regionale waterkering is niet in het geding.

Boezemkade

De maximale risicotoevoeging op overstroming van de maatgevende doorsnede bij de boezemkering bedraagt minder dan 0,16% bij een faalkansruimte van 0,24. De risicotoevoeging van de bovengrondse effecten van de windturbines aan de boezemkering is kleiner dan 1% en voldoet daarmee aan de eisen van het waterschap. Ook uitgaande van permanente kans op hoogwater (365 dagen) is de maximale risicotoevoeging slechts 0,68% ten opzichte van de faalkansruimte van 0,24.

Ook bij toetsing aan de cumulatieve effecten van alle windturbines op de drie waterkeringen is sprake van minder dan 1% risicotoevoeging op de gehele dijktracés.

Het voorkeursalternatief met een maximale tiphoogte van 150 meter, een maximale ashoogte van 100 meter en een maximale rotordiameter van 117 meter kan voldoen aan de gestelde eisen van het Waterschap met betrekking tot effecten op dijkveiligheid.

BIJLAGE 11



Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Pondera Consult
T.a.v. de heer P. Jansen
Nooitgedacht 2
3701 AN ZEIST

Technical Sciences
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum
14 februari 2018

Onze referentie
DHW-TS-2018-0100312394

E-mail
onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer
+31888664025

Projectnummer
060.31534/01.03.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Onderwerp
Radarhindertoetsing windpark Kroningswind

Geachte heer Jansen,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor een windpark Kroningswind in de gemeente Goeree-Overflakkee, Zuid-Holland.

Het bouwplan
Het bouwplan betreft alle wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie die betrekking hebben op het te bouwen windturbinepark. In dit rapport zullen deze wijzigingen worden aangeduid als ‘het bouwplan’. Voor de huidige aanvraag betreft dit de plaatsing van 19 nieuwe windturbines. Aangezien er in dit stadium van het project nog geen keuze is gemaakt voor een specifiek windturbinetype, is voor de afmetingen van de windturbines uitgegaan van een windturbine uit de 3 MW klasse. Dit is een windturbine met worst-case afmetingen, samengesteld uit het op dit moment bij TNO beschikbare windturbinebestand met een opgewekt vermogen tussen de 2.5 en 3.4 MW, een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 117 m. De toepassing van een windturbine met worst case afmetingen houdt in dat de berekende effecten op de radars altijd minder zullen zijn, als bij de keuze van de specifieke windturbine het opgewekt vermogen, maximale ashoogte en rotordiameter niet wordt overschreden.

De uitgevoerde berekeningen
TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduweffect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS, volgens de toetsingsmethode, die op 1 oktober 2012 is ingevoerd. Het bouwplan bevindt zich binnen de 75 km cirkels van één van de het Military Approach Surveillance System (MASS) verkeersleidingsradars en buiten de 75 km cirkels rond de huidige Medium Power Radar (MPR) gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen en Wier. Het bouwplan bevindt zich echter wel binnen de 75 km cirkel rond de nieuwe locatie van de gevechtsleidingsradar te Herwijnen die op termijn de locatie bij Nieuw Milligen gaat vervangen. De analyse is uitgevoerd voor de volgende radarsystemen:

(1) Het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, bestaande uit een vijftal MASS verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland en met de nog te plaatsen extra MASS radar bij De Kooy in Den Helder en aangevuld met de Terminal Approach radar (TAR) West bij Schiphol.
(2) De gevechtsleidingsradar op de nieuwe locatie te Herwijnen. Op deze nieuwe locatie zal over enige tijd de SMART-L EWC GB worden geplaatst ter vervanging van de MPR te Nieuw Milligen.

Resultaten primaire verkeersleidingsradarnetwerk
Op de locatie van de windturbines eist het Ministerie van Defensie voor het verkeersleidingsradarnetwerk een minimale detectiekans van 90% voor een doel met een radaroppervlak van 2 m^2. Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
   Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een vermindering van de detectiekans tot 95% geconstateerd ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2018 norm.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   De MASS radar te Woensdrecht aangevuld met de TAR West radar te Schiphol ondersteunen elkaar volledig in de schaduwgebieden achter het bouwplan. Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet dan ook geen afname van het maximum bereik waarneembaar. Het bouwplan blijft daarmee binnen de thans gehanteerde 2018 norm.

Resultaten gevechtsleidingsradar op de nieuwe locatie te Herwijnen
De berekeningen worden per 1 januari 2018 uitgevoerd met het nieuwe radarmodel van de SMART-L EWC GB zoals deze op dit moment bij TNO bekend is. Op de locatie van de windturbines eist het Ministerie van Defensie voor het gevechtsleidingsradar een minimale detectiekans van 90%.
Omdat de specificaties van de gevechtsleidingsradars gerubriceerd zijn, wordt de in de berekening gebruikte waarde van het radaroppervlak van het doel hier niet vermeld. De resultaten van de radarhinderberekening voor de gevechtsleidingsradar zijn eveneens gerubriceerd en kunnen om die reden alleen rechtstreeks naar het ministerie van Defensie worden verstuurd. Dit gebeurt echter pas na toestemming van u. Wel mag in deze brief worden vermeld dat er twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
   De detectiekans is na realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2018 norm gebleven.
2. Reductie van de detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   Het maximum bereik van de radar op deze hoogte in de sector waarin schaduwwerking optreedt, blijft na realisatie van het bouwplan binnen de thans gehanteerde 2018 norm.

Details vindt u in bijgaande documentatie. Een vergelijkbare rapportage, echter met de resultaten van de gevechtsleidingsradar na toestemming uwerzijds eveneens verstuurd aan het Commando Luchtstrijdkrachten in Breda van Defensie en het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Rijksvastgoedbedrijf, Directie Vastgoedbeheer, Afdeling Klant- en Vastgoedmanagement, Sectie Omgevingsmanagement, Cluster Ruimte in Den Haag.

Voor de achtergronden van de toegepaste rekenmethode wordt kortheidshalve verwezen naar de toelichting die is te downloaden van de TNO website: http://www.tno.nl/perseus.

Hoogachtend,

Ing. O.J. van Gent
Senior Research Medewerker

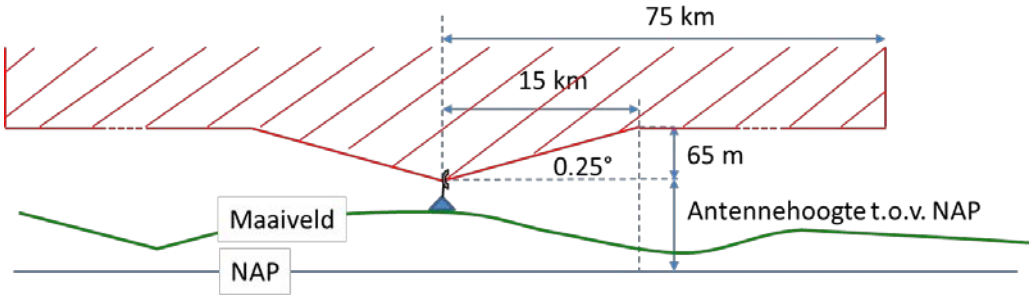
1 Locatie- en radargegevens

De locaties van de te toetsen windturbines van het bouwplan zijn weergegeven in Tabel 1. De weergegeven rijksdriehoek coördinaten en fundatiehoogtes zijn afkomstig van de opdrachtgever. De WGS 84 coördinaten voor de locaties zijn hiervan afgeleid. Bij de bepaling van de fundatiehoogte is er van uitgegaan dat deze maximaal 1.5 m boven het maaiveld zal komen.

Tabel 1 Locatiegegevens van het bouwplan zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr	ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte
		X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	t.o.v. NAP [m]
1	WT1	63584	424663	51.80310	4.06177	2.5
2	WT2	63966	424550	51.80215	4.06734	2.2
3	WT3	64348	424432	51.80115	4.07291	2.3
4	WT4	64741	424355	51.80053	4.07862	2.3
5	WT5	65107	424286	51.79996	4.08395	2.4
6	WT5	65686	424578	51.80268	4.09226	2.1
7	WT7	66055	424323	51.80045	4.09768	2.1
8	WT8	66402	424082	51.79834	4.10277	2.2
9	WT9	66749	423843	51.79625	4.10786	2.2
10	WT10	67125	423613	51.79424	4.11337	2.3
11	WT11	63155	424503	51.80160	4.05560	2.5
12	WT12	63490	424252	51.79940	4.06052	2.2
13	WT13	63820	424001	51.79719	4.06537	2.5
14	WT14	64117	423705	51.79458	4.06975	2.3
15	WT15	64871	423252	51.79063	4.08080	2.4
16	WT15	65284	423147	51.78976	4.08681	2.9
17	WT17	65992	423076	51.78923	4.09709	2.4
18	WT18	66405	423056	51.78912	4.10308	2.4
19	WT19	66838	423088	51.78947	4.10934	2.6

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de verkeersleidingsradars en de gevechtsleidingsradars.
Het profiel van het toetsingsvolume is weergegeven in Figuur 1. Er dient getoetst te worden indien de tip van de wiek hoger is dan de rode lijn. Bouwplannen die verder verwijderd zijn dan 75 km kunnen zondermeer geplaatst worden.



Figuur 1. Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals gehanteerd door het Ministerie van Defensie rondom elk van de militaire radarsystemen.

De gevechtsleidingsradars zullen binnenkort worden vervangen, waarbij de radarlocatie Nieuw Milligen wordt verplaatst naar Herwijnen. Deze nieuwe locatie is per 1 juli 2016 in de Rarro opgenomen en is dan ook meegenomen in deze toetsing. Begin 2017 is de nieuwe Terminal Approach Radar, TAR West bij Schiphol operationeel geworden en is deze radar opgenomen in het MASS verkeersleidingsradarnetwerk. Omdat het geen militaire radar is, geldt er rond deze radar geen toetsingsprofiel zoals weergegeven in Figuur 1. De toetsingsplicht voor windturbines rond deze radar zijn vastgelegd in het Luchtvaart Inpassingsbesluit (LIB) van Schiphol. Binnenkort zal het verkeersleidingsradar-netwerk verder uitgebreid worden met een extra MASS radar op het Marinevliegkamp De Kooy bij Den Helder. Deze militaire radar zal in de loop van 2018 opgenomen worden in de Rarro, maar zal nu al worden meegenomen in de berekeningen. De locatiegegevens van de verkeersleidingsradarsystemen en de gevechtsleidingsradars worden weergegeven in Tabel 2. In deze tabel zijn zowel de antennehoogtes aangegeven die aangehouden worden voor de bepaling van het toetsingsprofiel als ook de feitelijke antennehoogtes van de primaire radarantenne, toegepast in de detectiekansberekeningen.

Tabel 2 Locatiegegevens van de zes MASS radars, de TAR West en de gevechtsleidings-radars te Nieuw Milligen en Wier, de aangehouden antennehoogte voor het toetsingsprofiel en de toepaste feitelijke hoogte van de primaire radarantenne. De gevechtsleidingsradars zullen binnenkort worden vervangen, waarbij de radarpositie Nieuw Milligen wordt verplaatst naar Herwijnen.

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte toetsingsprofiel t.o.v. NAP	Feitelijke antennehoogte t.o.v. NAP
	X [m]	Y [m]	[m]	[m]
Leeuwarden	179139	582794	30	27.3
Twenthe	258306	477021	71	68.8
Soesterberg	147393	460816	63	60.2
Volkel	176525	407965	49	46.9
Woensdrecht	083081	385868	48	45.2
De Kooy	113911	548781	n.v.t.*	25.0
TAR West Schiphol	109603	482283	n.v.t.*	34.0
Nieuw Milligen (MPR)	179258	471774	53	Gerubriceerd**
Wier (SMART-L)	170562	585710	24	Gerubriceerd**
Herwijnen (SMART-L)	137106	427741	25	Gerubriceerd**

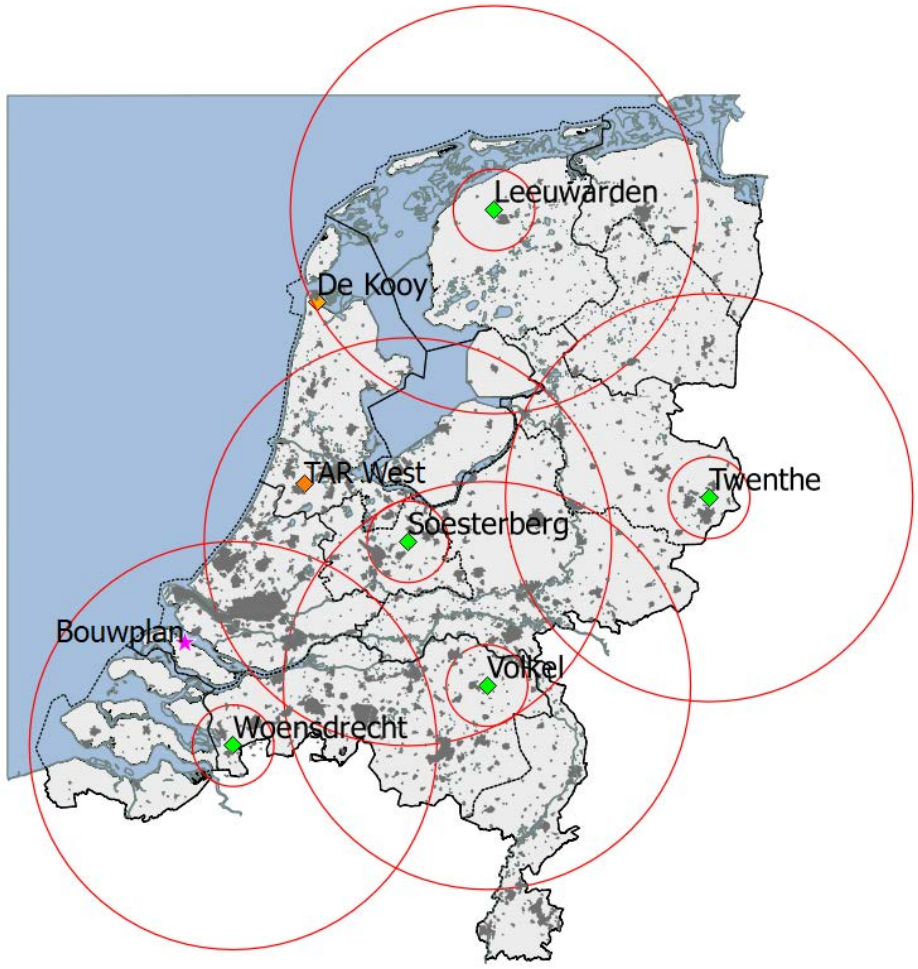
* *Deze radars zijn niet opgenomen in de Rarro en hebben dus geen toetsingsprofiel*

** *Deze gegevens zijn bekend bij defensie*

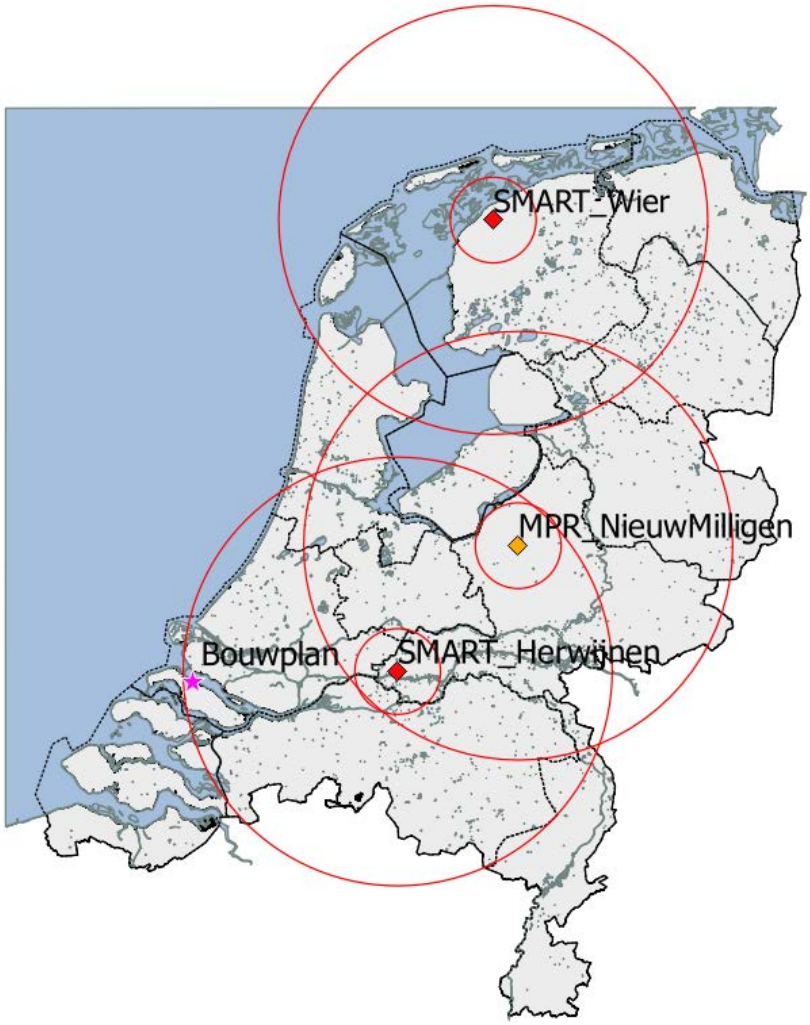
Variaties in de hoogte van het terrein worden bepaald uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN-2) en AHN3 voor alleen Friesland, Zeeland en delen van Zuid Holland. In dit bestand bevindt zich bebouwing zoals aanwezig tijdens de opnames tussen 2007 en 2012 voor AHN2 en 2014 voor AHN3. Naast dit hoogtebestand met bebouwing hanteert TNO eveneens een bestand voor het maaiveld bepaald met alleen het AHN2 bestand. Beide bestanden bezitten een ruimtelijke resolutie van 10 m. Buiten Nederland gebruikt TNO terreinhoogtegegevens afkomstig van de NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM1) met een resolutie van 1 boogseconde (ongeveer 30 m langs een meridiaan). Het kan voorkomen dat een deel van het bouwplan wordt

afgeschermd door het tussenliggende terrein of door bebouwing en dus niet wordt belicht door de radar. In dat geval wordt dit deel van het bouwplan niet meegenomen in de berekening.

De 15 en 75 km cirkels rond de MASS radarsystemen en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergeven in Figuur 2. De 15 en 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradars en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergeven in Figuur 3.



Figuur 2. Locaties van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen (groene ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De TAR West radar bij Schiphol en de extra MASS radar bij De Kooy zijn aangegeven met een oranje ruit. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

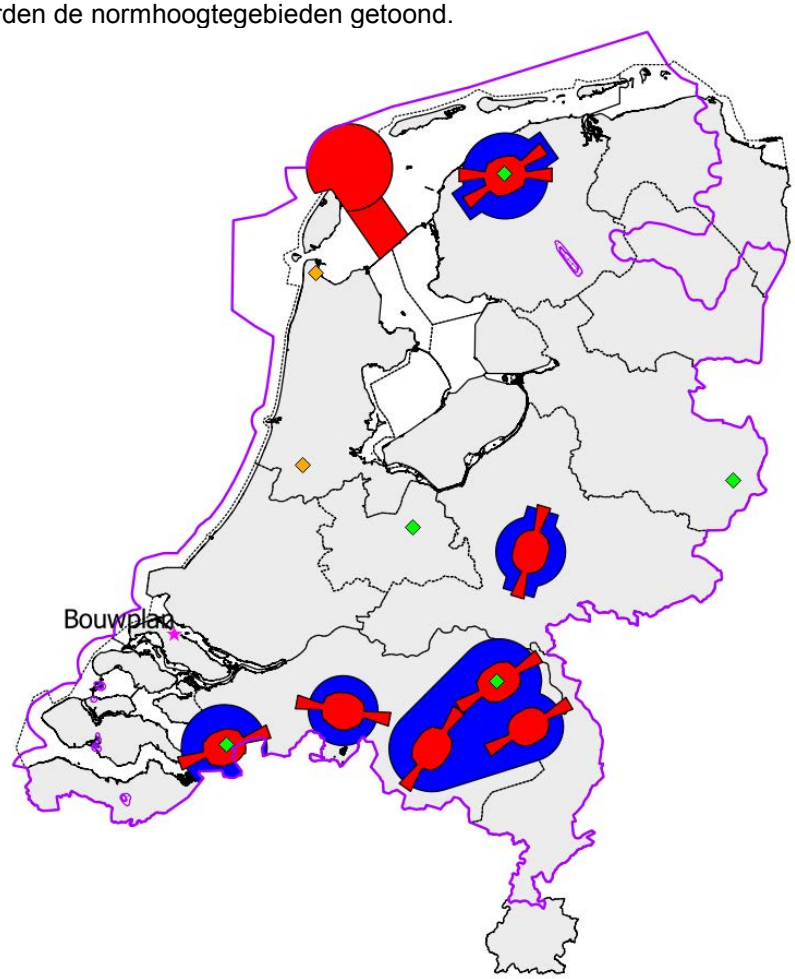


Figuur 3. Locaties van de nieuwe SMART-L EWC GB gevechtsleidingsradars (rode ruit) en de bestaande MPR (oranje ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

Het bouwplan ligt binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar van Woensdrecht en binnen de 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradar van Herwijnen. Daarnaast zijn de tiphoogtes van alle te toetsen windturbines groter dan de in Figuur 1 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden voor zowel het verkeersleidingsradarnetwerk als de gevechtsleidingsradar Herwijnen.

2 Rekenmethode primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Het radarsimulatiemodel PERSEUS berekent voor elk radarsysteem de detectiekans van een doel met een radardoorsnede van 2 m^2, fluctuatiestatistiek Swerling case 1, en loos alarmkans 1×10^{-6}. Afhankelijk van de locatie van het bouwplan moet de detectiekans geëvalueerd worden op een normhoogte van 300, 500 of 1000 voet ten opzichte van het maaiveld. Indien op 1000 voet geëvalueerd wordt, zal middeling van detectiekansen binnen een cirkel met een straal van 500 m toegepast worden. De 300 en 500 voet normhoogtes liggen over het algemeen rond de verschillende militaire vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn. In Figuur 4 worden de normhoogtegebieden getoond.



Figuur 4. De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de ligging van de thans gehanteerde 2018 normhoogtes op 300 voet (rood) en 500 voet (blauw). Op 1000 voet (paars) dient het verkeersleidingsradarnetwerk, op enkele uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangeven van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit een vijftal bestaande MASS radarsystemen en in oranje de TAR West radar te Schiphol en de extra MASS radar bij De Kooy te Den Helder.

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet.

De detectiekans van de zes MASS radarsystemen te Leeuwarden, Twenthe, Soesterberg, Volkel, Woensdrecht en de extra MASS bij De Kooy, aangevuld met de TAR West van Schiphol is conform de met Defensie overeengekomen rekenmethode gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij de radars elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de detectie van radardoelen. Daarbij wordt rekening gehouden met de upgrade van de MASS primaire radar en het Wind Farm Filter (WFF) in de TAR West radar, zoals TNO die op dit moment in PERSEUS gemodelleerd heeft.
Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in het begin van januari 2018, door Windstats.nl. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde: fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter.
Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van het bouwplan veroorzaakt door reflecties van het bouwplan en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

3 Gegevens windturbines

Voor de bepaling van de effecten op de radars is de *worst-case* windturbine uit de 3 MW klasse genomen. TNO heeft deze windturbine met worst-case afmetingen gedefinieerd uit de reeks turbines die TNO thans in haar bestand heeft op basis van het opgewekt vermogen tussen de 2.5 en 3.4 MW en de door de opdrachtgever opgegeven ashoogte van 100 m en rotordiameter van 117 m.
Bij toepassing van een specifieke windturbine met realistische afmetingen uit een zelfde of lagere vermogensklasse en waarbij de maximaal getoetste ashoogte en rotordiameter niet wordt overgeschreden, zullen de berekende effecten op de radars geringer zijn.
De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de 'hub' tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wiek is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wiek wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wiek.

In *Tabel 3* is de maatvoering weergeven van de te toetsen windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering.

Tabel 3 De afmetingen van de 3 MW worst-case windturbine met een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 117 m.

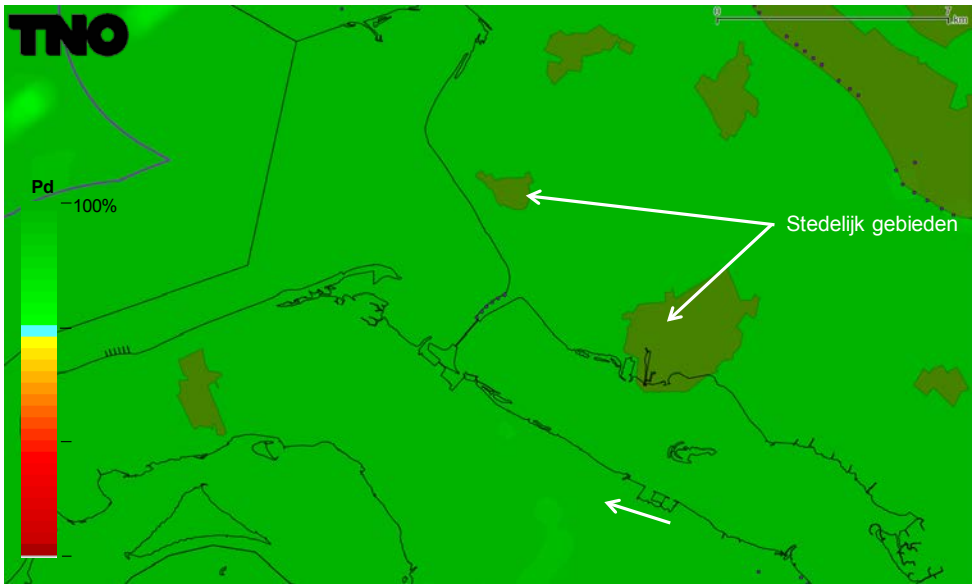
Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte*	100.0
Tiphoogte*	158.5
Breedte gondel	4.4
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.4
Diameter mast onder	7.1
Diameter mast boven	4.4
Lengte mast	96.8
Lengte wiek*	58.5
Breedte wiek	3.8

* Deze gegevens zijn gebaseerd op afmetingen opgegeven door de opdrachtgever

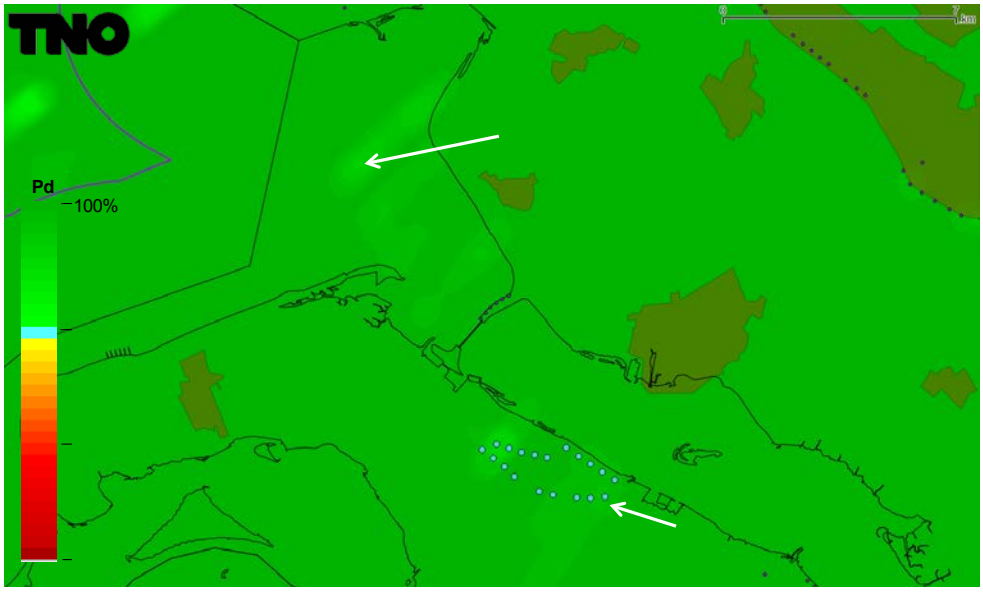
4 Berekeningen radardetectiekans diagrammen primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Detectiekans in de directe nabijheid van het bouwplan

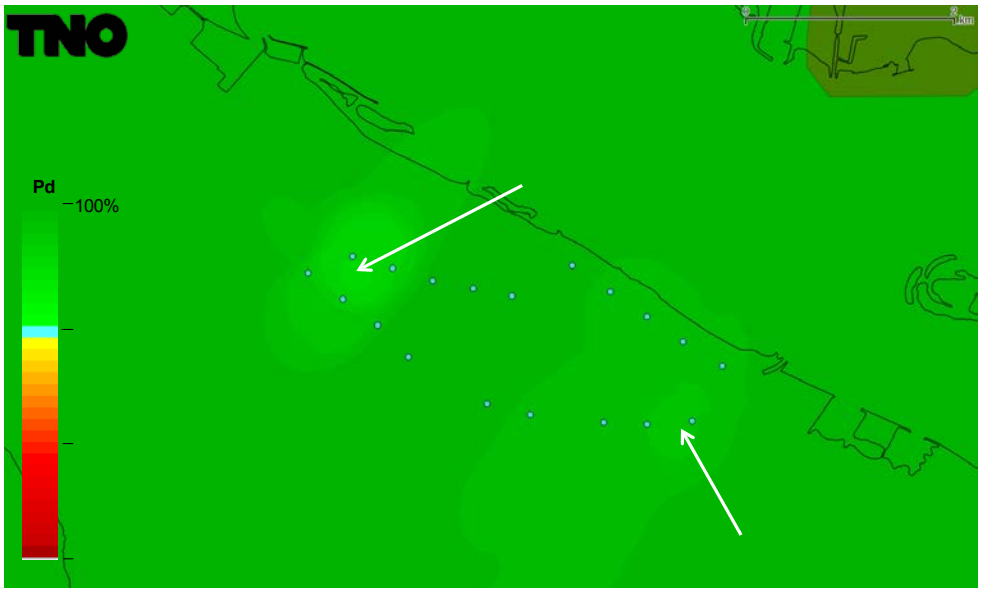
In Figuur 5 wordt de detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 6 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 7 is het gebied vergroot weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied is de kleinst berekende radardetectiekans ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan 95%. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2018 norm.



Figuur 5 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).



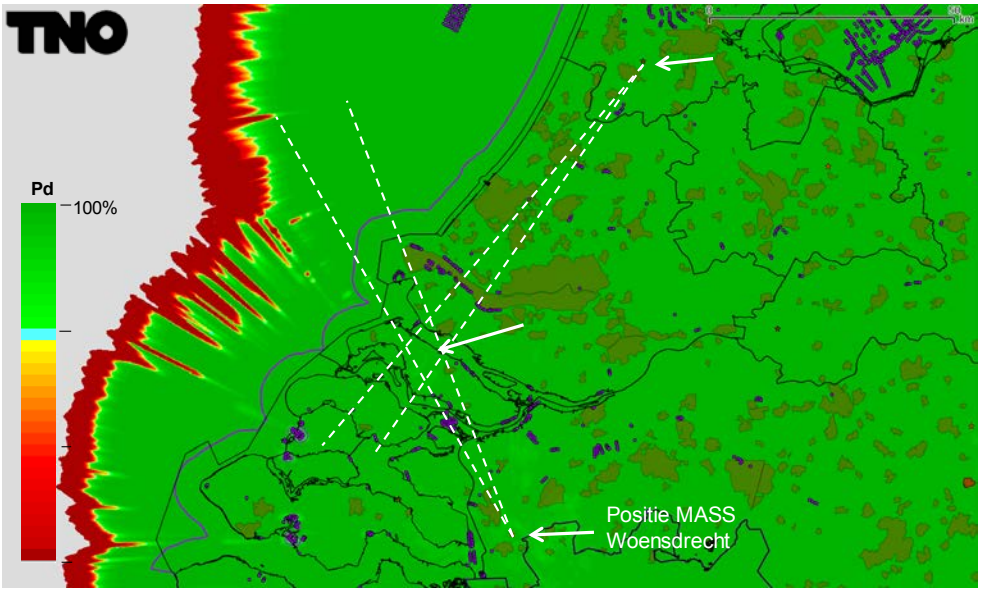
Figuur 6 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locatie van de nieuwe windturbines is aangegeven met blauwe stippen.



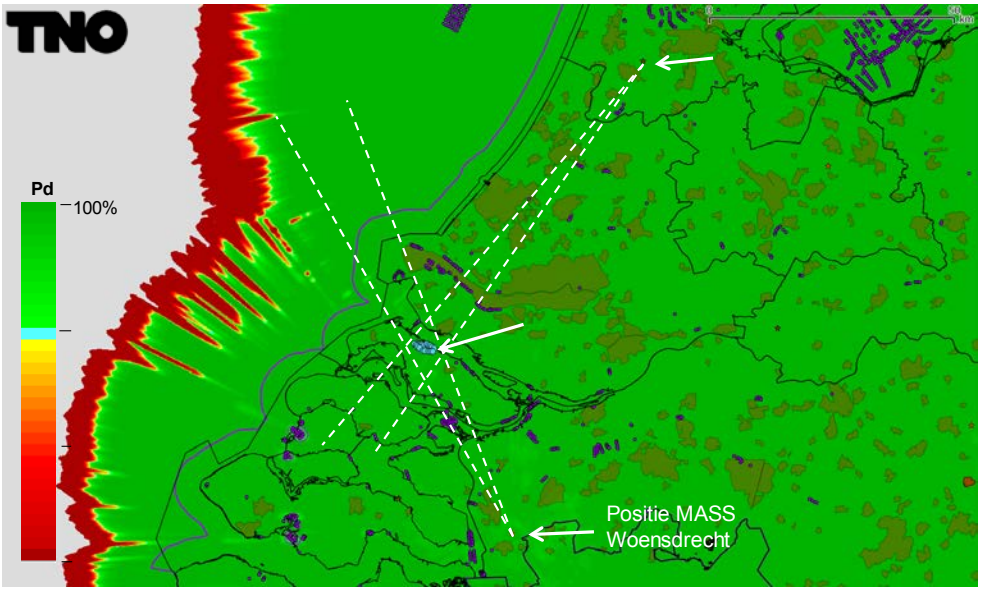
Figuur 7 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 6 groter weergegeven.

Detectiekans in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 8 is de detectiekans op 1000 voet van het primaire verkeersleidings-radarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de MASS positie van Woensdrecht en de TAR West te Schiphol, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 9 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat de aangegeven radars elkaar volledig ondersteunen in de schaduwgebieden achter het bouwplan waar een verlies aan radardekking kan optreden. Er is dan ook geen verlies aan maximum bereik waarneembaar.
Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2018 norm.



Figuur 8 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.



Figuur 9 *Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.*

5 Rekenmethode gevechtsleidingsradar Herwijnen

Een vergelijkbare methodiek als bij de verkeersleidingsradars is toegepast bij de gevechtsleidingsradars. De bestaande MPR radars hebben hun maximale levensduur bereikt en zullen worden vervangen door de nieuwe SMART-L EWC GB radar. Deze vervanging vindt plaatst voor de locatie Wier, maar niet voor de locatie Nieuw Milligen. De tweede SMART-L zal worden geplaatst op de locatie Herwijnen, waarna de radarlocatie Nieuw Milligen komt te vervallen. Per 1 januari 2018 past TNO voor de locatie Wier en Herwijnen het nieuwe rekenmodel toe voor de SMART-L EWC GB, zoals deze tot nu toe bekend is bij TNO. Ook de bestaande radar locatie te Nieuw Milligen blijft tot nader orde toetsingsplichtig.
Voor de drie militaire gevechtsleidingsradars Herwijnen, Nieuw Milligen en Wier wordt één toetsingshoogte van 1000 voet aangehouden. Daarnaast wordt geen rekening gehouden met een eventuele ondersteunende dekking van elkaar, iedere radar dient dus afzonderlijk een goede dekking te hebben.
Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in begin januari 2018 door Windstats.nl. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter.
Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van het bouwplan veroorzaakt door reflecties van het bouwplan en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

<u>Conclusies over de detectiekans van de nieuwe gevechtsleidingsradar te Herwijnen ten gevolge van het bouwplan</u>

De resultaten van deze berekeningen kunnen niet worden overhandigd omdat deze gerubriceerd zijn.

Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht, de conclusie van deze berekeningen is als volgt:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
   De detectiekans is na realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2018 norm gebleven.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   Het maximum bereik van de radar op deze hoogte in de sector waarin schaduwwerking optreedt, blijft na realisatie van het bouwplan binnen de thans gehanteerde 2018 norm.

6 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
CTR	Controlled Traffic Region
EWC GB	Early Warning Capability Ground Based
LIB	Luchtvaart Inpassingsbesluit
MASS	Military Approach Surveillance System
MPR	Medium Power Radar
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
Rarro	Regeling algemene regels ruimtelijke ordening
RDS	Rijksdriehoekstelsel
SMART-L	Signaal Multibeam Acquisition Radar for Tracking, L band
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TAR	Terminal Approach Radar
WFF	Wind Farm Filter

BIJLAGE 12



716050
14 december 2017

PRODUCTIEBEREKENING WINDPARK KRONINGSWIND

Kroningswind B.V.

Definitief

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Productieberekening Windpark Kroningswind
Soort document	Definitief
Datum	14 december 2017
Projectnummer	716050
Opdrachtgever	Kroningswind B.V.
Auteur	Haydar Hussin, Pondera Consult
Vrijgave	Paul Janssen, Pondera Consult

Disclaimer

- In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking was.

- Pondera adviseert altijd om de windmetingen ter plekke uit te voeren, om zo de grootste zorgvuldigheid en kleinste onduidelijkheid in de berekeningen te garanderen. Wanneer dergelijke gegevens niet beschikbaar zijn, baseert Pondera haar gebruikte gegevens van het lokale windklimaat op de best beschikbare windsnelheidsgegevens en/of een schatting daarvan. De beschikbaarheid en kwaliteit van deze gegevens heeft directe consequenties voor de kwaliteit en onzekerheden van het onderzoek. Pondera is niet verantwoordelijk voor verlies of schade die wordt geleden door opdrachtgever en/of derden.

- Het document is opgesteld met de intentie dat deze alleen wordt gebruikt door de opdrachtgever. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie in andere projecten zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van het document. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van de uitkomsten en resultaten in de analyses blijft bij de opdrachtgever.

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding en uitgangspunten	2
1.1	Inleiding	2
1.2	Beschrijving locatie	3
1.3	Windparkopstelling	3
1.4	Gegevens referentieturbines Windpark Kroningswind	8
2	Methodiek	10
2.1	Opstellen opbrengstmodel	10
2.2	Bepaling windklimaat	10
2.3	Berekening energieproductie	11
3	Windklimaat	12
4	Productie	15
4.1	Verliezen	15
4.2	Resultaat	17
5	Voorkeurs alternatief (VKA)	19
5.1	Windparkopstelling	19
5.2	Productie en verliezen	20
5.3	Resultaten	21
6	Bespreking	24

Bijlage 1 Invoer en resultaten model productieberekeningen

Bijlage 2 Invoer en resultaten model verliezen

1 INLEIDING EN UITGANGSPUNTEN

1.1 Inleiding

In opdracht van Kroningswind B.V. is een productieberekening uitgevoerd voor een op te richten windpark in de gemeente Goeree-Overflakkee in de provincie Zuid-Holland. Het windpark wordt aangeduid met de naam “Windpark Kroningswind” (WP Kroningswind).

In het kader van de milieueffectrapportage (m.e.r.) en de ruimtelijke procedure is gevraagd het windaanbod te bepalen en modelberekeningen te maken voor de jaarlijkse productie en verliezen van Windpark Kroningswind. De berekeningen worden uitgevoerd voor zes alternatieven die toegelicht zijn in Tabel 1.1. Deze berekeningen dienen ter onderlinge vergelijking van de alternatieven in het MER.

Tabel 1.1 Alternatieven voor Windpark Kroningswind

Alternatief	Aantal turbines	Geïnstalleerd vermogen (MW)	Ashoogte [m]	Rotordiameter [m]	Referentieturbine
A1	14	63,0	132,0	136 m	Lagerwey L136-4.5MW
A2	18	54,0	91,5	117 m	Nordex N117/3000
B1	13	58,5	132,0	136 m	Lagerwey L136-4.5MW
B2	18	54,0	91,5	117 m	Nordex N117/3000
C1	20	90,0	132,0	136 m	Lagerwey L136-4.5MW
C2	26	78,0	91,5	117 m	Nordex N117/3000

Op basis van de analyses van de boven genoemde alternatieven is op grond van verschillende afwegingen een voorkeursalternatief (VKA) gekozen. Voor deze VKA is voor Windpark Kroningswind ook de jaarlijkse productie en verliezen berekend. De VKA wordt toegelicht in Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Voorkeursalternatief (VKA) voor Windpark Kroningswind

Alternatief	Aantal turbines	Geïnstalleerd vermogen (MW)	Ashoogte [m]	Rotordiameter [m]	Referentieturbine
VKA	19	57	91,5	117	Nordex N117/3000

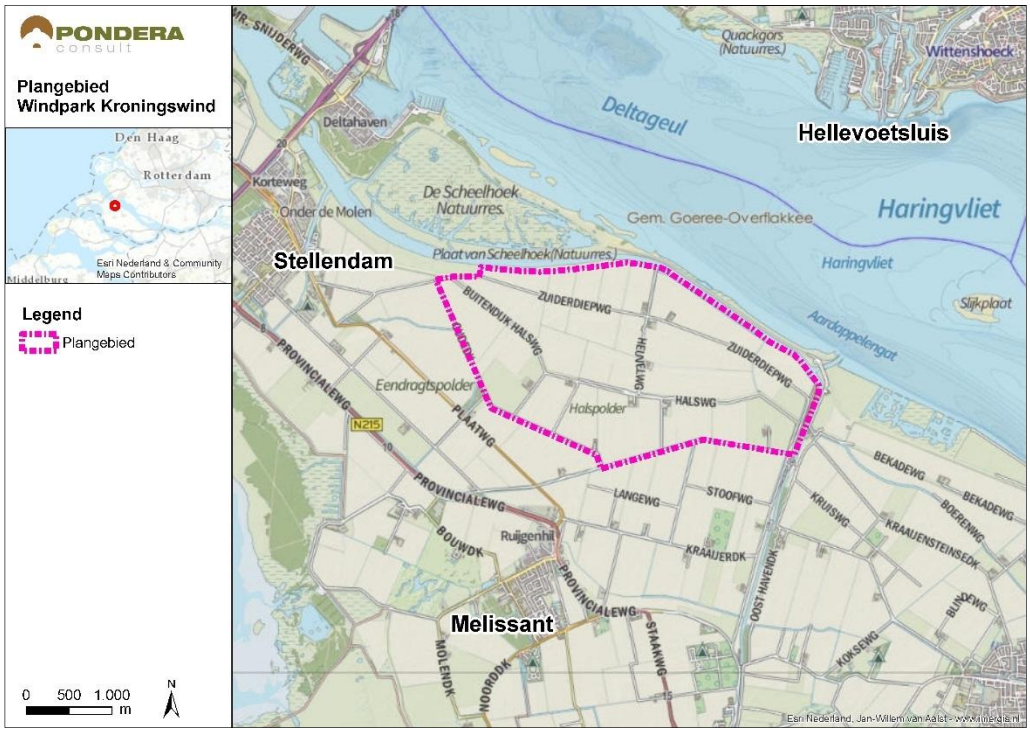
Een windturbine ‘vangt’ wind om de rotor te laten draaien en hiermee elektriciteit op te wekken. Hoeveel elektriciteit wordt opgewekt, is afhankelijk van factoren als windturbinetype, locatie, plaatselijke windklimaat, windturbineopstelling en mitigerende maatregelen. Deze studie beoogt de invloed van deze factoren te kwantificeren. Bij de verliezen zijn eveneens mitigerende maatregelen meegenomen als gevolg van overschrijding van de normen voor geluid en slagschaduw, zoals berekend in het rapport ‘Onderzoek Akoestiek en Slagschaduw Windpark Kroningswind’.

Voor de productieberekeningen is gebruik gemaakt van de rekenmodellen WindPRO® versie 3.1.617 en WAsP® versie 11.2. In WindPRO® is een model van de locatie opgesteld, bestaande uit een topografische kaart van de locatie en de omgeving, de windturbinelocaties, de hoogtelijnen, de ruwheidskartering en de obstakels. WAsP® wordt gebruikt als berekeningspakket om het windklimaat (verdeling en richting) om te rekenen naar de locatie op ashoogte.

1.2 Beschrijving locatie

Windpark Kroningswind zal worden gerealiseerd op het eiland Goeree-Overflakkee, aan de noordzijde van het eiland ten noorden van het dorp Melissant en tussen de woonkernen Stellendam en Middelharnis (Figuur 1.1)Dichtbijgelegen dorpen zijn zoals hierboven genoemd Stellendam (circa 1,6 km ten westen van het plangebied), Melissant (circa 1,2 km ten zuiden) en Middelharnis (circa 4 km ten zuidoosten). De nabije omgeving van de locatie bestaat voornamelijk uit polderlandschap met landbouwgebied met daarin veelal verspreide woningen. Aan de noordwestelijke zijde van het plangebied bevindt zich het natuurreservaat De Scheelhoek.

Figuur 1.1 Locatie Windpark Kroningswind



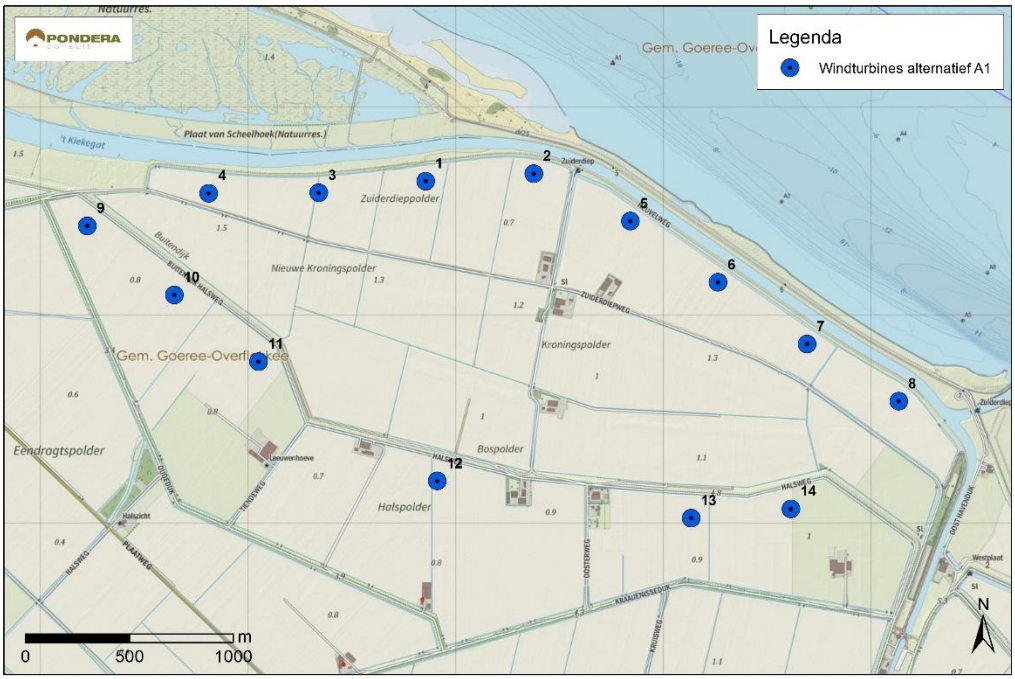
1.3 Windparkopstelling

De RD-coördinaten van de zes alternatieve windturbineopstellingen zijn aangegeven in Tabel 1.3. In figuren 1.2 tot en met 1.7 zijn de alternatieven in kaart gebracht.

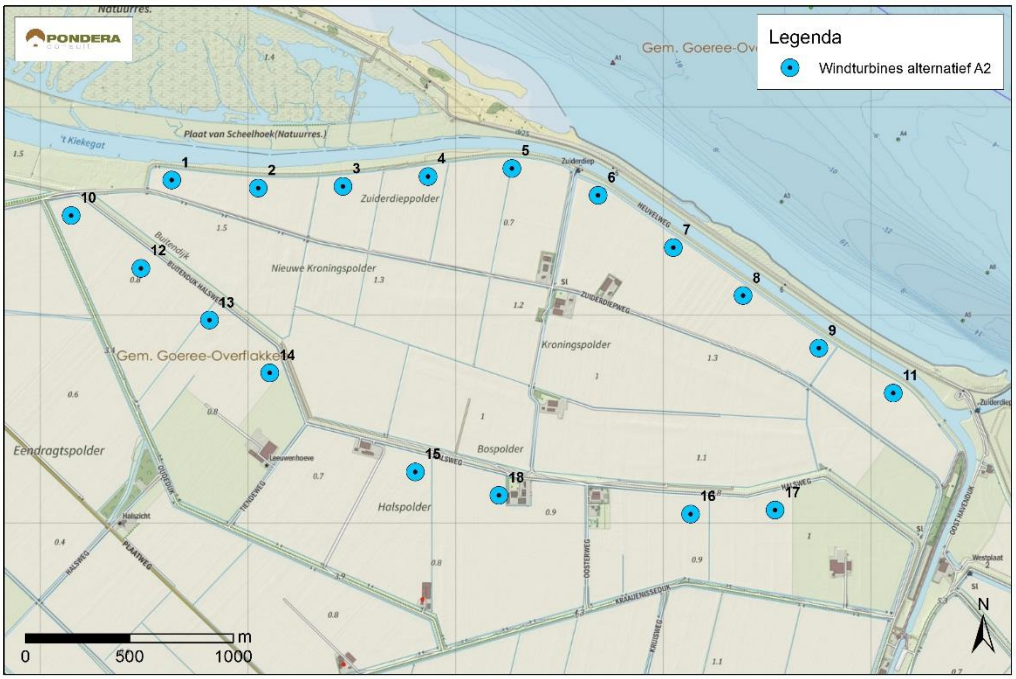
Tabel 1.3 RD-coördinaten windturbines van de zes alternatieven van Windpark Kroningswind

	A1		A2		B1		B2		C1		C2	
Turbine nr.	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
1	64856	424644	63634	424649	64020	424523	63738	424593	64838	424647	63804	423994
2	65376	424680	64050	424611	64524	424389	64123	424476	65359	424682	64284	423989
3	64342	424588	64458	424619	65036	424289	64518	424374	64325	424595	64698	423850
4	63812	424586	64868	424666	66084	424002	64931	424294	63809	424615	65104	423713
5	65841	424452	65271	424705	66573	423808	66059	423999	65828	424461	65936	423505
6	66264	424158	65686	424576	67005	423523	66448	423853	66264	424158	66359	423482
7	66692	423861	66048	424325	63456	423833	66789	423659	66674	423873	63337	424036
8	67134	423586	66384	424094	63240	424301	63330	424024	67116	423600	63496	423659
9	63228	424429	66749	423841	63670	423364	67120	423423	63328	424004	63169	424416
10	63647	424097	63149	424479	64281	422900	63505	423656	63900	423920	64154	422948
11	64052	423777	67107	423625	65316	422559	63721	423302	64447	423933	64530	422772
12	64912	423203	63485	424225	65983	422751	64167	422948	64953	423765	63713	423307
13	66134	423024	63815	423976	66488	422750	64533	422780	66040	423502	65170	422540
14	66615	423069	64106	423722	-	-	65168	422543	66556	423473	65562	422626
15	-	-	64806	423247	-	-	65575	422622	63553	423512	66027	422754
16	-	-	66131	423044	-	-	65969	422734	63833	423072	66440	422729
17	-	-	66538	423063	-	-	66369	422767	64354	422864	63738	424593
18	-	-	65209	423134	-	-	63162	424403	65336	422565	64123	424476
19	-	-	-	-	-	-	-	-	65980	422742	64518	424374
20	-	-	-	-	-	-	-	-	66491	422719	64931	424294
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65686	424576
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66054	424321
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66402	424081
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66749	423841
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67125	423612
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66753	423343

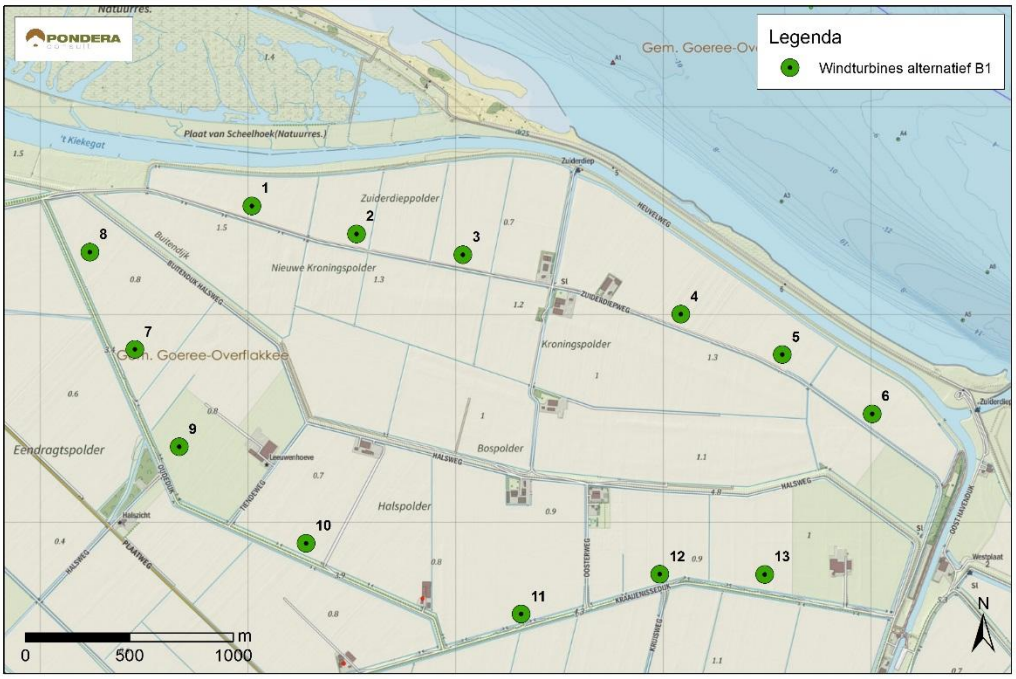
Figuur 1.2 Windpark Kroningswind windturbine opstelling van alternatief A1



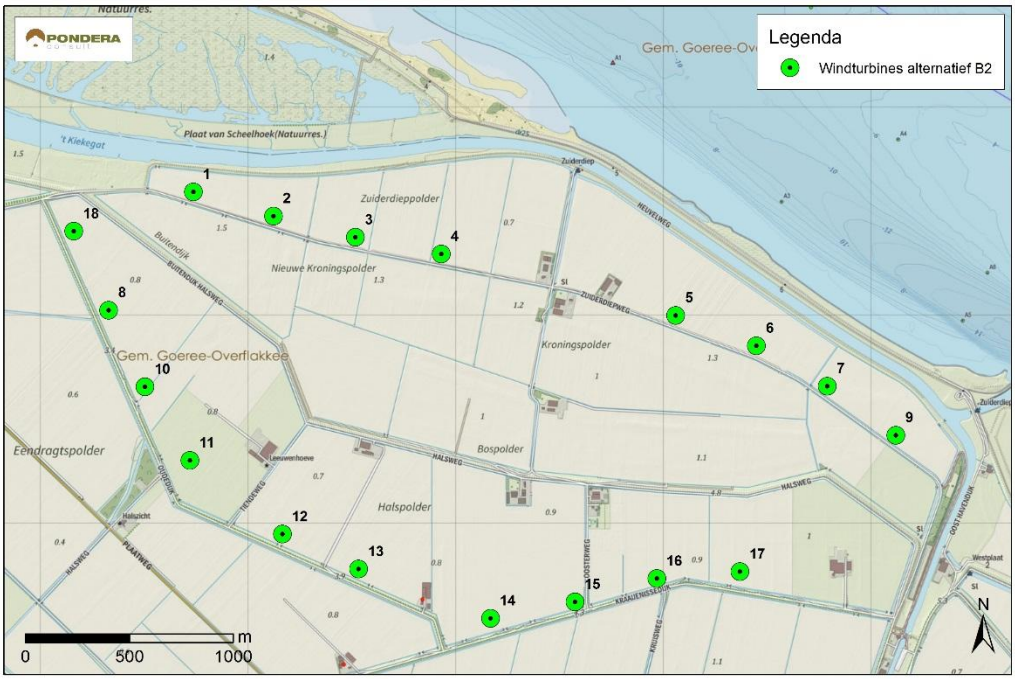
Figuur 1.3 Windpark Kroningswind windturbine opstelling van alternatief A2



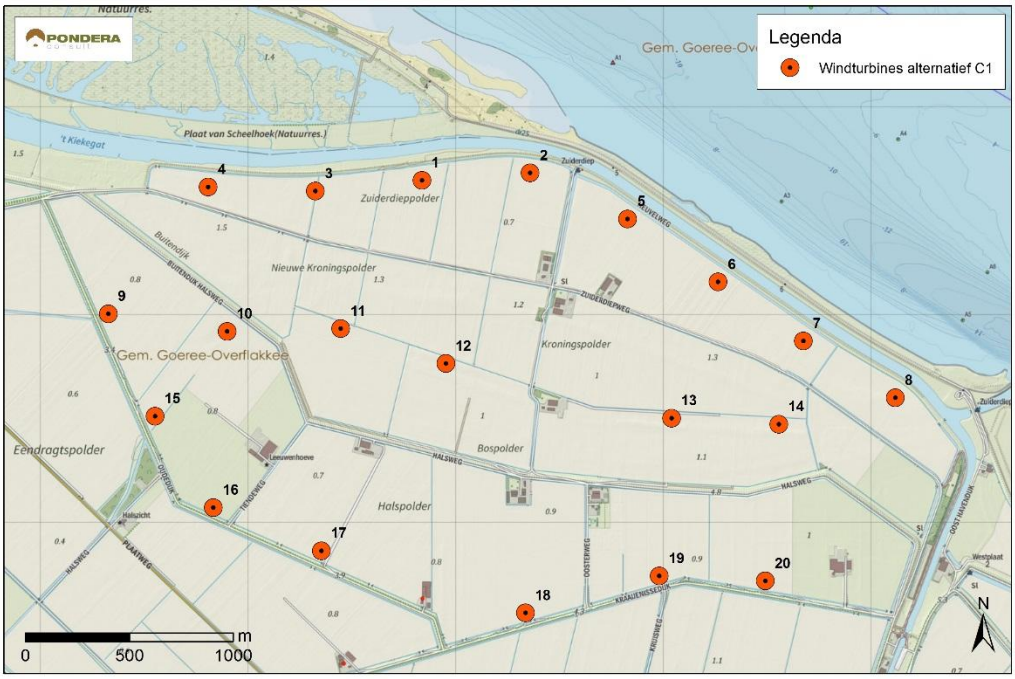
Figuur 1.4 Windpark Kroningswind windturbine opstelling van alternatief B1



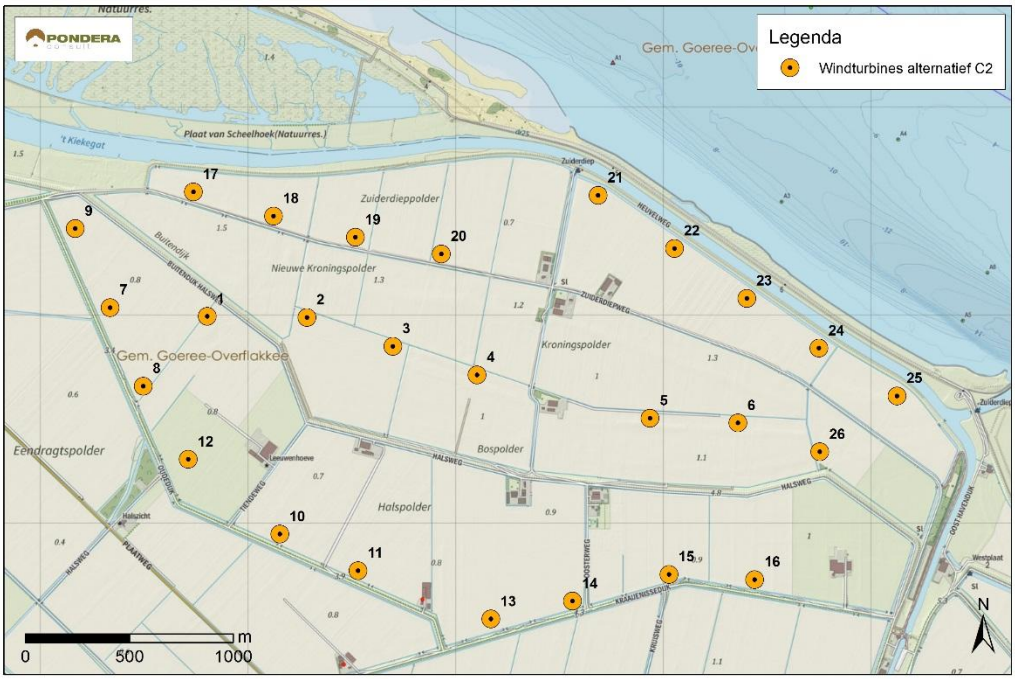
Figuur 1.5 Windpark Kroningswind windturbine opstelling van alternatief B2



Figuur 1.6 Windpark Kroningswind windturbine opstelling van alternatief C1



Figuur 1.7 Windpark Kroningswind windturbine opstelling van alternatief C2



1.4 Gegevens referentie turbines Windpark Kroningswind

De invloeden van het windturbine-ontwerp op de energieopbrengst komen tot uiting in de power (P-V) en thrust coëfficiënt (C_T) curves. Dit rapport maakt gebruik van gecertificeerde power en thrust coëfficiënt curves van de Lagerwey L136-4.5MW en de Nordex N117/3000-3.0MW. De power en thrust coëfficiënt curves zijn beschikbaar in Bijlage 1.

1.4.1 Lagerwey L136-4.5MW



De Lagerwey L136-4.5 MW heeft een rotordiameter van 136 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 6,5 en 11,1 tpm. Het nominale generatorvermogen is 4.500 kW. De windturbine wordt hier geplaatst op een conische stalen buismast waardoor de rotoras circa 130 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor is circa 198 m hoog. De windturbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 2 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de windturbine gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 3,2 m, aan de tip zijn de bladen circa 0,9 m breed.

1.4.2 Nordex N 117/3000 – 3MW



De Nordex N117/3000 heeft een rotordiameter van 117 m met drie rotorbladen. Het nominale elektrische vermogen is 3.000 kW. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 8,0 en 14,1 tpm. De windturbines worden hier geplaatst op conische stalen buismasten waardoor de rotoras circa 91,5 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 150 m hoog. De windturbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De kleur van de rotorbladen en de mast is lichtgrijs. De rotorbladen zijn semi-mat.

2 METHODIEK

Voor de bepaling van energieproductie uit wind is informatie benodigd ten behoeve van de bepaling van de opbrengst en de verliezen. Deze data wordt in WindPRO® verwekt in een energieopbrengstmodel. De energieopbrengst wordt bepaald via een viertal stappen in een lineair proces.

2.1 Opstell en opbrengst model

De windsnelheidsverdeling en windrichtingverdeling van een windklimaat zijn locatie specifiek. Hierdoor dient de omgeving gemodelleerd te worden op basis van een aantal factoren. Het geografisch model wordt opgesteld met WindPRO®. De omgevingsfactoren die bij productieberekeningen een rol spelen, zijn:

Terreinhoogte

Het hoogteverschil tussen de windturbinelocatie en de omgeving heeft invloed op de windsnelheid. Hiervoor is SRTM online 1-arc data (Shuttle Radar Topography Mission) gebruikt met een grensgebied van 40 x 40 km.

Terreinruwheid

Hoe dichter bij het aardoppervlak, hoe meer de wind afremt ten gevolge van de wrijving met het aardoppervlak. De mate van wrijving hangt af van ruwheid van het aardoppervlak en wordt uitgedrukt in ruwheidslengte. De ruwheidskaart van de Corine Land Cover 2006 online dataset is gebruikt met een grensgebied van 60 x 60 km.

Obstakels

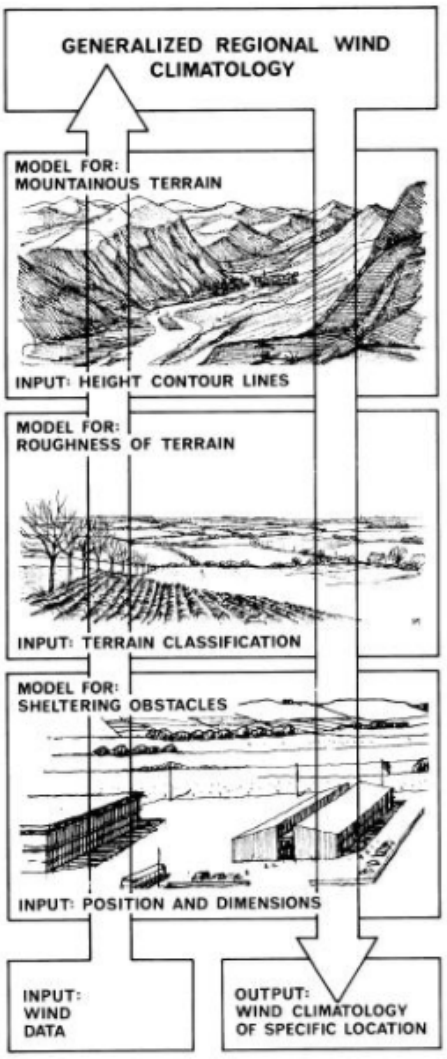
Objecten, zoals hoge gebouwen en bomenrijen, zorgen voor afvang en turbulentie van wind. Er zijn binnen een straal van 2 km in totaal 38 obstakels meegenomen als gebouwstructuren, boomgroepen en boomrijen in de omgeving van de windturbine. Als vuistregel worden obstakels meegenomen als deze groter zijn dan een kwart van de tiplaagte.

2.2 Bepaling windklimaat

Het windklimaat beschrijft de verdeling van windsnelheden en windrichtingen ter plaatse van de windturbine. De bepaling van het windklimaat vindt plaats aan de hand van de windatlasmethode: actuele, locatie specifieke windgegevens van beschikbaar gestelde meetgegevens van meetstation(s) in de nabije omgeving worden getransformeerd tot een generalistisch windklimaat dat vrij is van omgevingsafhankelijke factoren die in paragraaf 2.1 zijn opgesomd. Dit wordt ook wel de ‘vrije wind’ genoemd. De bepaalde vrije wind wordt horizontaal en verticaal geëxtrapoleerd naar de locatie van de windturbine, waardoor het lokale windklimaat wordt bepaald met inbegrip van locatie specifieke factoren. Deze analyse wordt uitgevoerd met behulp van WAsP®. Een schematische representatie van de windatlasmethode is weergegeven in Figuur 2.1.

Hoofdstuk 3 beschrijft de totstandkoming van het in dit onderzoek gehanteerde windklimaat.

Figuur 2.1 Windatlasmethode



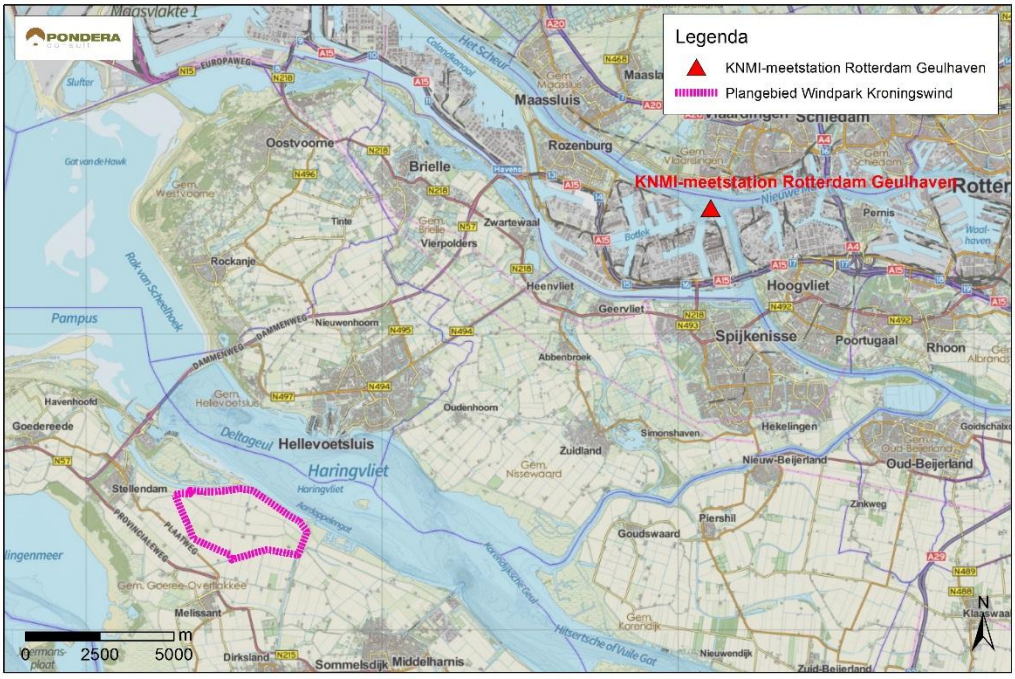
2.3 Berekening energieproductie

In het geografische model wordt de referentieturbines geplaatst die in paragraaf 1.2 is beschreven. WindPRO berekent de verwachte jaarlijkse energieproductie. De bruto energieproductie wordt bepaald aan de hand van de windsnelheidsverdeling per windrichting gekarakteriseerd door de Weibullverdeling, de schaalfactor (A) en de vormfactor (k). De bruto energieproductie van de windturbines wordt verkregen door de energieopbrengst te corrigeren met omgeving specifieke verliezen (zoals hoogteverschillen en obstakels) en het wake-effect. Het wake-effect is het productieverlies van de ene windturbine als gevolg van de windafvang van een andere windturbine. Er kunnen wake-effecten ontstaan tussen windturbines van hetzelfde windpark, maar ook met nabijgelegen windturbines die reeds bestaan of die zich in de planfase bevinden. De netto energieproductie (P-50) wordt dan bepaald door alle andere mogelijke productieverliezen mee te nemen in de berekening.

3 WINDKLIMAAT

Het lokale windklimaat is gebaseerd op windmetingen van het KNMI-meetstation Rotterdam Geulhaven op een afstand van 18 km ten noordoosten van het te realiseren windpark (Figuur 3.1). De gebruikte langjarige windmetingen van het KNMI-meetstation hebben een tijdsduur van 25,5 jaar en gemeten van 1 november 1991 tot en met 31 mei 2017 op 10 m boven maaiveld in tijdstappen van 1 uur. De gemiddelde windsnelheid in Eelde voor de 25,5 jarig periode is berekend op 5,4 m/s.

Figuur 3.1 Locatie van het KNMI-meetstation gebruikt in het windklimaatbepaling

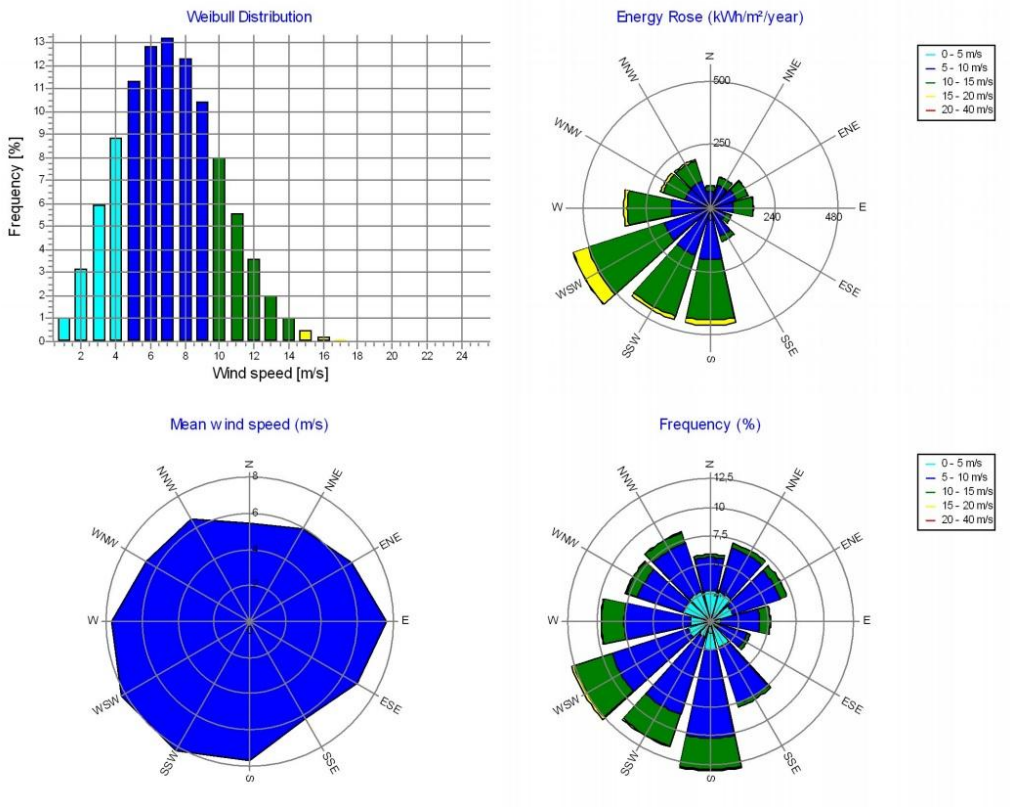


Op basis van de verschillende invoerparameters is het lokale langjarig windklimaat op de windparklocaties berekend. Het langjarig gemiddelde windklimaat op windparklocatie is verder gecorrigeerd op basis van de gemiddelde windsnelheid volgens de RVO SDE+ Windviewer met een correctiefactor van 0,88. Het windklimaat wordt bepaald door een windsnelheidsverdeling die gekarakteriseerd wordt door een Weibullverdeling met een schaalfactor (A) en een vormfactor (k). De gemiddelde windsnelheid op windparklocatie op 91,5 meter ashoogte is berekend op 7,2 m/s met de Weibull-parameters A=8,1 m/s en k=2,7. De gemiddelde windsnelheid op windparklocatie op 132 m ashoogte is berekend op 7,9 m/s met de Weibull-parameters A=8,9 m/s en k=2,6. De gemiddelde windsnelheid op 91,5 en 132 m ashoogte is volgens RVO Windviewer respectievelijk geschat op 7,39 en 8,01 m/s. De heersende windvermogensdichtheid en windrichting op locatie is afkomstig van de sector west-zuid-west (WZW). De hoogste gemiddelde windsnelheid wordt verkregen vanuit west-zuid-west (WZW) en zuid-zuid-west (ZZW). In Figuur 3.1 en Figuur 3.2 is het berekende windklimaat op een hoogte van 91,5 m gegeven. In Tabel 3.2 en Figuur 3.3 is het berekende windklimaat op een hoogte van 132 m gegeven.

Tabel 3.1 Berekend windklimaat Windpark Kroningswind op 91,5 m; cijfermatig

Windsector		v [m/s]	A [m/s]	k [-]	Frequentie [%]
0	N	5,5	6,2	2,3	5,9
1	NNO	6,0	6,7	2,6	7,1
2	ONO	6,5	7,3	2,8	7,0
3	O	7,6	8,5	3,3	5,3
4	OZO	6,9	7,7	3,4	3,7
5	ZZO	6,2	6,9	3,2	7,9
6	Z	7,7	8,6	2,9	13,0
7	ZZW	8,2	9,2	3,3	11,6
8	WZW	8,2	9,3	2,8	12,8
9	W	7,7	8,6	3,0	9,7
10	WNW	6,7	7,5	2,4	7,9
11	NNW	6,5	7,4	2,4	8,2
Totaal		7,2	8,1	2,7	100,0

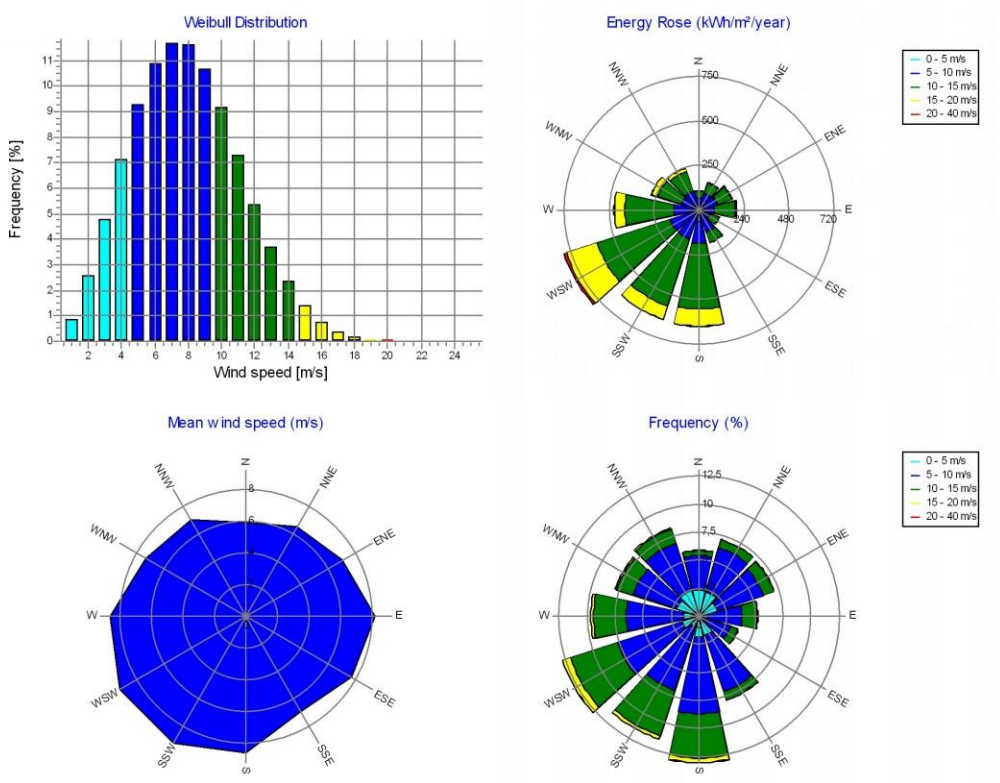
Figuur 3.2 Berekend windklimaat Windpark Kroningswind op 91,5 m; grafisch



Tabel 3.2 Berekend windklimaat Windpark Kroningswind op 132 m; cijfermatig

Windsector		v [m/s]	A [m/s]	k [-]	Frequentie [%]
0	N	5,9	6,7	2,3	5,9
1	NNO	6,5	7,3	2,6	7,1
2	ONO	7,1	7,9	2,8	7,0
3	O	8,2	9,1	3,2	5,3
4	OZO	7,7	8,6	3,4	3,7
5	ZZO	6,9	7,7	3,2	7,9
6	Z	8,6	9,7	2,9	13,0
7	ZZW	9,2	10,2	3,3	11,5
8	WZW	9,2	10,3	2,8	12,8
9	W	8,6	9,7	2,9	9,7
10	WNW	7,3	8,3	2,3	7,9
11	NNW	7,0	7,9	2,3	8,2
Totaal		7,9	8,9	2,6	100,0

Figuur 3.3 Berekend windklimaat Windpark Kroningswind op 132 m; grafisch



4 PRODUCTIE

In het onderzoek is bepaald welke opbrengsten en verliezen worden verwacht. Hiervoor zijn modelberekeningen uitgevoerd met WindPRO® versie 3.1.617 en WAsP® 11.2.

De bruto energieproductie wordt bepaald aan de hand van de windsnelheidsverdeling per windrichting gekarakteriseerd door de Weibullverdeling, de schaalfactor (A) en de vormfactor (k). Op basis hiervan is met de gecertificeerde vermogenscurve (Bijlage 1) van de windturbine de bruto energieproductie van de windturbines bepaald. De opbrengsten van de windturbines wordt, behalve door het windaanbod en windklimaat op locatie en de vermogenscurve van het windturbinetype, ook door obstakels in de buurt bepaald. Doordat de obstakels turbulentie in de lucht veroorzaken ontstaat een afname van de windsnelheid bij de windturbine. In het onderzoek naar productierendement zijn de effecten van de obstakels meegenomen in de bruto energieproductie.

De netto energieproductie is gebaseerd op de P50-waarde, dat wil zeggen de waarde van de jaarlijkse energieproductie die met een waarschijnlijkheid van 50% wordt behaald. De netto energieproductie (P50) wordt bepaald door rekening te houden met mogelijke verliezen in de bruto productie. Deze verliezen worden onder andere veroorzaakt door niet-beschikbaarheid, prestatie gerelateerde zaken, elektriciteitsverliezen, omgevingseffecten en door inkorten/vermindering van het vermogen van een windturbine of de tijd dat een windturbine draait.

4.1 Verliezen

In de berekeningen voor de netto energieproductie (P50) is voor de verliezen rekening gehouden met de onderstaande uitgangspunten en waarden. Hierbij hebben wij ons gebaseerd op algemeen geaccepteerde inschattingen of berekeningen. De percentuele waarden zijn verliezen ten opzichte van het bruto productie.

- Park: berekend met N.O. Jensen-model en een wake-vervalconstante van 0,062 (open landbouwgebied);
- Niet-beschikbaarheid:
  - windturbine-uitval van 3,0%
- Prestaties:
  - uitvalregeling windturbine bij windvlagen van 0,5%
- Elektrische verliezen:
  - verliezen door o.a. bekabeling van 1,0%
- Omgeving:
  - bladdegradatie niet door ijsvorming van 0,5%
  - bladdegradatie door ijsvorming van 0,5%
- Inkorting:
  - berekend voor slagschaduwhinder per alternatief
  - berekend voor geluidsmitigatie per alternatief

In het onderzoek naar akoestiek voor Windpark Kroningswind zijn de voorzieningen voor geluid bepaald voor alle zes alternatieven. Er is gekozen om in specifieke perioden de instellingen van specifieke windturbines te wijzigen om aan de normstelling te voldoen. De geluidsbronsterkten worden gereduceerd waardoor ook de productievermogen gereduceerd wordt. Voor alternatieven B1, C1 en C2 zijn geluidsmitigatiewijzigingen doorgevoerd. De wijzigingen voor B1, C1 en C2 zijn respectievelijk aangegeven in Tabel 4.1, Tabel 4.2 en Tabel 4.4. In deze tabellen worden de instellingen voor geluidvoorzieningen gepresenteerd waarmee op alle wordt voldaan aan de norm L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB.

Tabel 4.1 Geluidsbronsterktewijzigingen per windturbine voor alternatief B1

Windturbine nr.	Type	dag	avond	nacht
		07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
9	L136-4.5MW	--	--	Mode -1dB

Tabel 4.2 Geluidsbronsterktewijzigingen per windturbine voor alternatief C1

Windturbine nr.	Type	dag	avond	nacht
		07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
15	L136-4.5MW	--	--	Mode -5dB
16	L136-4.5MW	--	--	Mode -5dB

Tabel 4.3 Geluidsbronsterktewijzigingen per windturbine voor alternatief C2

Windturbine nr.	Type	dag	avond	nacht
		07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
12	N117/3000	--	--	Mode 3

In het onderzoek naar slagschaduw voor Windpark Kroningswind zijn slagschaduw berekeningen uitgevoerd door het bepalen van de zonneschijnduur en windrichtingen uit meetgegevens van KNMI meetstations. De hinderduur aan slagschaduw voor alle gevoelige objecten binnen twaalf maal de rotor diameter is bepaald voor de zes alternatieven van Windpark Kroningswind. De slagschaduw hinderduur wordt gereduceerd naar 0 uren bij gevoelige objecten die een hinderduur hebben van meer dan 6 uren. Dit is een conservatieve maximale inschatting. De uiteindelijke stilstandvoorziening zal voor het voorkeursalternatief en de definitief te kiezen windturbine worden bepaalt, zodanig dat wordt voldaan aan de norm (maximaal 6 uur per jaar per gevoelig object). Het aantal woningen waarvoor is gemitigeerd voor slagschaduw (d.m.v. stilstand) bedraagt 5, 10, 8, 12 en 8 woningen voor respectievelijk de alternatieven A1, B1, B2, C1 en C2. Voor alternatief A2 is geen stilstand nodig voor slagschaduw.

Voor slagschaduw is het worst-case scenario aangenomen. In werkelijkheid kan de totale stilstandsduur met een zonneschijnsensor beperkt worden door de windturbine alleen te stoppen op geprogrammeerde tijden indien ook tegelijkertijd de zon schijnt. Een zonneschijnsensor wordt gesimuleerd in WindPRO® in Windpark Kroningswind door de berekende productieverlies door stilstand te reduceren naar 36%. Dit is de gemiddelde

maandelijkse percentage werkelijke zonneschijn berekend voor de dichtstbijzijnde KNMI-stations om en nabij Windpark Kroningswind.

4.2 Resultaat

In de berekeningen voor de netto productie (P50) van de zes alternatieven van Windpark Kroningswind is voor de verliezen rekening gehouden met de voorgenoemde situatie en uitgangspunten in paragraaf 4.1. De algemene resultaten van de netto energieproductie (P50) zijn gepresenteerd in Tabel 4.4. Een detailoverzicht van de verliezen zijn gegeven in Tabel 4.5. In bijlage 1 zijn de volledige berekeningsresultaten gegeven. In bijlage 2 zijn de berekende verliezen gegeven.

Tabel 4.4 Overzicht berekende energieproductie Windpark Kroningswind

Algemene uitgangspunten						
Windturbinetype en alternatieven	Lagerwey L136-4.5MW voor alternatieven A1, B1, C1					
	Nordex N117/3000 voor alternatieven A2, B2, C2					
Wake vervalconstante	Berekend met N.O. Jensen model en een vervalconstante 0,062 (open landbouwgebied)					
Gebruikte winddata	Voor windrichting en verdeling: Windmetingen KNMI-meetstation Rotterdam Geulhaven (1991-2017) gecorrigeerd naar RVO SDE+ Windviewer					
Specifieke uitgangspunten						
Alternatief	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Rotordiameter [m]	136	117	136	117	136	117
Ashoogte [m]	132	91,5	132	91,5	132	91,5
Aantal windturbines	14	18	13	18	20	26
Geïnstalleerde vermogen [MW]	63	54	58,5	54	90	78
Uitkomsten - ongemitigeerd						
Windsnelheid op ashoogte [m/s]	7,9	7,2	7,9	7,2	7,9	7,2
Bruto productie [GWh/jr]	256,1	202,2	238,0	202,4	365,7	291,9
Verliezen totaal [GWh/jr]	29,5	29,6	25,2	28,4	51,7	54,3
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	226,5	172,6	212,9	174,0	314,0	237,6
Vollasturen (P50) [uur/jr]	3.596	3.196	3.638	3.223	3.489	3,046
Uitkomsten - gemitigeerd						
Windsnelheid op ashoogte [m/s]	7,9	7,2	7,9	7,2	7,9	7,2
Bruto productie [GWh/jr]	256,1	202,2	238,0	202,4	365,7	291,9
Verliezen totaal [GWh/jr]	30,5	30,3	26,3	29,1	54,7	55,2
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	225,6	171,9	211,7	173,2	311,0	236,7
Vollasturen (P50) [uur/jr]	3.580	3.183	3.619	3.208	3.456	3.035

Tabel 4.5 Detailoverzicht van de verliezen voor de zes alternatieven voor Windpark Kroningswind

Verliezen (per alternatief)		A1	A2	B1	B2	C1	C2
Wake-effecten							
- Wake-effecten door Windpark Kroningswind	Berekening	- 6,5 %	- 9,8 %	- 5,5 %	- 9,1 %	- 9,2 %	- 14,0 %
- Wake-effecten door bestaande windturbines	Berekening	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
- Wake-effecten door toekomstige windturbines	Berekening	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Niet-beschikbaarheid							
- Windturbine	Inschatting	- 3,0 %	- 3,0 %	- 3,0 %	- 3,0 %	- 3,0 %	- 3,0 %
- Balance of plant	Inschatting	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
- Grid	Inschatting	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
- Overig	Inschatting	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Elektrisch							
- Netverliezen	Inschatting	- 1,0 %	- 1,0 %	- 1,0 %	- 1,0 %	- 1,0 %	- 1,0 %
- Eigen gebruik	Inschatting	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Omgeving							
- Bladdegradatie	Aanname	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %
- Icing maatregelen	Aanname	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %
- Site toegang beperkingen	Aanname	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
- Extreme weersomstandigheden	Aanname	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
- Bosaangroei	Aanname	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
- Overig	Aanname	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Prestaties							
- High wind hysteresis	Inschatting	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %	- 0,5 %
- Power curve	Inschatting	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Verliezen totaal (%)	Berekening	- 11,5 %	- 14,6 %	- 10,6 %	- 14,0 %	- 14,1 %	- 18,6 %
Verliezen totaal (GWh/jr)	Berekening	- 29,5	- 29,6	- 25,2	- 28,4	- 51,7	- 54,3
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	Berekening	226,5	172,6	212,9	174,0	314,0	237,6
Vollasturen (P50) [uur/jr]	Berekening	3.596	3.196	3.638	3.223	3.489	3,046
Verliezen na mitigatie							
Inkorting							
- Geluid	Berekening	0 %	0 %	- 0,1 %	0 %	- 0,5 %	- 0,05 %
- Schaduw	Berekening	- 0,03 %	0 %	- 0,1 %	- 0,05 %	- 0,1 %	- 0,02 %
- Vogels / Vleermuizen	Berekening	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 %	- 0,4 %
Verliezen totaal (%)	Berekening	- 11,9 %	- 15,0 %	- 11,1 %	- 14,4 %	- 15,0 %	- 18,9 %
Verliezen totaal (GWh/jr)	Berekening	- 30,5	- 30,3	- 26,3	- 291,1	- 54,7	- 55,2
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	Berekening	225,6	171,9	211,7	173,2	311,0	236,7
Vollasturen (P50) [uur/jr]	Berekening	3.580	3.183	3.619	3.208	3.456	3.035

5 VOORKEURSALTERNATIEF (VKA)

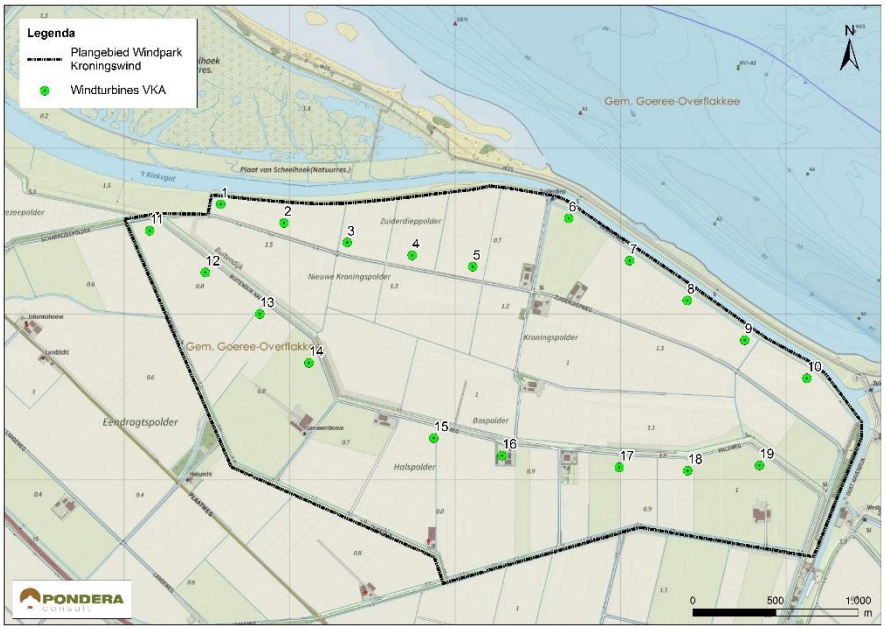
5.1 Windparkopstelling

De voorkeursalternatief (VKA) bestaat uit 19 Nordex N117/3000 3,0 MW windturbines op een ashoogte van 91,5 meter en een rotordiameter van 117 meter. De RD-coördinaten van de windturbineopstelling van de VKA zijn gegeven in Tabel 5.1. In Figuur 5.1 worden de windturbines van de VKA in kaart gebracht.

Tabel 5.1 RD-coördinaten windturbines van de voorkeursalternatief van Windpark Kroningswind

Turbinenr.	X [m]	Y [m]		Turbinenr.	X [m]	Y [m]
01	63582,9	424637,6		11	63153,9	424504,0
02	63968,7	424523,1		12	63489,9	424250,0
03	64347,6	424408,7		13	63819,9	424001,0
04	64750,2	424329,5		14	64116,0	423704,4
05	65100,0	424261,1		15	64871,0	423246,0
06	65686,0	424576,0		16	65284,2	423145,2
07	66054,0	424321,0		17	65992,6	423071,4
08	66402,0	424081,0		18	66405,0	423054,1
09	66749,0	423841,0		19	66836,8	423084,7
10	67125,0	423612,0				

Figuur 5.1 Windturbineopstelling voorkeursalternatief (VKA) Windpark Kroningswind



5.2 Productie en verliezen

Het windklimaat voor het windaanbodbepaling en productieberekening voor de VKA is gegeven in Hoofdstuk 3 (Tabel 3.2 en Figuur 3.3). Hiermee is de P50 opbrengst berekend. De methode gehanteerd voor de productieberekening van de VKA is uitgelegd in Hoofdstuk 2.

In het onderzoek naar akoestiek en slagschaduw voor Windpark Kroningswind zijn de voorzieningen voor geluid en slagschaduw bepaald voor de VKA. Voor geluid zijn er geen mitigaties nodig omdat bij alle geluidsgevoelige objecten wordt aan de norm L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB voldaan. Het aantal woningen waarvoor is gemitigeerd voor slagschaduw (d.m.v. stilstand) voor de VKA bedraagt 1 woning.

Voor ecologie is een stilstandvoorziening genomen voor vleermuizen. Hieruit volgen productieverliezen die in dit onderzoek ook berekend zijn. Om vleermuizen te beschermen worden alle 17 windturbines stilgezet in de periode 1 augustus – 15 oktober, tussen zonsondergang en zonsopkomst bij temperaturen boven de 10 graden Celsius en wanner de windsnelheid op ashoogte is minder dan 6 m/s. Op basis van het langjarige windklimaat en gegevens van KNMI-meetstations in de buurt van Windpark Kroningswind is de gemiddelde verlies per uur tijdens deze periode berekend.

In de berekeningen voor de netto energieproductie (P50) van de VKA is voor de verliezen rekening gehouden met de onderstaande uitgangspunten en de bovenstaande slagschaduw- en vleermuizenstilstandvoorzieningen. Hierbij hebben wij ons gebaseerd op algemeen geaccepteerde inschattingen of berekeningen. De percentuele waarden zijn verliezen ten opzichte van het bruto productie.

- Park: berekend met N.O. Jensen-model en een wake-vervalconstante van 0,062 (open landbouwgebied);

- Niet-beschikbaarheid:
  - windturbine-uitval van 3,0%
- Prestaties:
  - uitvalregeling windturbine bij windvlagen van 0,5%
- Elektrische verliezen:
  - verliezen door o.a. bekabeling van 1,0%
- Omgeving:
  - bladdegradatie niet door ijsvorming van 0,5%
  - bladdegradatie door ijsvorming van 0,5%
- Inkorting:
  - berekend voor slagschaduwstilstandvoorziening van 0,01%
  - berekend voor vleermuizenstilstandvoorziening van 0,4%

5.3 Resultaten

In de berekeningen voor de netto productie (P50) van de VKA van Windpark Kroningswind is voor de verliezen rekening gehouden met de voorgenoemde situatie en uitgangspunten in paragraaf 5.2. De algemene resultaten van de netto energieproductie (P50) zijn gepresenteerd in Tabel 5.3. Een detailoverzicht van de verliezen zijn gegeven in Tabel 5.4. In bijlage 1 zijn de volledige berekeningsresultaten gegeven. In bijlage 2 zijn de berekende verliezen gegeven.

Tabel 5.2 Overzicht berekende energieproductie Windpark Kroningswind

Algemene uitgangspunten (VKA)	
Windturbinetype	Nordex N117/3000
Wake vervalconstante	Berekend met N.O. Jensen model en een vervalconstante 0,062 (open landbouwgebied)
Gebruikte winddata	Voor windrichting en verdeling: Windmetingen KNMI-meetstation Rotterdam Geulhaven (1991-2017) gecorrigeerd naar RVO SDE+ Windviewer
Specifieke uitgangspunten	
Alternatief	VKA
Rotordiameter [m]	117
Ashoogte [m]	91,5
Aantal windturbines	19
Geïnstalleerde vermogen [MW]	57,0
Uitkomsten - ongemitigeerd	
Windsnelheid op ashoogte [m/s]	7,2
Bruto productie [GWh/jr]	213,4
Verliezen totaal [GWh/jr]	33,2
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	180,2
Vollasturen (P50) [uur/jr]	3.162
Uitkomsten - gemitigeerd	

Windsnelheid op ashoogte [m/s]	7,2
Bruto productie [GWh/jr]	213,4
Verliezen totaal [GWh/jr]	33,9
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	179,5
Vollasturen (P50) [uur/jr]	3.149

Tabel 5.3 Detailoverzicht van de verliezen van de VKA van Windpark Kroningswind

Verliezen (VKA)	Methode	%
Wake-effecten		
- Wake-effecten door Windpark Kroningswind	Berekening	- 10,7 %
- Wake-effecten door bestaande windturbines	Berekening	0 %
- Wake-effecten door toekomstige windturbines	Berekening	0 %
Niet-beschikbaarheid		
- Windturbine	Inschatting	- 3,0 %
- Balance of plant	Inschatting	0 %
- Grid	Inschatting	0 %
- Overig	Inschatting	0 %
Elektrisch		
- Netverliezen	Inschatting	- 1,0 %
- Eigen gebruik windturbine	Inschatting	0 %
Omgeving		
- Bladdegradatie	Aanname	- 0,5 %
- Icing maatregelen	Aanname	- 0,5 %
- Site toegang beperkingen	Aanname	0 %
- Extreme weersomstandigheden	Aanname	0 %
- Bosaangroei	Aanname	0 %
- Overig	Aanname	0 %
Prestaties		
- High wind hysteresis	Inschatting	- 0,5 %
- Power curve	Inschatting	0 %
Verliezen totaal (%)	Berekening	- 15,6 %
Verliezen totaal (GWh/jr)	Berekening	- 33,2
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	Berekening	180,2
Vollasturen (P50) [uur/jr]	Berekening	3.162
Verliezen na mitigatie		
Inkorting		
- Geluid	Berekening	0 %
- Schaduw	Berekening	- 0,01 %

- Vogels / Vleermuizen	Berekening	- 0,4 %
Verliezen totaal (%)	Berekening	- 15,9 %
Verliezen totaal (GWh/jr)	Berekening	- 33,9
Netto energieproductie (P50) [GWh/jr]	Berekening	179,5
Vollasturen (P50) [uur/jr]	Berekening	3.149

6 BESPREKING

Kroningswind B.V. is voornemens het nieuwe windpark Kroningswind te realiseren in deelgebied Noordrand in de gemeente Goeree-Overflakkee in de provincie Zuid-Holland. In totaal zijn er zes alternatieven voorgesteld: A1, A2, B1, B2, C1, C2 met respectievelijk 14, 18, 13, 18, 20 en 26 windturbines. De onderzochte windturbine voor alternatieven A1, B1 en C1 is van het type Lagerwey L136-4.5MW (ashoogte 132 m), en voor alternatieven A2, B2 en C2 is de Nordex N117/3000 (ashoogte 91,5 m) windturbine onderzocht. Daarnaast is een voorkeursalternatief (VKA) onderzocht met 19 Nordex N117/3000 (ashoogte 91,5 m) windturbines.

Voor dit nieuwe windpark zijn productieberekeningen uitgevoerd om de jaarlijkse productie en verliezen te bepalen.

Het aangehouden lokale windklimaat is gebaseerd op meetgegevens van een nabijgelegen KNMI-meetstation Rotterdam Geulhaven. De data is gecorrigeerd voor het langjarig gemiddelde met de gemiddelde windsnelheid op locatie geschat door de RVO SDE+ Windviewer. Bij de verliezen zijn onder andere de wake-effecten van alle nieuwe windturbines meegenomen en een geluidsmanagement strategie, stilstand vanwege slagschaduw en vleermuizen.

Op grond van de uitgevoerde productieberekeningen wordt in de onderstaande tabel de bruto productie, netto productie en vollasturen per alternatief samengevat.

Tabel 6.1 Samenvatting van de resultaten

Alternatief	Bruto productie [GWh]	Netto productie P50 [GWh]	Vollasturen P50
A1	256,1	225,6	3.580
A2	202,2	171,9	3.183
B1	238,0	211,7	3.619
B2	202,4	173,2	3.208
C1	365,7	311,0	3.456
C2	291,9	236,7	3.035
VKA	213,4	179,5	3.149

BIJLAGE 1

INVOER EN RESULTATEN

MODEL PRODUCTIEBEREKENINGEN



Project:
716050_productie

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,230 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,4 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 132,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,2 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	997,2 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

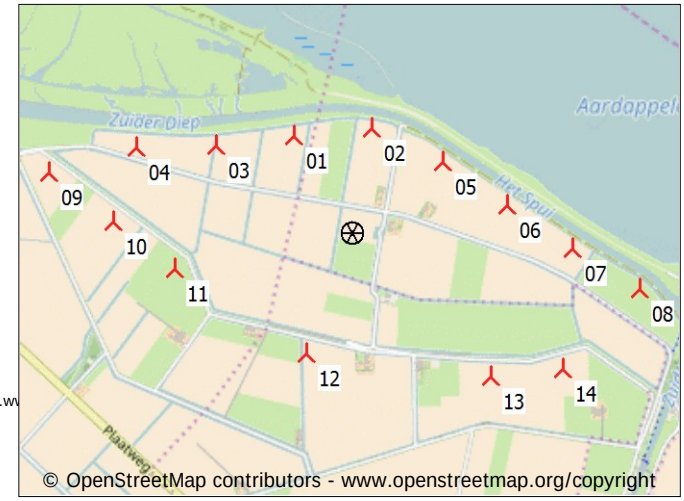
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:50.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
			Specific results¤)				
Wind farm	239.474,6	256.085,1	93,5	43,4	17.105,3	3.801	7,9

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 14 new WTGs with total 63,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Park Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Free mean wind speed [m/s]
01 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.789,5	91,85	42,6	7,92
02 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.864,9	92,58	42,8	7,90
03 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.796,4	91,48	42,6	7,94
04 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.875,4	91,30	42,8	7,98
05 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.925,9	93,07	42,9	7,89
06 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.892,2	92,96	42,8	7,89
07 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.767,4	92,46	42,5	7,88
08 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.032,2	93,91	43,2	7,88
09 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.879,0	96,51	45,3	7,99
10 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.412,8	94,12	44,1	7,99
11 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.380,6	94,34	44,1	7,96
12 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.634,3	96,01	44,7	7,95
13 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.179,9	94,74	43,6	7,88
14 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.044,0	93,83	43,2	7,88

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

*) Included in array losses is influence from 17 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008 X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
01	New	64.856	424.644	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (156)
02	New	65.376	424.680	-1,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (157)
03	New	64.342	424.588	-1,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (158)
04	New	63.812	424.586	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (159)
05	New	65.841	424.452	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (160)
06	New	66.264	424.158	-0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (161)
07	New	66.692	423.861	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (162)
08	New	67.134	423.586	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (163)
09	New	63.228	424.429	-0,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (164)
10	New	63.647	424.097	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (165)
11	New	64.052	423.777	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (166)
12	New	64.912	423.203	-0,3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (167)
13	New	66.134	423.024	-2,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (168)
14	New	66.615	423.069	0,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (169)

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,230 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,4 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 132,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,2 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	997,2 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

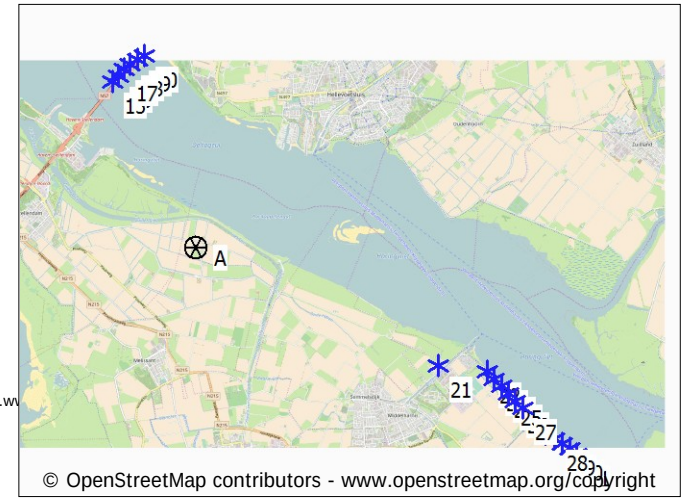
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:200.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for reference WTGs

Calculated prod. without new WTGs	GROSS (no loss) Free WTGs	Park efficiency	Specific results: Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height	Actual wind corrected energy	Goodness Factor
[MWh]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]	[MWh]	[%]
58.426,1	61.950,6	94,3	26,2	3.436,8	2.295	6,5	0,0	0,0

Calculated Annual Energy for each of 17 reference WTGs with total 25,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs	Goodness Factor
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[%]
15 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.252,3	0
16 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.225,3	0
17 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.215,0	0
18 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.219,9	0
19 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.193,9	0
20 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.206,2	0
21 A	No	VESTAS	V47-660	660	47,0	46,0	EMD	Level 0 - calculated - - 07-2001	1.222,1	0
22 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.448,4	0
23 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.233,6	0
24 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.259,8	0
25 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.231,3	0
26 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.286,7	0
27 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.310,8	0
28 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.097,5	0
29 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.965,3	0
30 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.949,1	0
31 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.109,0	0

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

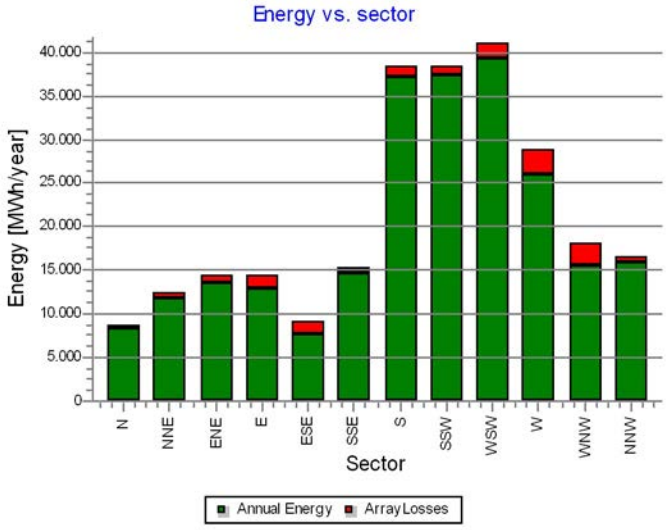
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
15	63.119	428.439	2,7	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (1)		
16	63.262	428.606	4,4	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (2)		
17	63.414	428.764	3,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (3)		
18	63.585	428.903	5,1	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (4)		
19	63.770	429.022	4,0	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (5)		
20	63.965	429.125	5,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (6)		
21	71.633	420.769	-1,1	VESTAS V47 660 47.0 !O! hub: 46,0 m (TOT: 69,5 m) (7)		
22	72.915	420.595	2,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (8)		
23	73.101	420.398	1,3	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (9)		
24	73.286	420.203	1,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (10)		
25	73.473	420.007	1,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (11)		
26	73.658	419.810	1,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (12)		
27	73.845	419.614	-0,6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (13)		
28	74.693	418.801	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (14)		
29	74.883	418.661	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (15)		
30	75.074	418.520	-1,4	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (16)		
31	75.265	418.379	-1,0	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (17)		

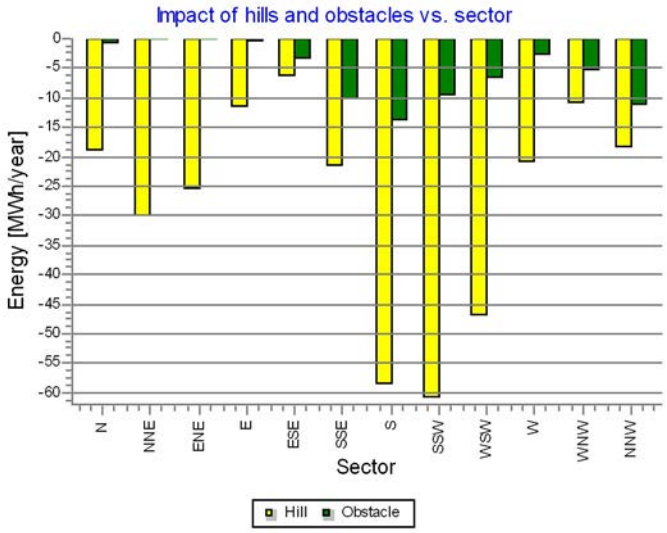
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,230 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	8.734,1	12.537,6	14.495,5	14.514,2	9.153,3	15.363,5	38.433,3	38.490,2	41.080,6	28.922,4	18.073,1	16.686,3	256.484,1
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,9	0,0	0,1	0,6	3,7	10,5	14,1	9,9	6,9	3,0	5,7	11,2	66,6
+Increase due to hills	[MWh]	-19,2	-30,3	-25,6	-11,8	-6,5	-21,8	-58,6	-61,0	-47,0	-21,0	-10,9	-18,4	-332,4
-Decrease due to array losses	[MWh]	454,0	646,2	964,6	1.730,1	1.611,8	767,6	1.210,7	1.203,3	1.700,8	3.018,1	2.601,9	701,4	16.610,5
Resulting energy	[MWh]	8.260,0	11.861,0	13.505,2	12.771,7	7.531,3	14.563,5	37.149,9	37.215,9	39.325,8	25.880,3	15.454,7	15.955,3	239.474,6
Specific energy	[kWh/m²]													1.178
Specific energy	[kWh/kW]													3.801
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,03
Increase due to hills	[%]	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,13
Decrease due to array losses	[%]	5,2	5,2	6,7	11,9	17,6	5,0	3,2	3,1	4,1	10,4	14,4	4,2	6,49
Utilization	[%]	36,2	35,7	34,5	29,6	30,2	37,6	28,2	27,7	24,8	26,3	26,2	32,1	28,7
Operational	[Hours/year]	510	616	611	458	320	683	1.128	999	1.112	841	684	714	8.677
Full Load Equivalent	[Hours/year]	131	188	214	203	120	231	590	591	624	411	245	253	3.801



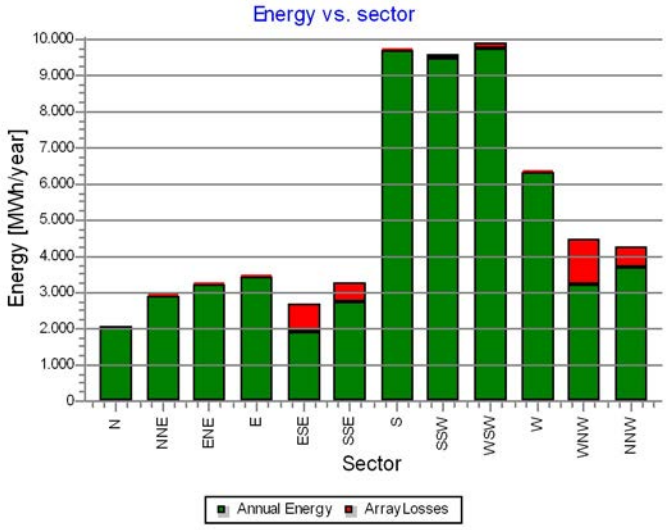


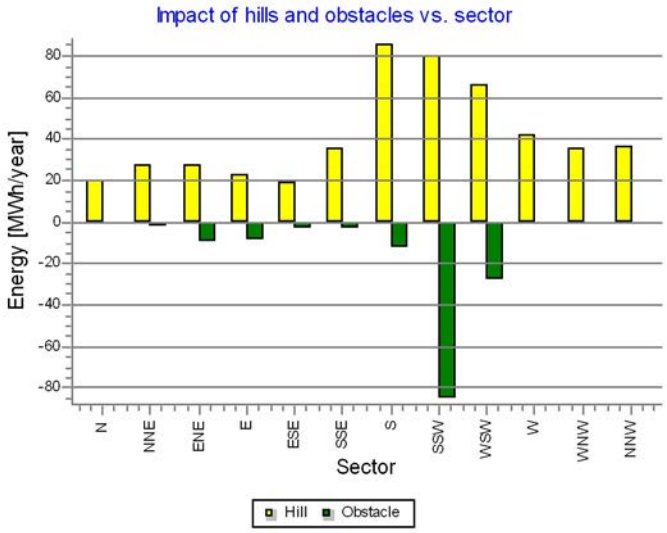
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,230 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	2.034,4	2.897,8	3.253,8	3.442,3	2.664,0	3.231,8	9.674,4	9.559,0	9.844,9	6.322,8	4.435,4	4.243,6	61.604,3
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,0	2,2	9,2	8,5	2,7	2,8	12,8	85,4	27,8	0,0	0,0	0,0	151,5
+Increase due to hills	[MWh]	19,9	27,4	27,2	22,6	18,7	35,9	85,6	80,0	66,1	42,6	35,3	36,5	497,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	0,0	29,6	48,0	19,3	800,0	531,9	63,9	95,3	179,7	39,9	1.284,3	599,2	3.691,0
Resulting energy	[MWh]	2.054,3	2.893,5	3.223,8	3.437,1	1.880,0	2.733,0	9.683,4	9.458,3	9.703,5	6.325,6	3.186,5	3.680,9	58.259,6
Specific energy	[kWh/m²]													877
Specific energy	[kWh/kW]													2.288
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,25
Increase due to hills	[%]	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,81
Decrease due to array losses	[%]	0,0	1,0	1,5	0,6	29,9	16,3	0,7	1,0	1,8	0,6	28,7	14,0	5,96
Utilization	[%]	40,3	40,3	40,5	40,6	28,5	34,8	37,7	38,5	36,5	39,0	26,9	33,7	36,7
Operational	[Hours/year]	469	566	555	410	306	620	1.034	919	1.018	768	632	658	7.955
Full Load Equivalent	[Hours/year]	81	114	127	135	74	107	380	371	381	248	125	145	2.288





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: 01 - LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! Lagerwey L136-4.5MW PV curve, Hub height: 132,0 m

Name: Lagerwey L136-4.5MW PV curve
Source: Document number: SD202ENR1

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
13-2-2017	USER	16-1-2017	13-2-2017	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,31

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	7.402	11.306	15.095	18.482	21.345	23.641
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! Lagerwey L136-4.5MW PV curve	[MWh]	7.377	11.073	14.705	17.992	20.794	23.042
Check value	[%]	0	2	3	3	3	3

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

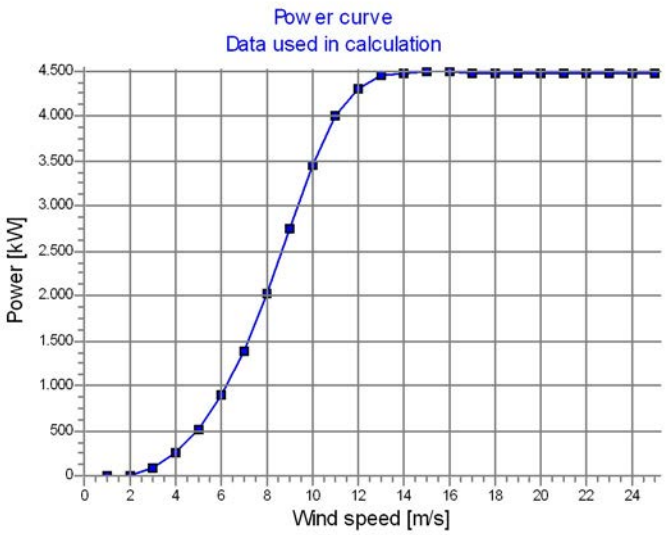
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

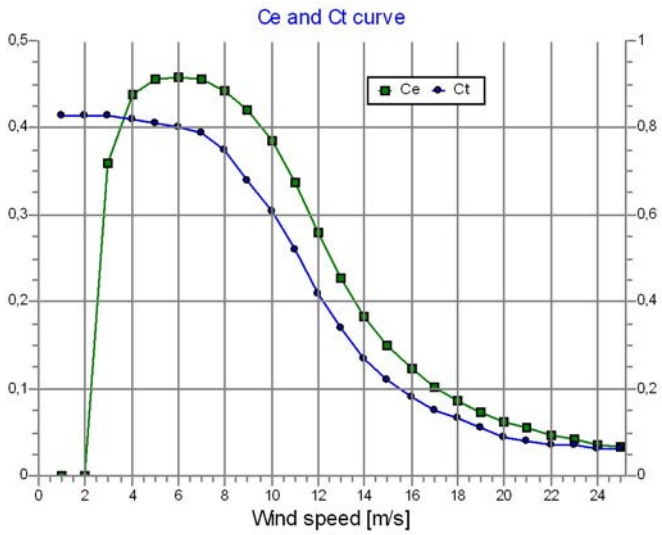
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
2,5	37,0	0,27	2,5	0,83
3,0	86,0	0,36	3,0	0,83
3,5	157,0	0,41	3,5	0,82
4,0	250,0	0,44	4,0	0,82
4,5	366,0	0,45	4,5	0,81
5,0	507,0	0,46	5,0	0,81
5,5	678,0	0,46	5,5	0,80
6,0	881,0	0,46	6,0	0,80
6,5	1.118,0	0,46	6,5	0,80
7,0	1.389,0	0,46	7,0	0,79
7,5	1.691,0	0,45	7,5	0,77
8,0	2.020,0	0,44	8,0	0,75
8,5	2.371,0	0,43	8,5	0,72
9,0	2.734,0	0,42	9,0	0,68
9,5	3.097,0	0,41	9,5	0,65
10,0	3.440,0	0,39	10,0	0,61
10,5	3.745,0	0,36	10,5	0,56
11,0	3.995,0	0,34	11,0	0,52
11,5	4.183,0	0,31	11,5	0,47
12,0	4.314,0	0,28	12,0	0,42
12,5	4.398,0	0,25	12,5	0,38
13,0	4.447,0	0,23	13,0	0,34
13,5	4.474,0	0,20	13,5	0,30
14,0	4.487,0	0,18	14,0	0,27
14,5	4.500,0	0,17	14,5	0,24
15,0	4.500,0	0,15	15,0	0,22
15,5	4.500,0	0,14	15,5	0,19
16,0	4.500,0	0,12	16,0	0,18
16,5	4.490,0	0,11	16,5	0,16
17,0	4.488,0	0,10	17,0	0,15
17,5	4.487,0	0,09	17,5	0,14
18,0	4.485,0	0,09	18,0	0,13
18,5	4.484,0	0,08	18,5	0,12
19,0	4.482,0	0,07	19,0	0,11
19,5	4.481,0	0,07	19,5	0,10
20,0	4.479,0	0,06	20,0	0,09
20,5	4.478,0	0,06	20,5	0,09
21,0	4.477,0	0,05	21,0	0,08
21,5	4.475,0	0,05	21,5	0,08
22,0	4.474,0	0,05	22,0	0,07
22,5	4.473,0	0,04	22,5	0,07
23,0	4.472,0	0,04	23,0	0,07
23,5	4.471,0	0,04	23,5	0,06
24,0	4.470,0	0,04	24,0	0,06
24,5	4.469,0	0,03	24,5	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,230 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	5,3	5,3	0,0
3,0	86,6	0,36	2,50- 3,50	42,6	47,9	0,3
4,0	251,3	0,44	3,50- 4,50	158,5	206,4	1,2
5,0	509,5	0,46	4,50- 5,50	400,8	607,2	3,6
6,0	885,1	0,46	5,50- 6,50	799,5	1.406,8	8,4
7,0	1.395,1	0,46	6,50- 7,50	1.333,2	2.740,0	16,3
8,0	2.028,1	0,44	7,50- 8,50	1.899,1	4.639,1	27,6
9,0	2.744,1	0,42	8,50- 9,50	2.334,8	6.973,9	41,5
10,0	3.450,7	0,39	9,50-10,50	2.481,8	9.455,7	56,3
11,0	4.003,3	0,34	10,50-11,50	2.278,6	11.734,3	69,9
12,0	4.318,4	0,28	11,50-12,50	1.824,5	13.558,8	80,8
13,0	4.448,6	0,23	12,50-13,50	1.302,9	14.861,6	88,5
14,0	4.487,8	0,18	13,50-14,50	849,4	15.711,1	93,6
15,0	4.500,0	0,15	14,50-15,50	512,5	16.223,5	96,6
16,0	4.499,3	0,12	15,50-16,50	287,0	16.510,5	98,3
17,0	4.487,9	0,10	16,50-17,50	149,7	16.660,2	99,2
18,0	4.484,9	0,09	17,50-18,50	72,9	16.733,1	99,7
19,0	4.481,9	0,07	18,50-19,50	33,2	16.766,3	99,9
20,0	4.478,9	0,06	19,50-20,50	14,2	16.780,5	99,9
21,0	4.476,8	0,05	20,50-21,50	5,7	16.786,2	100,0
22,0	4.473,9	0,05	21,50-22,50	2,2	16.788,4	100,0
23,0	4.471,9	0,04	22,50-23,50	0,8	16.789,2	100,0
24,0	4.469,9	0,04	23,50-24,50	0,3	16.789,4	100,0
25,0	4.469,0	0,03	24,50-25,50	0,1	16.789,5	100,0





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

PARK - Terrain

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Site Data: A - Goree West_corrected

Obstacles:
38 Obstacles used

Roughness:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo
Min X: 36.586, Max X: 98.990, Min Y: 392.422, Max Y: 455.535, Width: 62.405 m, Height: 63.113 m

Orography:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\716050_productie_EMDGrid_0.wpg
Min X: 46.194, Max X: 87.019, Min Y: 403.553, Max Y: 444.244, Width: 40.825 m, Height: 40.692 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 132,0

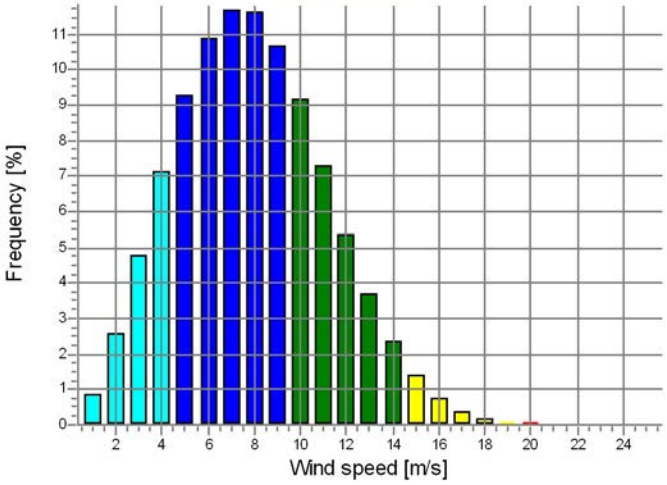
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

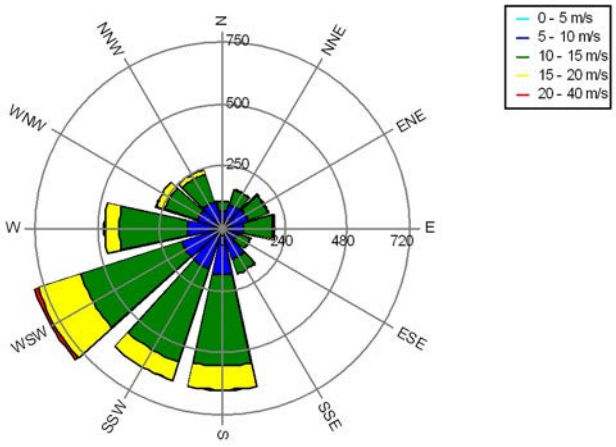
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,68	5,92	2,311	5,9
1 NNE	7,31	6,49	2,557	7,1
2 ENE	7,91	7,05	2,799	7,0
3 E	9,14	8,19	3,201	5,3
4 ESE	8,58	7,70	3,365	3,7
5 SSE	7,72	6,91	3,154	7,9
6 S	9,68	8,63	2,850	13,0
7 SSW	10,24	9,18	3,299	11,5
8 WSW	10,34	9,21	2,787	12,8
9 W	9,65	8,60	2,928	9,7
10 WNW	8,29	7,34	2,334	7,9
11 NNW	7,88	6,98	2,346	8,2
All	8,91	7,91	2,615	100,0

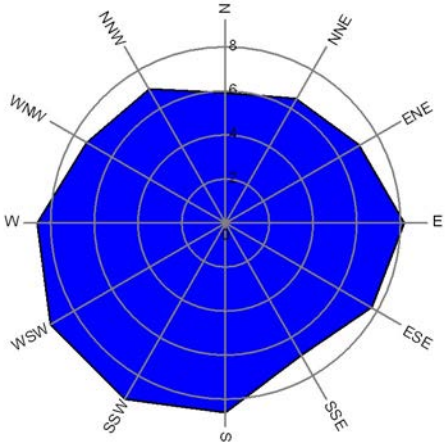
Weibull Distribution



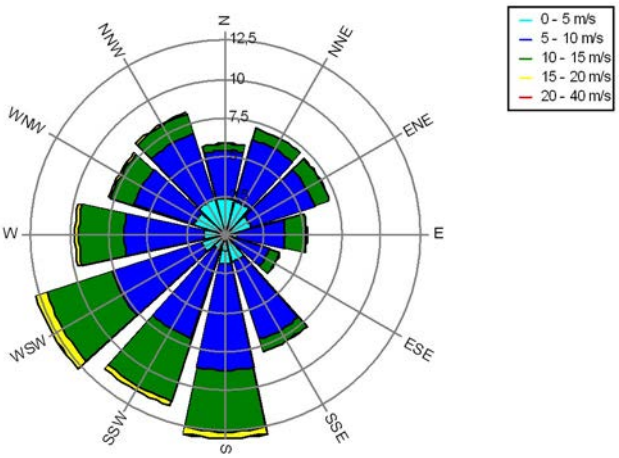
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 100,0

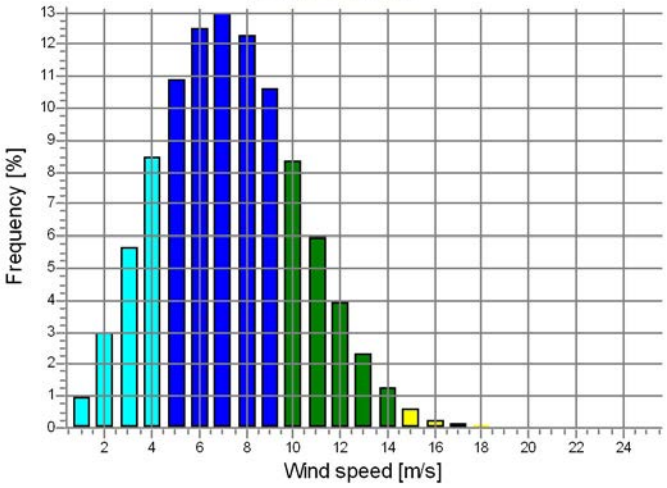
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

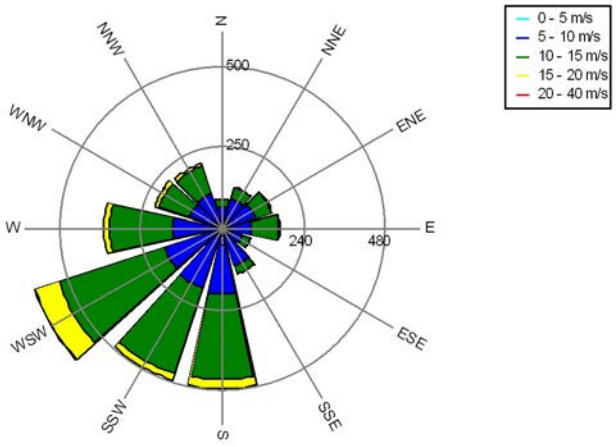
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,26	5,55	2,350	5,9
1 NNE	6,80	6,04	2,600	7,1
2 ENE	7,42	6,61	2,850	7,0
3 E	8,59	7,70	3,256	5,3
4 ESE	7,85	7,05	3,420	3,7
5 SSE	7,07	6,33	3,213	7,9
6 S	8,83	7,88	2,896	13,0
7 SSW	9,36	8,40	3,357	11,5
8 WSW	9,47	8,43	2,830	12,8
9 W	8,84	7,89	2,975	9,7
10 WNW	7,65	6,78	2,373	7,9
11 NNW	7,45	6,61	2,381	8,2
All	8,21	7,30	2,674	100,0

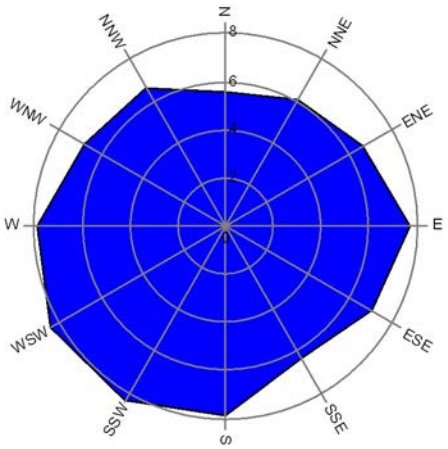
Weibull Distribution



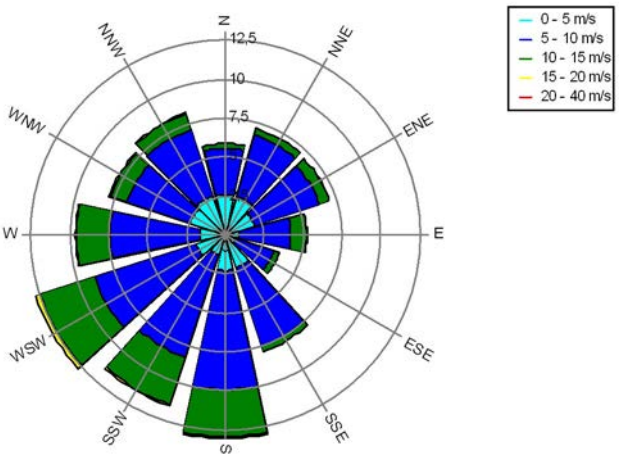
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Park power curve

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	523	387	431	429	390	314	273	428	432	429	386	309	287	428
3,5	2.211	1.888	2.007	2.005	1.929	1.666	1.527	2.017	2.018	2.005	1.922	1.657	1.558	2.010
4,5	5.149	4.491	4.739	4.729	4.575	4.037	3.758	4.753	4.756	4.729	4.560	4.019	3.817	4.745
5,5	9.537	8.387	8.826	8.804	8.533	7.594	7.101	8.842	8.851	8.804	8.508	7.562	7.210	8.835
6,5	15.723	13.863	14.569	14.534	14.095	12.584	11.799	14.595	14.611	14.534	14.054	12.535	11.972	14.582
7,5	23.773	21.136	22.154	22.110	21.494	19.283	18.088	22.203	22.222	22.110	21.440	19.206	18.358	22.173
8,5	33.322	30.033	31.362	31.295	30.548	27.617	25.982	31.429	31.439	31.295	30.486	27.522	26.332	31.397
9,5	43.507	39.969	41.487	41.400	40.634	37.196	35.220	41.575	41.561	41.400	40.573	37.110	35.605	41.545
10,5	52.568	49.518	50.951	50.860	50.250	46.891	44.839	51.050	51.007	50.860	50.212	46.817	45.209	51.026
11,5	58.651	56.696	57.733	57.664	57.323	54.789	53.139	57.813	57.763	57.664	57.308	54.740	53.401	57.799
12,5	61.610	60.743	61.261	61.228	61.100	59.807	58.878	61.296	61.272	61.228	61.099	59.769	59.013	61.292
13,5	62.647	62.395	62.557	62.549	62.515	62.118	61.794	62.566	62.560	62.549	62.515	62.092	61.834	62.565
14,5	63.000	62.930	62.969	62.967	62.955	62.865	62.793	62.971	62.970	62.967	62.954	62.857	62.800	62.971
15,5	63.000	62.997	63.000	63.000	63.000	62.993	62.984	63.000	63.000	63.000	63.000	62.991	62.986	63.000
16,5	62.858	62.886	62.875	62.876	62.883	62.904	62.915	62.874	62.875	62.876	62.883	62.905	62.914	62.874
17,5	62.816	62.820	62.818	62.818	62.819	62.824	62.829	62.818	62.818	62.818	62.819	62.825	62.828	62.818
18,5	62.774	62.777	62.776	62.776	62.777	62.781	62.783	62.776	62.776	62.776	62.777	62.781	62.783	62.776
19,5	62.732	62.735	62.733	62.733	62.734	62.738	62.740	62.733	62.733	62.733	62.734	62.738	62.739	62.734
20,5	62.691	62.693	62.692	62.692	62.693	62.695	62.697	62.692	62.692	62.692	62.693	62.696	62.697	62.692
21,5	62.649	62.653	62.651	62.651	62.652	62.656	62.658	62.651	62.651	62.651	62.652	62.656	62.658	62.651
22,5	62.621	62.623	62.622	62.622	62.622	62.624	62.626	62.622	62.622	62.622	62.622	62.624	62.625	62.622
23,5	62.593	62.594	62.594	62.594	62.594	62.596	62.597	62.594	62.594	62.594	62.594	62.596	62.597	62.594
24,5	62.608	62.593	62.596	62.599	62.593	62.587	62.583	62.595	62.598	62.598	62.593	62.586	62.587	62.593
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

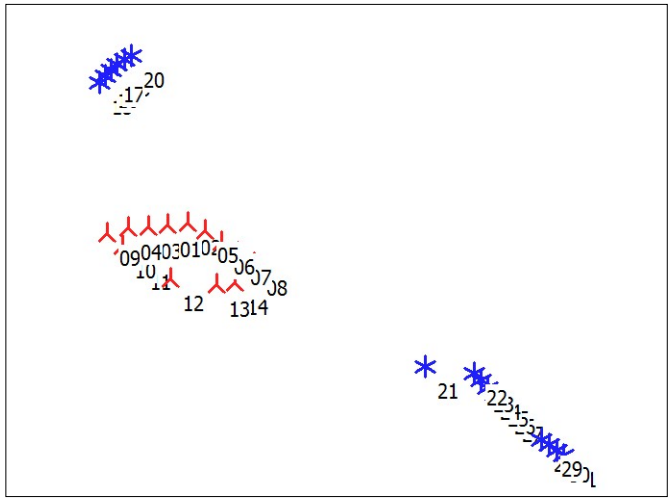
Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - WTG distances

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
	[m]		[m]	[m]		
01	-1,0	03	-1,2	517	3,8	3,8
02	-1,8	05	-1,0	518	3,8	3,8
03	-1,2	01	-1,0	517	3,8	3,8
04	-0,7	10	-1,0	516	3,8	3,8
05	-1,0	06	-0,8	515	3,8	3,8
06	-0,8	05	-1,0	515	3,8	3,8
07	-1,0	08	-0,5	520	3,8	3,8
08	-0,5	07	-1,0	520	3,8	3,8
09	-0,4	10	-1,0	534	3,9	3,9
10	-1,0	04	-0,7	516	3,8	3,8
11	-1,0	10	-1,0	516	3,8	3,8
12	-0,3	11	-1,0	1.034	7,6	7,6
13	-2,0	14	0,0	483	3,6	3,6
14	0,0	13	-2,0	483	3,6	3,6
15	2,7	16	4,4	220	5,0	5,0
16	4,4	17	3,5	220	5,0	5,0
17	3,5	16	4,4	220	5,0	5,0
18	5,1	17	3,5	220	5,0	5,0
19	4,0	18	5,1	220	5,0	5,0
20	5,5	19	4,0	220	5,0	5,0
21	-1,1	22	2,0	1.293	27,5	16,2
22	2,0	23	1,3	271	3,4	3,4
23	1,3	24	1,4	269	3,4	3,4
24	1,4	23	1,3	269	3,4	3,4
25	1,5	26	1,0	270	3,4	3,4
26	1,0	25	1,5	270	3,4	3,4
27	-0,6	26	1,0	271	3,4	3,4
28	-0,6	29	-0,6	237	2,6	2,6
29	-0,6	30	-1,4	236	2,6	2,6
30	-1,4	29	-0,6	236	2,6	2,6
31	-1,0	30	-1,4	237	2,6	2,6
Min	-2,0		-2,0	220	2,6	2,6
Max	5,5		5,1	1.293	27,5	16,2



Scale 1:200.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Wind statistics info

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Main data for wind statistic

File	P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws
Name	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88
Country	Netherlands
Source	User
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 80.959 North: 434.148
Created	1-6-2017
Edited	3-7-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028
Displacement height	None

Additional info for wind statistic

Source data	KNMI Rotterdam Geulhaven
Data from	1-11-1991
Data to	31-5-2017
Measurement length	307,0 Months
Recovery rate	95,1 %
Effective measurement length	291,9 Months

Note

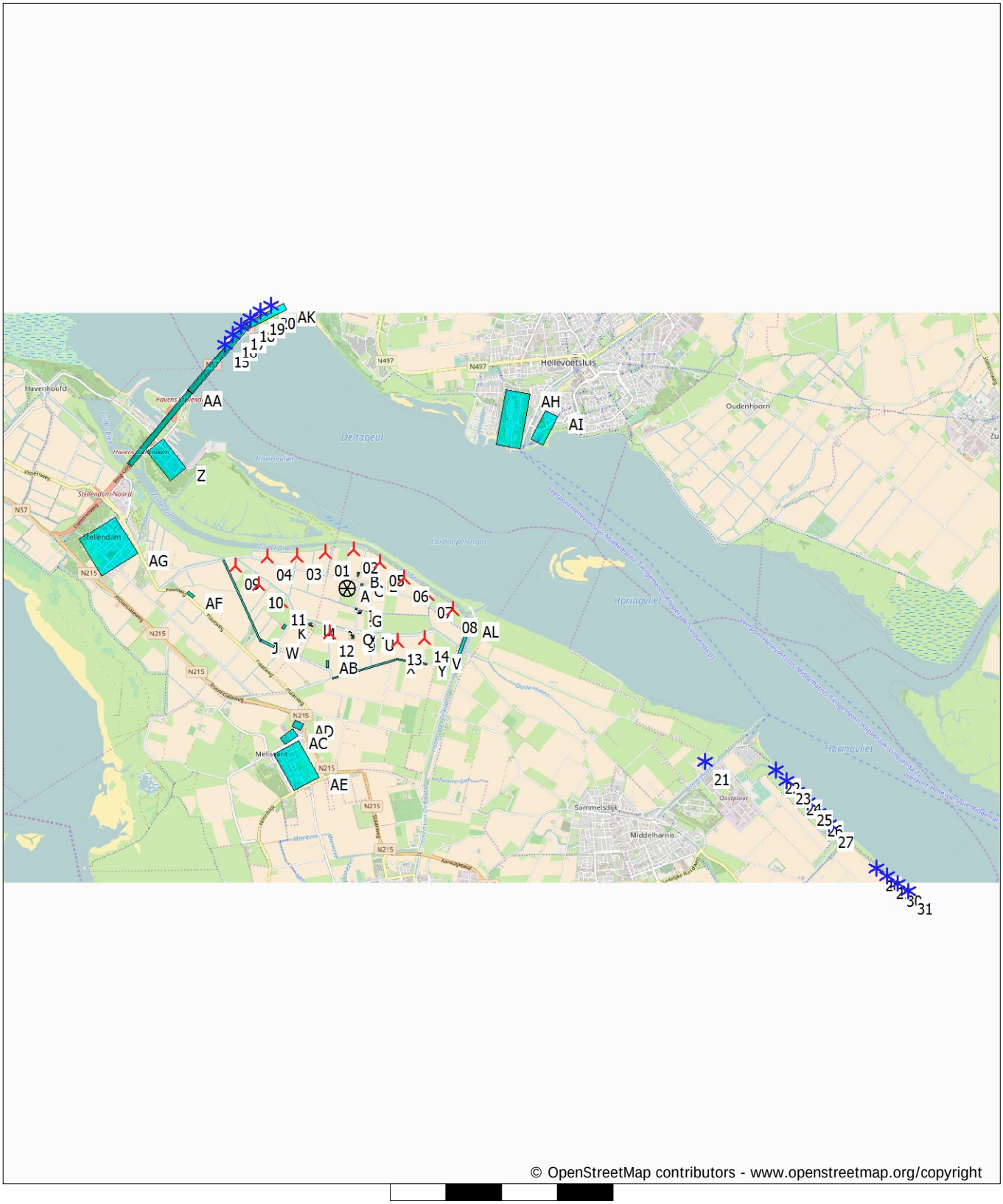
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:57/3.1.617

PARK - Map

Calculation: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88



0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:100.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 67.841 North: 423.752

New WTG | Existing WTG | Site Data | Obstacle

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,235 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,8 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 92,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,5 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	1.002,1 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

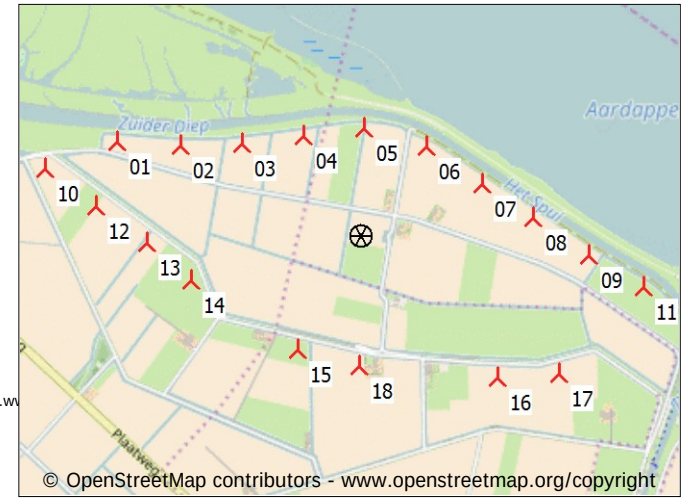
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:50.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
				Specific results¤)			
Wind farm	182.427,9	202.170,5	90,2	38,5	10.134,9	3.378	7,2

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 18 new WTGs with total 54,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Park Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Free mean wind speed [m/s]
01 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.903,7	87,10	37,7	7,23
02 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.614,4	85,39	36,6	7,19
03 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.734,7	86,40	37,0	7,19
04 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.782,1	87,32	37,2	7,17
05 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.933,3	88,49	37,8	7,17
06 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.057,2	89,78	38,2	7,16
07 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.056,2	89,93	38,2	7,16
08 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.039,4	89,58	38,2	7,17
09 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.013,2	89,87	38,1	7,14
10 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.797,2	94,95	41,1	7,23
11 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.245,9	92,07	39,0	7,14
12 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.352,5	91,40	39,4	7,22
13 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.232,0	90,54	38,9	7,21
14 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.373,6	91,90	39,4	7,20
15 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.437,2	93,27	39,7	7,17
16 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.256,8	92,28	39,0	7,13
17 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.248,6	91,69	39,0	7,16
18 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.349,8	92,29	39,4	7,17

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

*) Included in array losses is influence from 17 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
01	New	63.634	424.649	-0,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (31)
02	New	64.050	424.611	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (32)
03	New	64.458	424.619	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (33)
04	New	64.868	424.666	-1,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (34)
05	New	65.271	424.705	-1,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (35)
06	New	65.686	424.576	-1,4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (36)
07	New	66.048	424.325	-1,2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (37)
08	New	66.384	424.094	0,5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (38)
09	New	66.749	423.841	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (39)
10	New	63.149	424.479	-1,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (40)
11	New	67.107	423.625	-1,3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (41)
12	New	63.485	424.225	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (42)
13	New	63.815	423.976	-1,4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (43)
14	New	64.106	423.722	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (44)
15	New	64.806	423.247	-0,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (45)
16	New	66.131	423.044	-1,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (46)
17	New	66.538	423.063	0,2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (47)
18	New	65.209	423.134	-1,7	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (48)

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,235 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,8 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 92,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,5 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	1.002,1 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

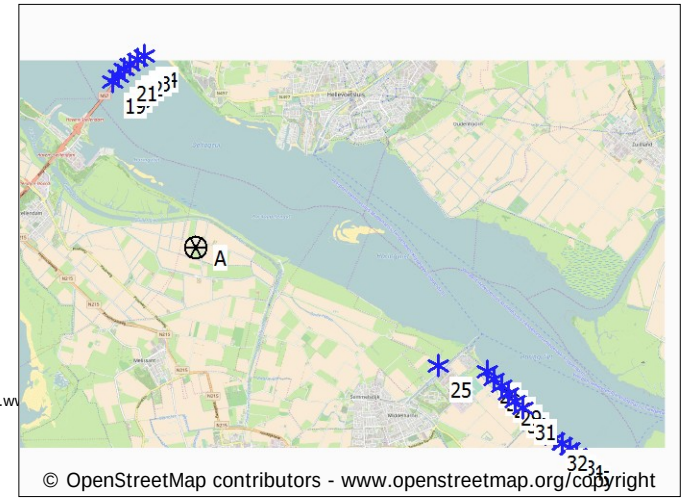
Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:200.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for reference WTGs

Calculated prod. without new WTGs	GROSS (no loss) Free WTGs	Park efficiency	Specific results: Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height	Actual wind corrected energy	Goodness Factor
[MWh]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]	[MWh]	[%]
58.426,1	61.950,6	94,3	26,2	3.436,8	2.295	6,5	0,0	0,0

Calculated Annual Energy for each of 17 reference WTGs with total 25,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs	Goodness Factor
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[%]
19 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.252,3	0
20 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.225,3	0
21 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.215,0	0
22 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.219,9	0
23 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.193,9	0
24 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.206,2	0
25 A	No	VESTAS	V47-660	660	47,0	46,0	EMD	Level 0 - calculated - - 07-2001	1.222,1	0
26 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.448,4	0
27 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.233,6	0
28 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.259,8	0
29 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.231,3	0
30 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.286,7	0
31 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.310,8	0
32 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.097,5	0
33 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.965,3	0
34 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.949,1	0
35 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.109,0	0

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

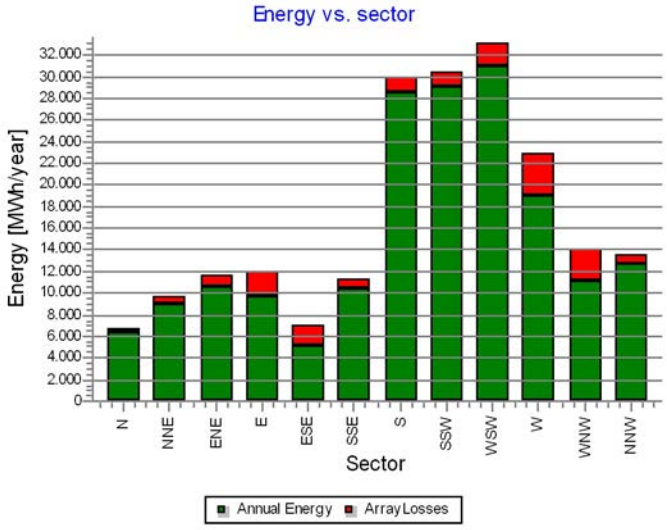
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
19	63.119	428.439	2,7	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (1)		
20	63.262	428.606	4,4	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (2)		
21	63.414	428.764	3,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (3)		
22	63.585	428.903	5,1	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (4)		
23	63.770	429.022	4,0	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (5)		
24	63.965	429.125	5,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (6)		
25	71.633	420.769	-1,1	VESTAS V47 660 47.0 !O! hub: 46,0 m (TOT: 69,5 m) (7)		
26	72.915	420.595	2,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (8)		
27	73.101	420.398	1,3	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (9)		
28	73.286	420.203	1,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (10)		
29	73.473	420.007	1,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (11)		
30	73.658	419.810	1,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (12)		
31	73.845	419.614	-0,6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (13)		
32	74.693	418.801	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (14)		
33	74.883	418.661	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (15)		
34	75.074	418.520	-1,4	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (16)		
35	75.265	418.379	-1,0	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (17)		

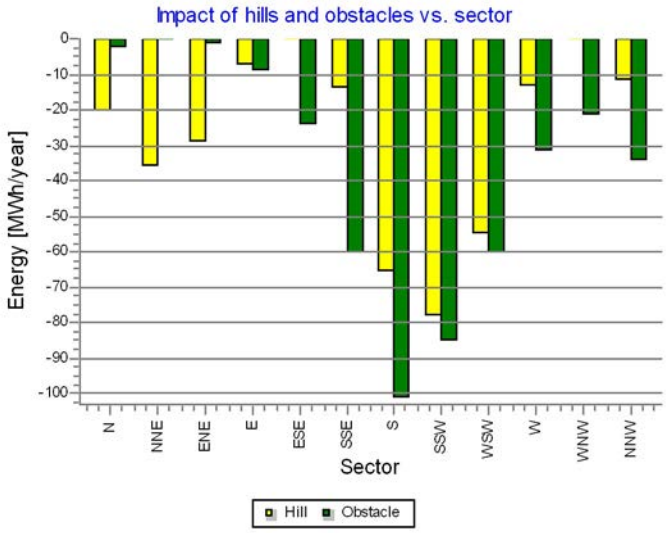
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,235 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	6.761,1	9.713,4	11.612,6	11.929,9	7.029,6	11.304,6	30.142,2	30.663,2	33.205,5	22.923,5	14.121,4	13.528,8	202.935,6
-Decrease due to obstacles	[MWh]	2,5	0,6	1,4	9,1	24,1	60,2	101,5	85,2	60,6	31,9	21,4	34,3	432,7
+Increase due to hills	[MWh]	-20,6	-36,4	-29,3	-7,3	-0,2	-14,1	-65,8	-78,0	-54,9	-13,6	-0,4	-11,9	-332,4
-Decrease due to array losses	[MWh]	483,3	739,4	1.077,0	2.175,2	1.823,9	830,8	1.400,9	1.523,1	2.028,0	3.832,9	3.023,3	804,9	19.742,6
Resulting energy	[MWh]	6.254,7	8.936,9	10.504,9	9.738,3	5.181,3	10.399,6	28.574,1	28.976,9	31.062,0	19.045,1	11.076,3	12.677,7	182.427,9
Specific energy	[kWh/m²]													946
Specific energy	[kWh/kW]													3.378
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,21
Increase due to hills	[%]	-0,3	-0,4	-0,3	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	-0,16
Decrease due to array losses	[%]	7,2	7,6	9,3	18,3	26,0	7,4	4,7	5,0	6,1	16,8	21,4	6,0	9,77
Utilization	[%]	36,8	36,7	35,7	30,2	29,8	38,9	32,2	31,9	28,3	28,3	26,9	33,9	31,3
Operational	[Hours/year]	503	607	602	451	316	673	1.111	984	1.095	830	675	704	8.551
Full Load Equivalent	[Hours/year]	116	165	195	180	96	193	529	537	575	353	205	235	3.378



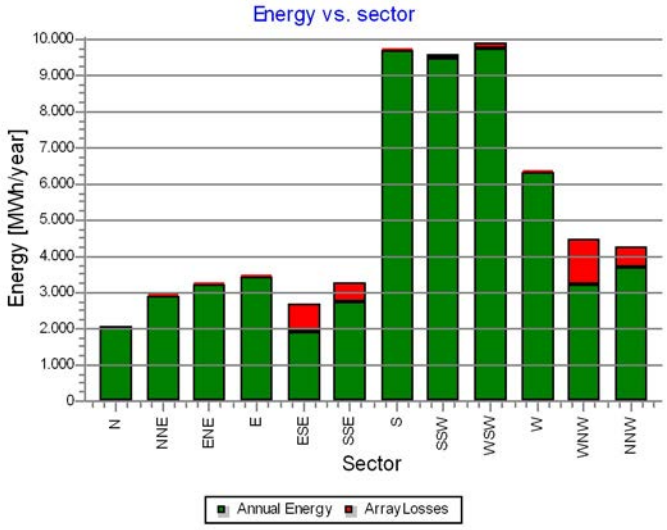


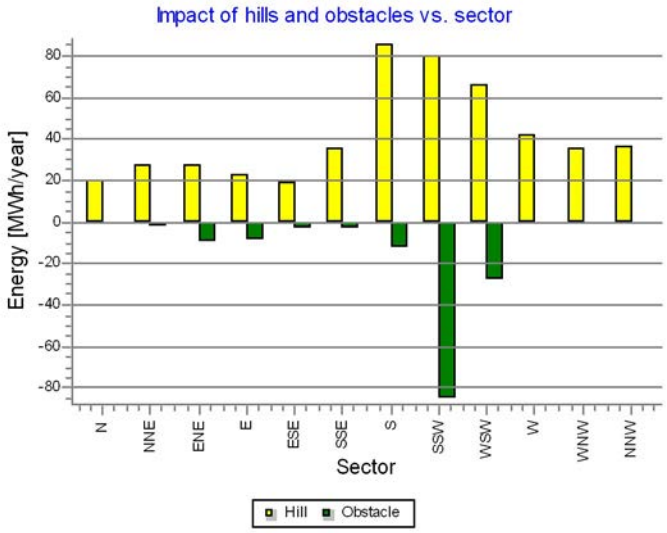
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,235 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	2.034,4	2.897,8	3.253,8	3.442,3	2.664,0	3.231,8	9.674,4	9.559,0	9.844,9	6.322,8	4.435,4	4.243,6	61.604,3
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,0	2,2	9,2	8,5	2,7	2,8	12,8	85,4	27,8	0,0	0,0	0,0	151,5
+Increase due to hills	[MWh]	19,9	27,4	27,2	22,6	18,7	35,9	85,6	80,0	66,1	42,6	35,3	36,5	497,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	0,0	29,6	48,0	19,3	800,0	531,8	69,9	95,3	179,7	40,3	1.281,6	599,2	3.694,7
Resulting energy	[MWh]	2.054,3	2.893,5	3.223,8	3.437,1	1.880,0	2.733,1	9.677,3	9.458,3	9.703,5	6.325,1	3.189,1	3.680,9	58.256,0
Specific energy	[kWh/m²]													877
Specific energy	[kWh/kW]													2.288
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,25
Increase due to hills	[%]	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,81
Decrease due to array losses	[%]	0,0	1,0	1,5	0,6	29,9	16,3	0,7	1,0	1,8	0,6	28,7	14,0	5,96
Utilization	[%]	40,3	40,3	40,5	40,6	28,5	34,8	37,7	38,5	36,5	39,0	27,0	33,7	36,7
Operational	[Hours/year]	469	566	555	410	306	620	1.034	919	1.018	768	632	658	7.955
Full Load Equivalent	[Hours/year]	81	114	127	135	74	107	380	371	381	248	125	145	2.288





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: 01 - NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015, Hub height: 91,5 m

Name: Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015
Source: NORDEX

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
23-10-2015	EMD	9-1-2013	9-11-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,28

F008_244_A02_R02, 23.10.2015

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	5.360	8.062	10.629	12.884	14.767	16.260
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	[MWh]	5.274	7.993	10.575	12.840	14.721	16.198
Check value	[%]	2	1	1	0	0	0

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

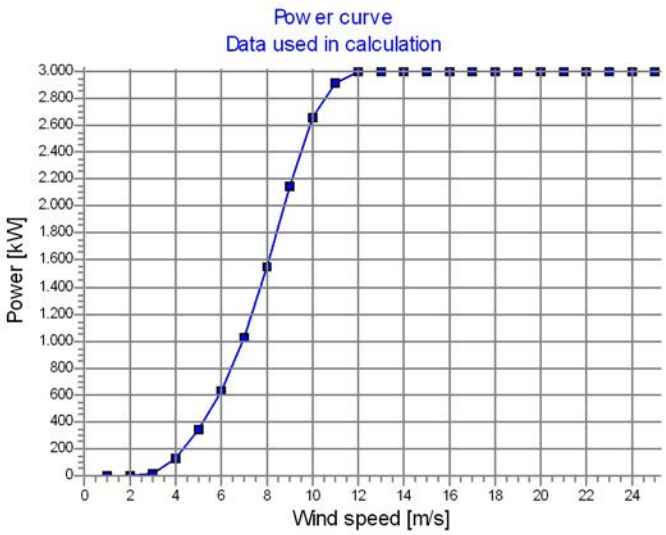
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

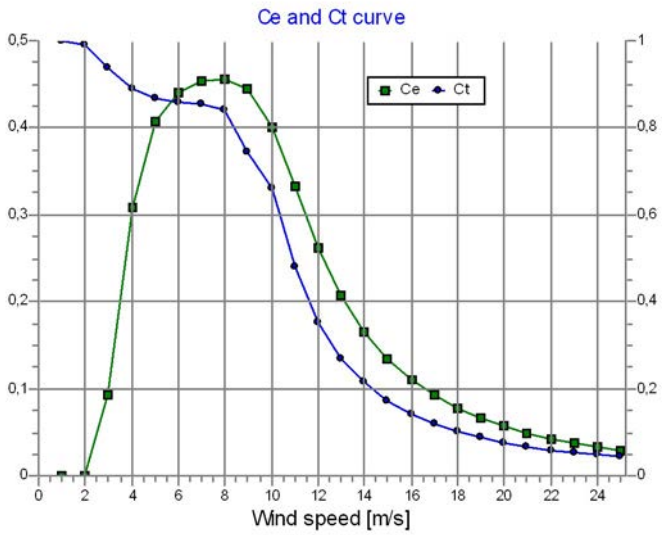
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	16,0	0,09	3,0	0,94
3,5	56,0	0,20	3,5	0,91
4,0	129,0	0,31	4,0	0,89
4,5	221,0	0,37	4,5	0,88
5,0	333,0	0,41	5,0	0,87
5,5	467,0	0,43	5,5	0,86
6,0	624,0	0,44	6,0	0,86
6,5	807,0	0,45	6,5	0,85
7,0	1.020,0	0,45	7,0	0,86
7,5	1.263,0	0,46	7,5	0,85
8,0	1.534,0	0,46	8,0	0,84
8,5	1.825,0	0,45	8,5	0,79
9,0	2.131,0	0,45	9,0	0,75
9,5	2.420,0	0,43	9,5	0,70
10,0	2.643,0	0,40	10,0	0,66
10,5	2.807,0	0,37	10,5	0,59
11,0	2.916,0	0,33	11,0	0,48
11,5	2.978,0	0,30	11,5	0,41
12,0	3.000,0	0,26	12,0	0,35
12,5	3.000,0	0,23	12,5	0,31
13,0	3.000,0	0,21	13,0	0,27
13,5	3.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	3.000,0	0,17	14,0	0,21
14,5	3.000,0	0,15	14,5	0,19
15,0	3.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	3.000,0	0,12	15,5	0,16
16,0	3.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	3.000,0	0,10	16,5	0,13
17,0	3.000,0	0,09	17,0	0,12
17,5	3.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	3.000,0	0,08	18,0	0,10
18,5	3.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	3.000,0	0,07	19,0	0,09
19,5	3.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	3.000,0	0,06	20,0	0,08
20,5	3.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	3.000,0	0,05	21,0	0,07
21,5	3.000,0	0,05	21,5	0,06
22,0	3.000,0	0,04	22,0	0,06
22,5	3.000,0	0,04	22,5	0,06
23,0	3.000,0	0,04	23,0	0,05
23,5	3.000,0	0,04	23,5	0,05
24,0	3.000,0	0,03	24,0	0,05
24,5	3.000,0	0,03	24,5	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,235 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	16,7	0,09	2,50- 3,50	15,7	15,7	0,2
4,0	131,0	0,31	3,50- 4,50	100,9	116,6	1,2
5,0	336,6	0,41	4,50- 5,50	303,9	420,6	4,2
6,0	630,0	0,44	5,50- 6,50	629,1	1.049,7	10,6
7,0	1.029,2	0,45	6,50- 7,50	1.038,4	2.088,2	21,1
8,0	1.546,8	0,46	7,50- 8,50	1.430,9	3.519,1	35,5
9,0	2.146,3	0,44	8,50- 9,50	1.658,2	5.177,3	52,3
10,0	2.653,9	0,40	9,50-10,50	1.583,6	6.760,9	68,3
11,0	2.921,2	0,33	10,50-11,50	1.249,2	8.010,1	80,9
12,0	3.000,0	0,26	11,50-12,50	846,1	8.856,2	89,4
13,0	3.000,0	0,21	12,50-13,50	510,4	9.366,6	94,6
14,0	3.000,0	0,17	13,50-14,50	281,6	9.648,2	97,4
15,0	3.000,0	0,13	14,50-15,50	142,6	9.790,8	98,9
16,0	3.000,0	0,11	15,50-16,50	66,4	9.857,2	99,5
17,0	3.000,0	0,09	16,50-17,50	28,6	9.885,8	99,8
18,0	3.000,0	0,08	17,50-18,50	11,5	9.897,3	99,9
19,0	3.000,0	0,07	18,50-19,50	4,3	9.901,5	100,0
20,0	3.000,0	0,06	19,50-20,50	1,5	9.903,0	100,0
21,0	3.000,0	0,05	20,50-21,50	0,5	9.903,5	100,0
22,0	3.000,0	0,04	21,50-22,50	0,1	9.903,7	100,0
23,0	3.000,0	0,04	22,50-23,50	0,0	9.903,7	100,0
24,0	3.000,0	0,03	23,50-24,50	0,0	9.903,7	100,0
25,0	3.000,0	0,03	24,50-25,50	0,0	9.903,7	100,0





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

PARK - Terrain

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Site Data: A - Goree West_corrected

Obstacles:
38 Obstacles used

Roughness:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo
Min X: 36.586, Max X: 98.990, Min Y: 392.422, Max Y: 455.535, Width: 62.405 m, Height: 63.113 m

Orography:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\716050_productie_EMDGrid_0.wpg
Min X: 46.194, Max X: 87.019, Min Y: 403.553, Max Y: 444.244, Width: 40.825 m, Height: 40.692 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 91,5

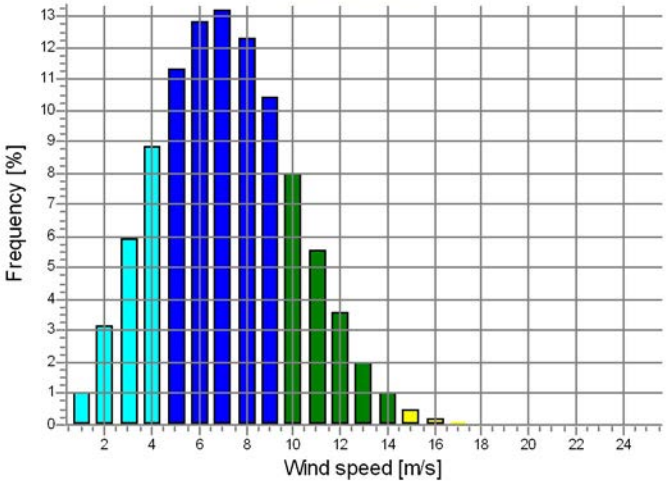
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

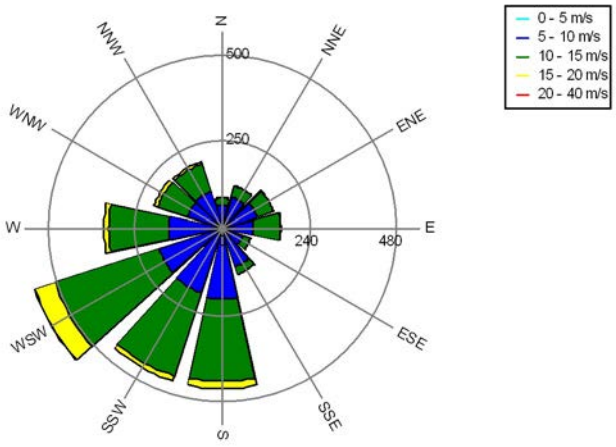
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,18	5,47	2,346	5,9
1 NNE	6,71	5,96	2,588	7,1
2 ENE	7,32	6,52	2,838	7,0
3 E	8,47	7,59	3,252	5,3
4 ESE	7,68	6,90	3,400	3,7
5 SSE	6,92	6,20	3,186	7,9
6 S	8,63	7,69	2,881	13,0
7 SSW	9,16	8,22	3,338	11,6
8 WSW	9,25	8,24	2,826	12,8
9 W	8,64	7,72	2,971	9,7
10 WNW	7,51	6,65	2,369	7,9
11 NNW	7,35	6,52	2,389	8,2
All	8,05	7,16	2,674	100,0

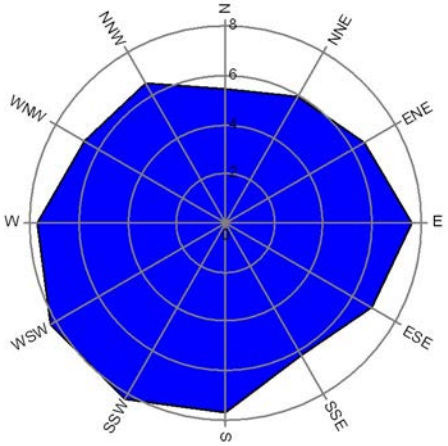
Weibull Distribution



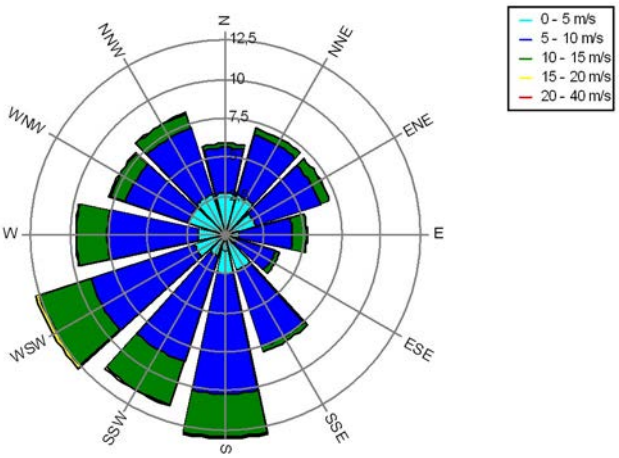
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 100,0

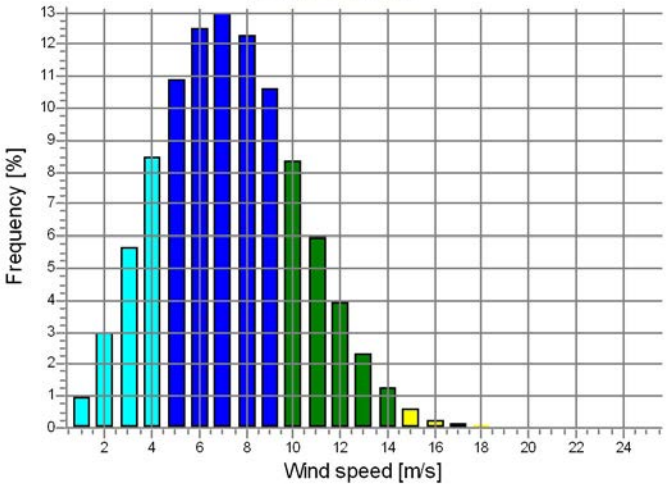
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

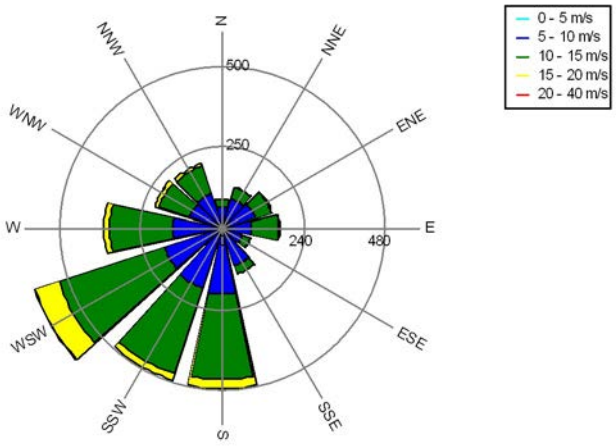
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,26	5,55	2,350	5,9
1 NNE	6,80	6,04	2,600	7,1
2 ENE	7,42	6,61	2,850	7,0
3 E	8,59	7,70	3,256	5,3
4 ESE	7,85	7,05	3,420	3,7
5 SSE	7,07	6,33	3,213	7,9
6 S	8,83	7,88	2,896	13,0
7 SSW	9,36	8,40	3,357	11,5
8 WSW	9,47	8,43	2,830	12,8
9 W	8,84	7,89	2,975	9,7
10 WNW	7,65	6,78	2,373	7,9
11 NNW	7,45	6,61	2,381	8,2
All	8,21	7,30	2,674	100,0

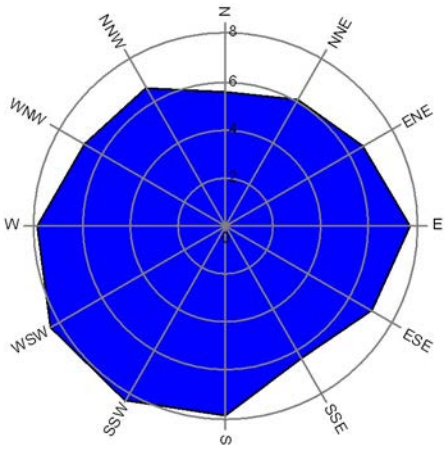
Weibull Distribution



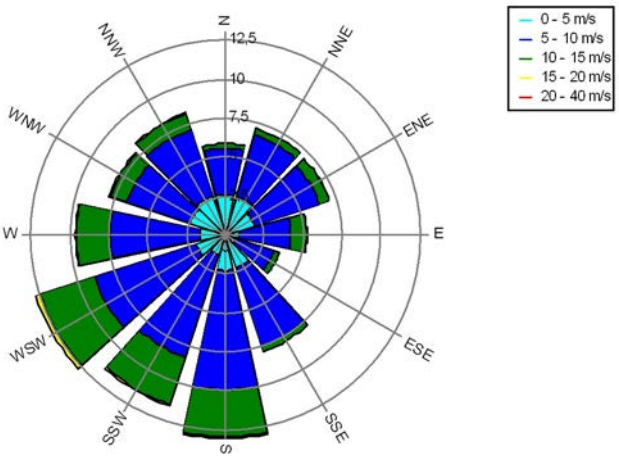
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Park power curve

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1.033	753	844	833	774	592	519	849	853	831	768	583	537	840
4,5	4.027	3.217	3.531	3.488	3.327	2.640	2.389	3.536	3.548	3.484	3.305	2.624	2.436	3.519
5,5	8.490	7.062	7.644	7.560	7.286	5.987	5.503	7.648	7.667	7.554	7.248	5.962	5.591	7.626
6,5	14.661	12.414	13.332	13.203	12.772	10.718	9.941	13.339	13.372	13.193	12.712	10.676	10.086	13.299
7,5	22.933	19.543	20.910	20.723	20.071	17.010	15.857	20.928	20.977	20.708	19.979	16.946	16.075	20.862
8,5	33.114	28.770	30.632	30.388	29.543	25.320	23.622	30.639	30.713	30.371	29.445	25.217	23.959	30.554
9,5	43.797	39.207	41.404	41.125	40.265	35.084	32.952	41.413	41.470	41.110	40.189	34.958	33.274	41.352
10,5	50.673	47.511	49.389	49.193	48.673	43.872	41.715	49.408	49.425	49.186	48.645	43.818	41.999	49.359
11,5	53.641	52.328	53.319	53.264	53.110	50.407	48.851	53.314	53.329	53.262	53.102	50.392	49.077	53.298
12,5	54.000	53.777	53.996	53.992	53.985	53.397	52.887	53.995	53.996	53.992	53.984	53.351	52.975	53.993
13,5	54.000	53.992	54.000	54.000	54.000	53.983	53.953	54.000	54.000	54.000	54.000	53.975	53.961	54.000
14,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
15,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
16,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
17,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
18,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
19,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
20,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
21,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
22,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
23,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
24,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

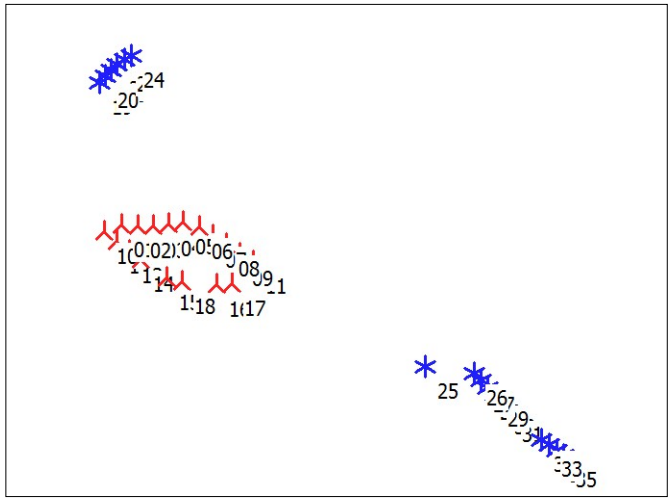
Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - WTG distances

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters	Distance in|rotor diameters
	[m]		[m]	[m]	(max)	(min)
01	-0,9	02	-1,0	418	3,6	3,6
02	-1,0	03	0,0	408	3,5	3,5
03	0,0	02	-1,0	408	3,5	3,5
04	-1,1	05	-1,1	405	3,5	3,5
05	-1,1	04	-1,1	405	3,5	3,5
06	-1,4	05	-1,1	434	3,7	3,7
07	-1,2	08	0,5	408	3,5	3,5
08	0,5	07	-1,2	408	3,5	3,5
09	-1,0	11	-1,3	418	3,6	3,6
10	-1,9	12	-1,0	421	3,6	3,6
11	-1,3	09	-1,0	418	3,6	3,6
12	-1,0	13	-1,4	413	3,5	3,5
13	-1,4	14	-1,0	386	3,3	3,3
14	-1,0	13	-1,4	386	3,3	3,3
15	-0,9	18	-1,7	418	3,6	3,6
16	-1,9	17	0,2	407	3,5	3,5
17	0,2	16	-1,9	407	3,5	3,5
18	-1,7	15	-0,9	418	3,6	3,6
19	2,7	20	4,4	220	5,0	5,0
20	4,4	21	3,5	220	5,0	5,0
21	3,5	20	4,4	220	5,0	5,0
22	5,1	21	3,5	220	5,0	5,0
23	4,0	22	5,1	220	5,0	5,0
24	5,5	23	4,0	220	5,0	5,0
25	-1,1	26	2,0	1.293	27,5	16,2
26	2,0	27	1,3	271	3,4	3,4
27	1,3	28	1,4	269	3,4	3,4
28	1,4	27	1,3	269	3,4	3,4
29	1,5	30	1,0	270	3,4	3,4
30	1,0	29	1,5	270	3,4	3,4
31	-0,6	30	1,0	271	3,4	3,4
32	-0,6	33	-0,6	237	2,6	2,6
33	-0,6	34	-1,4	236	2,6	2,6
34	-1,4	33	-0,6	236	2,6	2,6
35	-1,0	34	-1,4	237	2,6	2,6
Min	-1,9		-1,9	220	2,6	2,6
Max	5,5		5,1	1.293	27,5	16,2



Scale 1:200.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Wind statistics info

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Main data for wind statistic

File	P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws
Name	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88
Country	Netherlands
Source	User
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 80.959 North: 434.148
Created	1-6-2017
Edited	3-7-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028
Displacement height	None

Additional info for wind statistic

Source data	KNMI Rotterdam Geulhaven
Data from	1-11-1991
Data to	31-5-2017
Measurement length	307,0 Months
Recovery rate	95,1 %
Effective measurement length	291,9 Months

Note

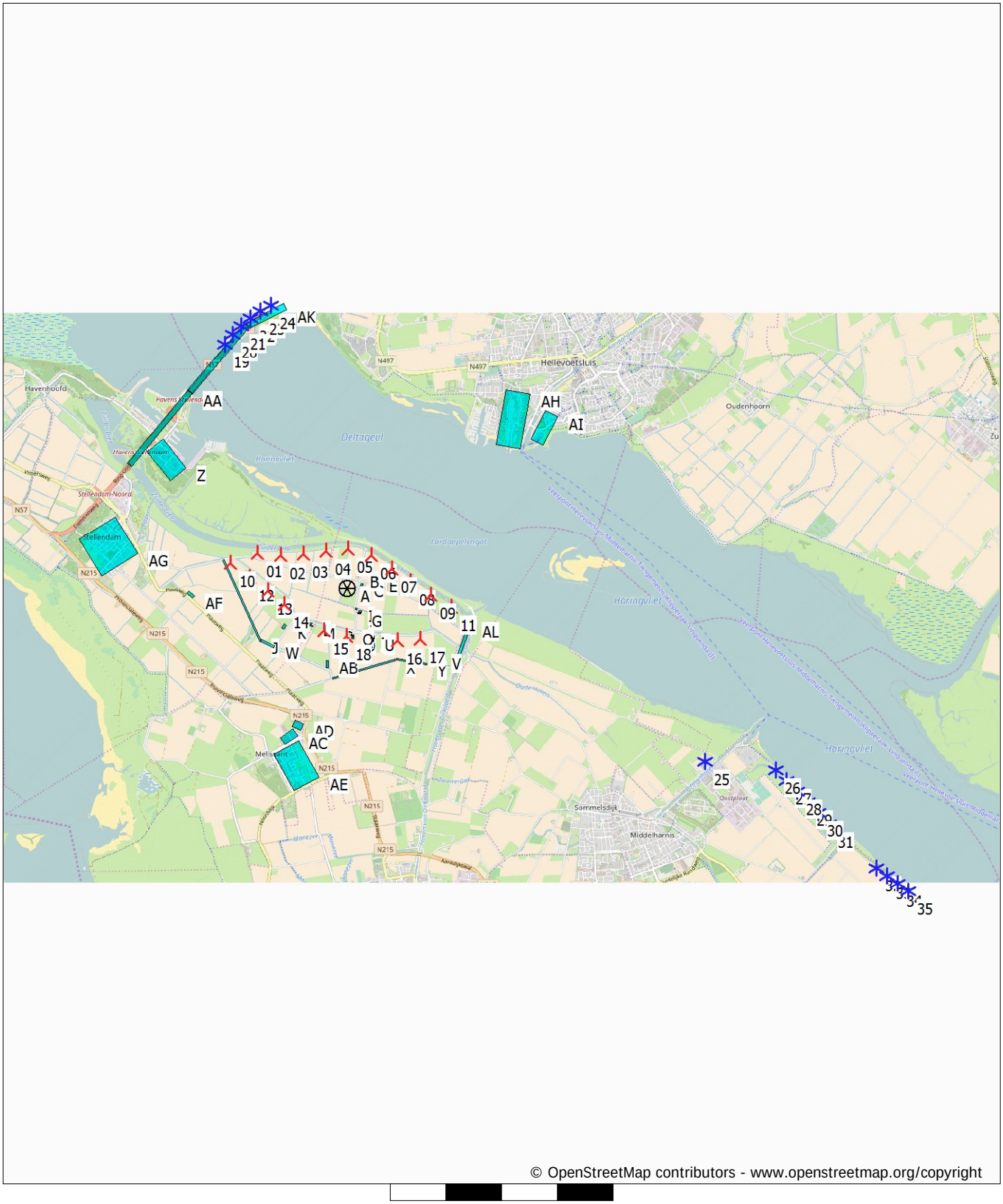
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Map

Calculation: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88



0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:100.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 67.841 North: 423.752

New WTG Existing WTG Site Data Obstacle

Project:
716050_productie

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,230 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,4 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 132,8 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,2 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	997,1 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

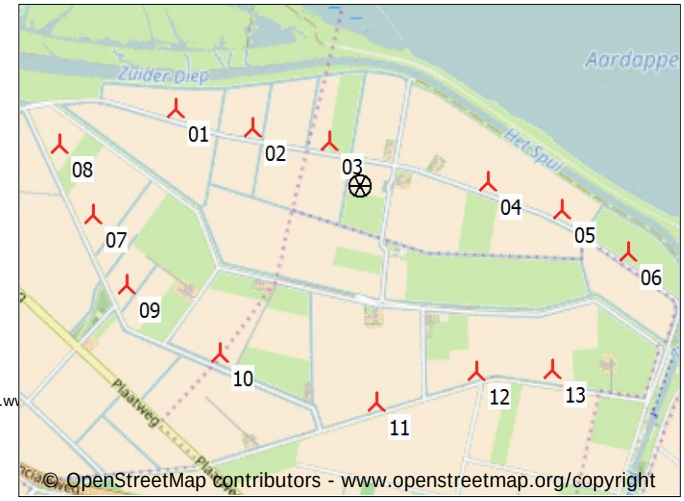
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:50.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
				Specific results¤)			
Wind farm	225.009,5	238.005,6	94,5	43,9	17.308,4	3.846	7,9

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 13 new WTGs with total 58,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Park Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Free mean wind speed [m/s]
01 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.278,7	93,63	43,8	7,97
02 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.056,5	92,98	43,2	7,94
03 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.105,5	93,54	43,4	7,92
04 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.144,7	94,31	43,5	7,89
05 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.920,9	93,38	42,9	7,87
06 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.186,4	94,66	43,6	7,88
07 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.424,8	94,08	44,2	7,99
08 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.723,4	95,74	44,9	7,99
09 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.693,9	95,46	44,9	8,00
10 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.663,0	96,40	44,8	7,94
11 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.541,0	96,11	44,5	7,91
12 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.102,1	93,99	43,4	7,90
13 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.168,6	94,71	43,5	7,88

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

*) Included in array losses is influence from 17 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
01	New	64.020	424.523	-0,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (170)
02	New	64.524	424.389	-1,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (171)
03	New	65.036	424.289	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (172)
04	New	66.084	424.002	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (173)
05	New	66.573	423.808	-0,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (174)
06	New	67.005	423.523	0,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (175)
07	New	63.456	423.833	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (176)
08	New	63.240	424.301	-1,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (177)
09	New	63.670	423.364	0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (178)
10	New	64.281	422.900	-3,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (179)
11	New	65.316	422.559	-1,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (180)
12	New	65.983	422.751	-0,5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (181)
13	New	66.488	422.750	-1,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (182)

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,230 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,4 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 132,8 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,2 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	997,1 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

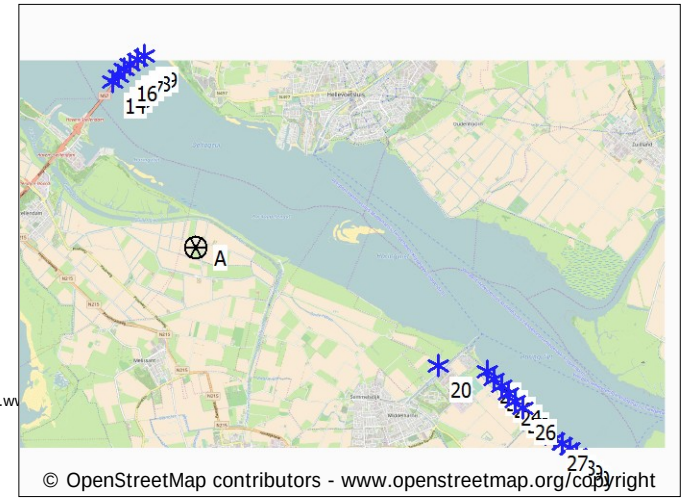
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:200.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for reference WTGs

Calculated prod. without new WTGs	GROSS (no loss) Free WTGs	Park efficiency	Specific results Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height	Actual wind corrected energy	Goodness Factor
[MWh]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]	[MWh]	[%]
58.426,1	61.950,6	94,3	26,2	3.436,8	2.295	6,5	0,0	0,0

Calculated Annual Energy for each of 17 reference WTGs with total 25,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs	Goodness Factor
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[%]
14 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.252,3	0
15 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.225,3	0
16 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.215,0	0
17 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.219,9	0
18 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.193,9	0
19 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.206,2	0
20 A	No	VESTAS	V47-660	660	47,0	46,0	EMD	Level 0 - calculated - - 07-2001	1.222,1	0
21 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.448,4	0
22 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.233,6	0
23 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.259,8	0
24 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.231,3	0
25 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.286,7	0
26 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.310,8	0
27 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.097,5	0
28 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.965,3	0
29 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.949,1	0
30 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.109,0	0

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

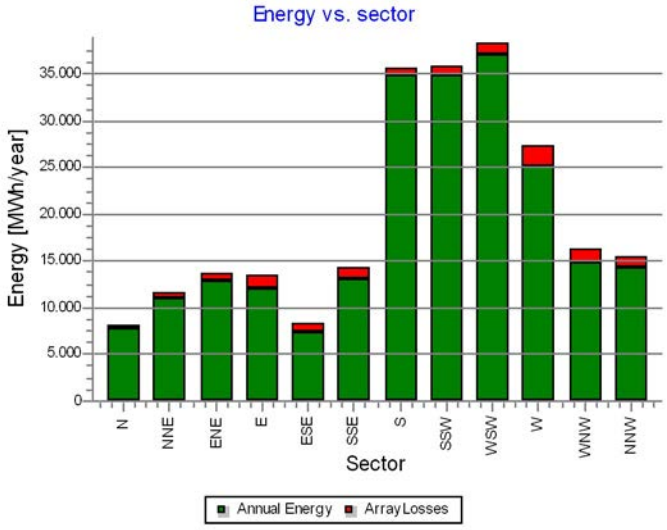
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
14	63.119	428.439	2,7	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (1)		
15	63.262	428.606	4,4	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (2)		
16	63.414	428.764	3,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (3)		
17	63.585	428.903	5,1	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (4)		
18	63.770	429.022	4,0	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (5)		
19	63.965	429.125	5,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (6)		
20	71.633	420.769	-1,1	VESTAS V47 660 47.0 !O! hub: 46,0 m (TOT: 69,5 m) (7)		
21	72.915	420.595	2,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (8)		
22	73.101	420.398	1,3	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (9)		
23	73.286	420.203	1,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (10)		
24	73.473	420.007	1,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (11)		
25	73.658	419.810	1,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (12)		
26	73.845	419.614	-0,6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (13)		
27	74.693	418.801	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (14)		
28	74.883	418.661	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (15)		
29	75.074	418.520	-1,4	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (16)		
30	75.265	418.379	-1,0	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (17)		

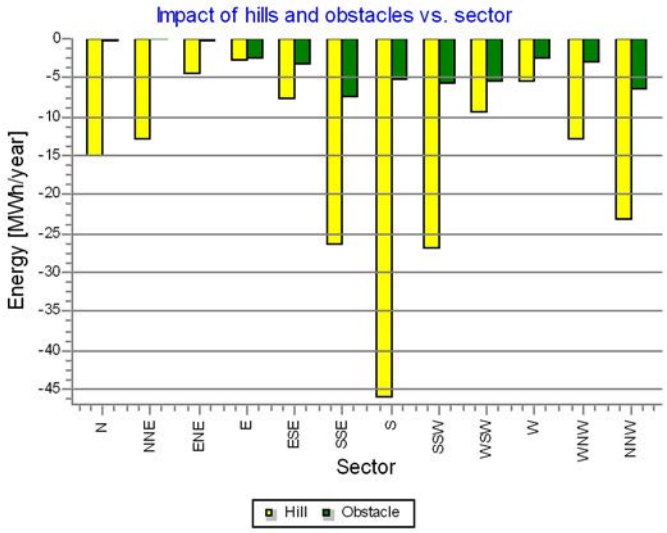
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,230 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	8.133,2	11.678,5	13.569,8	13.405,9	8.285,3	14.265,4	35.686,2	35.897,0	38.256,3	27.264,6	16.369,6	15.433,0	238.244,8
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,5	0,1	0,5	2,6	3,4	7,6	5,3	5,8	5,7	2,6	3,2	6,6	44,0
+Increase due to hills	[MWh]	-15,2	-13,1	-4,7	-3,0	-7,8	-26,4	-46,2	-27,1	-9,5	-5,7	-13,1	-23,2	-195,1
-Decrease due to array losses	[MWh]	327,8	608,4	703,5	1.329,3	897,6	1.142,0	854,2	1.115,8	1.236,9	2.280,3	1.412,8	1.087,5	12.996,1
Resulting energy	[MWh]	7.789,8	11.056,8	12.861,1	12.070,9	7.376,6	13.089,5	34.780,4	34.748,4	37.004,1	24.975,9	14.940,5	14.315,6	225.009,4
Specific energy	[kWh/m²]													1.191
Specific energy	[kWh/kW]													3.846
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02
Increase due to hills	[%]	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,08
Decrease due to array losses	[%]	4,0	5,2	5,2	9,9	10,8	8,0	2,4	3,1	3,2	8,4	8,6	7,1	5,46
Utilization	[%]	36,6	35,7	34,9	30,4	33,1	36,4	28,3	27,6	25,0	26,5	28,5	31,4	29,0
Operational	[Hours/year]	510	617	611	456	320	681	1.127	1.001	1.113	845	683	714	8.677
Full Load Equivalent	[Hours/year]	133	189	220	206	126	224	595	594	633	427	255	245	3.846



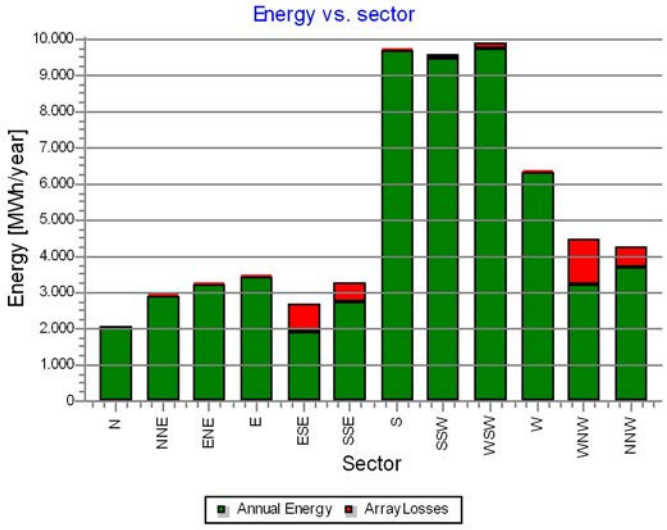


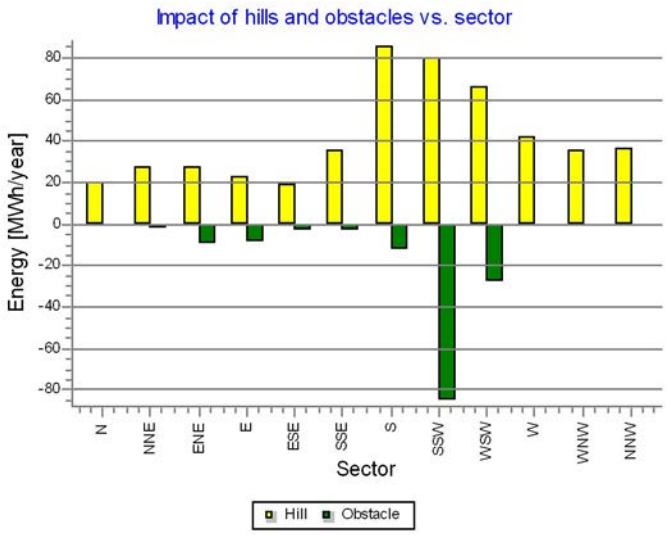
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,230 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	2.034,4	2.897,8	3.253,8	3.442,3	2.664,0	3.231,8	9.674,4	9.559,0	9.844,9	6.322,8	4.435,4	4.243,6	61.604,3
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,0	2,2	9,2	8,5	2,7	2,8	12,8	85,4	27,8	0,0	0,0	0,0	151,5
+Increase due to hills	[MWh]	19,9	27,4	27,2	22,6	18,7	35,9	85,6	80,0	66,1	42,6	35,3	36,5	497,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	0,0	29,6	48,0	19,3	799,9	522,8	60,6	95,3	179,7	49,6	1.278,2	599,2	3.682,3
Resulting energy	[MWh]	2.054,3	2.893,5	3.223,8	3.437,1	1.880,0	2.742,1	9.686,7	9.458,3	9.703,5	6.315,8	3.192,5	3.680,9	58.268,3
Specific energy	[kWh/m²]													877
Specific energy	[kWh/kW]													2.289
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,25
Increase due to hills	[%]	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,81
Decrease due to array losses	[%]	0,0	1,0	1,5	0,6	29,8	16,0	0,6	1,0	1,8	0,8	28,6	14,0	5,94
Utilization	[%]	40,3	40,3	40,5	40,6	28,5	35,0	37,7	38,5	36,5	39,0	27,0	33,7	36,7
Operational	[Hours/year]	469	566	555	410	306	620	1.034	919	1.018	768	632	658	7.955
Full Load Equivalent	[Hours/year]	81	114	127	135	74	108	380	371	381	248	125	145	2.289





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: 01 - LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! Lagerwey L136-4.5MW PV curve, Hub height: 132,0 m

Name: Lagerwey L136-4.5MW PV curve
Source: Document number: SD202ENR1

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
13-2-2017	USER	16-1-2017	13-2-2017	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,31

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	7.402	11.306	15.095	18.482	21.345	23.641
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! Lagerwey L136-4.5MW PV curve	[MWh]	7.377	11.073	14.705	17.992	20.794	23.042
Check value	[%]	0	2	3	3	3	3

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

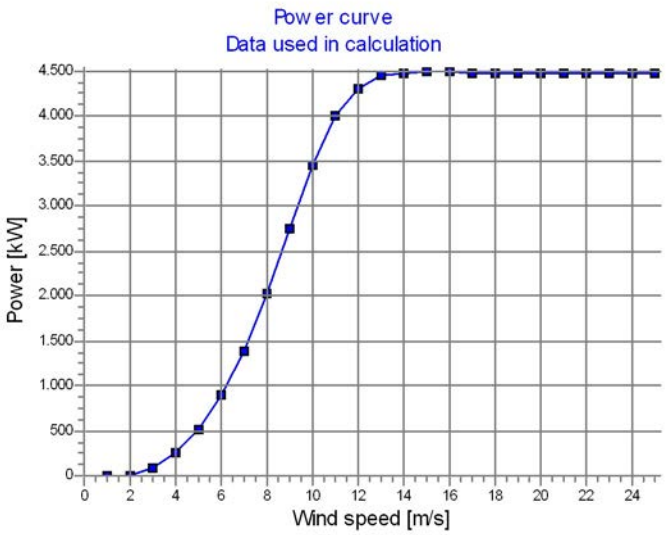
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

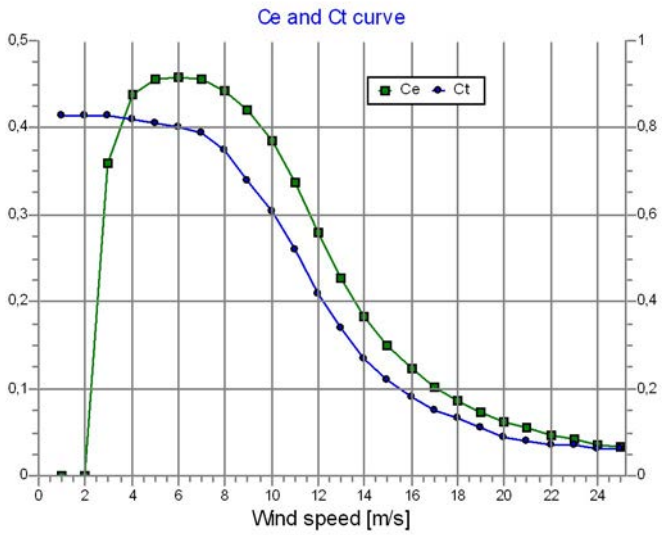
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
2,5	37,0	0,27	2,5	0,83
3,0	86,0	0,36	3,0	0,83
3,5	157,0	0,41	3,5	0,82
4,0	250,0	0,44	4,0	0,82
4,5	366,0	0,45	4,5	0,81
5,0	507,0	0,46	5,0	0,81
5,5	678,0	0,46	5,5	0,80
6,0	881,0	0,46	6,0	0,80
6,5	1.118,0	0,46	6,5	0,80
7,0	1.389,0	0,46	7,0	0,79
7,5	1.691,0	0,45	7,5	0,77
8,0	2.020,0	0,44	8,0	0,75
8,5	2.371,0	0,43	8,5	0,72
9,0	2.734,0	0,42	9,0	0,68
9,5	3.097,0	0,41	9,5	0,65
10,0	3.440,0	0,39	10,0	0,61
10,5	3.745,0	0,36	10,5	0,56
11,0	3.995,0	0,34	11,0	0,52
11,5	4.183,0	0,31	11,5	0,47
12,0	4.314,0	0,28	12,0	0,42
12,5	4.398,0	0,25	12,5	0,38
13,0	4.447,0	0,23	13,0	0,34
13,5	4.474,0	0,20	13,5	0,30
14,0	4.487,0	0,18	14,0	0,27
14,5	4.500,0	0,17	14,5	0,24
15,0	4.500,0	0,15	15,0	0,22
15,5	4.500,0	0,14	15,5	0,19
16,0	4.500,0	0,12	16,0	0,18
16,5	4.490,0	0,11	16,5	0,16
17,0	4.488,0	0,10	17,0	0,15
17,5	4.487,0	0,09	17,5	0,14
18,0	4.485,0	0,09	18,0	0,13
18,5	4.484,0	0,08	18,5	0,12
19,0	4.482,0	0,07	19,0	0,11
19,5	4.481,0	0,07	19,5	0,10
20,0	4.479,0	0,06	20,0	0,09
20,5	4.478,0	0,06	20,5	0,09
21,0	4.477,0	0,05	21,0	0,08
21,5	4.475,0	0,05	21,5	0,08
22,0	4.474,0	0,05	22,0	0,07
22,5	4.473,0	0,04	22,5	0,07
23,0	4.472,0	0,04	23,0	0,07
23,5	4.471,0	0,04	23,5	0,06
24,0	4.470,0	0,04	24,0	0,06
24,5	4.469,0	0,03	24,5	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,230 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	5,4	5,4	0,0
3,0	86,6	0,36	2,50- 3,50	42,8	48,2	0,3
4,0	251,3	0,44	3,50- 4,50	159,7	207,9	1,2
5,0	509,4	0,46	4,50- 5,50	404,6	612,5	3,5
6,0	885,1	0,46	5,50- 6,50	808,6	1.421,1	8,2
7,0	1.395,1	0,46	6,50- 7,50	1.350,9	2.772,0	16,0
8,0	2.028,1	0,44	7,50- 8,50	1.927,9	4.699,9	27,2
9,0	2.744,1	0,42	8,50- 9,50	2.375,4	7.075,3	40,9
10,0	3.450,7	0,39	9,50-10,50	2.532,4	9.607,7	55,6
11,0	4.003,3	0,34	10,50-11,50	2.335,7	11.943,5	69,1
12,0	4.318,4	0,28	11,50-12,50	1.883,7	13.827,2	80,0
13,0	4.448,6	0,23	12,50-13,50	1.359,6	15.186,7	87,9
14,0	4.487,8	0,18	13,50-14,50	899,5	16.086,3	93,1
15,0	4.500,0	0,15	14,50-15,50	552,9	16.639,1	96,3
16,0	4.499,3	0,12	15,50-16,50	316,5	16.955,7	98,1
17,0	4.487,9	0,10	16,50-17,50	169,2	17.124,9	99,1
18,0	4.484,9	0,09	17,50-18,50	84,7	17.209,6	99,6
19,0	4.481,9	0,07	18,50-19,50	39,8	17.249,4	99,8
20,0	4.478,9	0,06	19,50-20,50	17,6	17.266,9	99,9
21,0	4.476,8	0,05	20,50-21,50	7,3	17.274,3	100,0
22,0	4.473,9	0,05	21,50-22,50	2,9	17.277,2	100,0
23,0	4.471,9	0,04	22,50-23,50	1,1	17.278,3	100,0
24,0	4.469,9	0,04	23,50-24,50	0,4	17.278,6	100,0
25,0	4.469,0	0,03	24,50-25,50	0,1	17.278,7	100,0





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Terrain

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Site Data: A - Goree West_corrected

Obstacles:
38 Obstacles used

Roughness:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo
Min X: 36.586, Max X: 98.990, Min Y: 392.422, Max Y: 455.535, Width: 62.405 m, Height: 63.113 m

Orography:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\716050_productie_EMDGrid_0.wpg
Min X: 46.194, Max X: 87.019, Min Y: 403.553, Max Y: 444.244, Width: 40.825 m, Height: 40.692 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 132,0

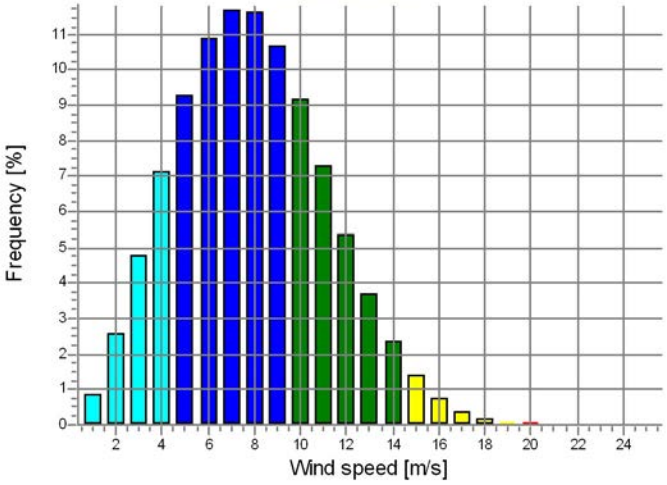
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

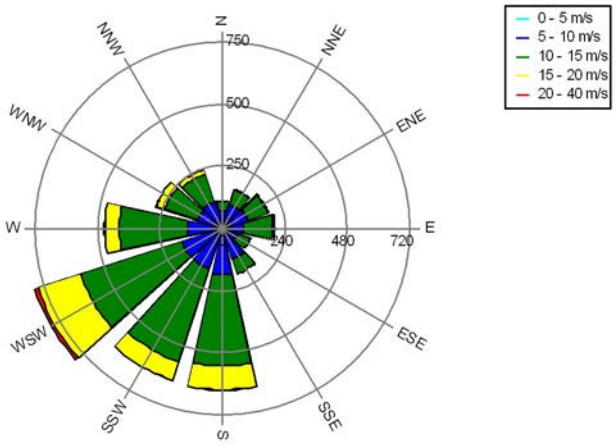
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,68	5,92	2,311	5,9
1 NNE	7,31	6,49	2,557	7,1
2 ENE	7,91	7,05	2,799	7,0
3 E	9,14	8,19	3,201	5,3
4 ESE	8,58	7,70	3,365	3,7
5 SSE	7,72	6,91	3,154	7,9
6 S	9,68	8,63	2,850	13,0
7 SSW	10,24	9,18	3,299	11,5
8 WSW	10,34	9,21	2,787	12,8
9 W	9,65	8,60	2,928	9,7
10 WNW	8,29	7,34	2,334	7,9
11 NNW	7,88	6,98	2,346	8,2
All	8,91	7,91	2,615	100,0

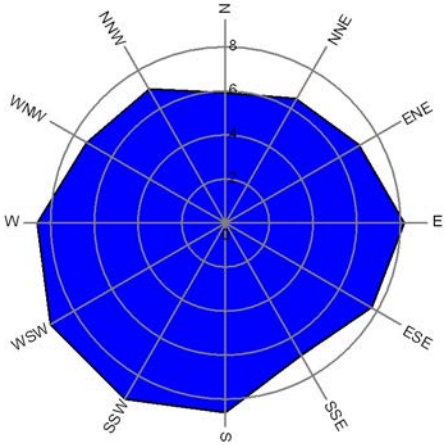
Weibull Distribution



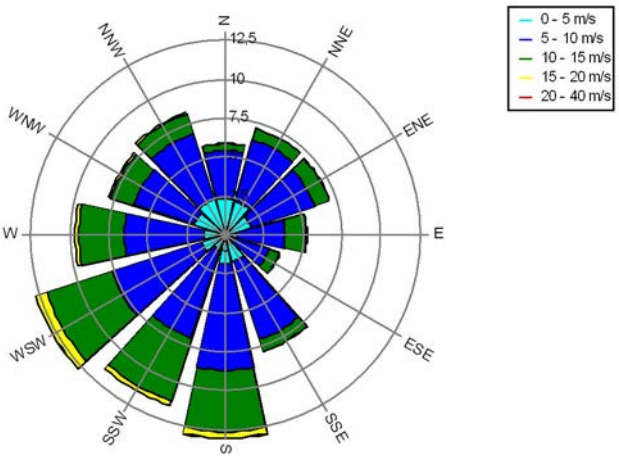
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 100,0

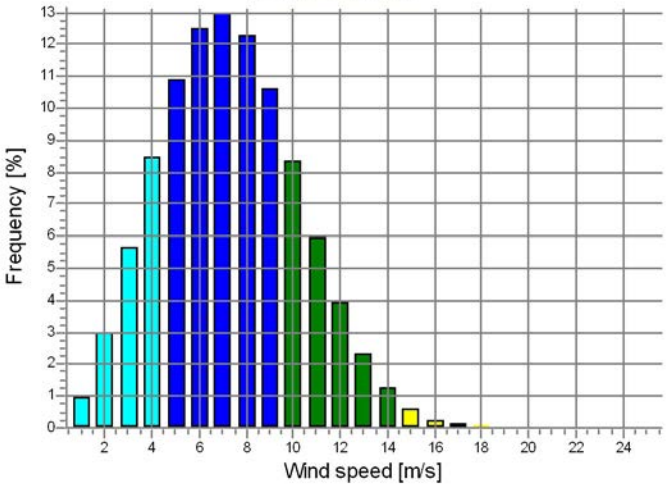
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

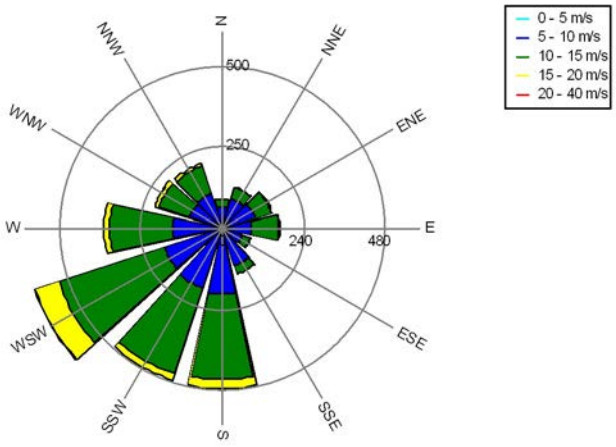
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,26	5,55	2,350	5,9
1 NNE	6,80	6,04	2,600	7,1
2 ENE	7,42	6,61	2,850	7,0
3 E	8,59	7,70	3,256	5,3
4 ESE	7,85	7,05	3,420	3,7
5 SSE	7,07	6,33	3,213	7,9
6 S	8,83	7,88	2,896	13,0
7 SSW	9,36	8,40	3,357	11,5
8 WSW	9,47	8,43	2,830	12,8
9 W	8,84	7,89	2,975	9,7
10 WNW	7,65	6,78	2,373	7,9
11 NNW	7,45	6,61	2,381	8,2
All	8,21	7,30	2,674	100,0

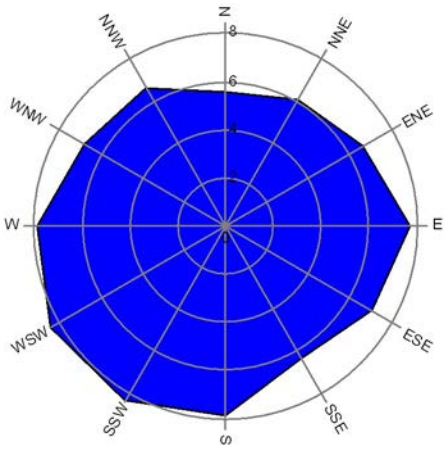
Weibull Distribution



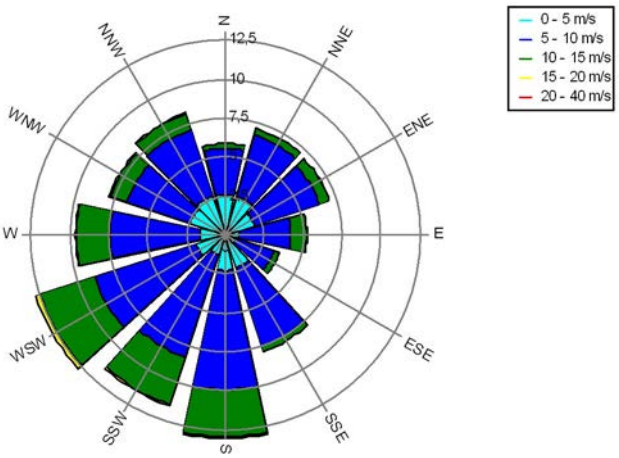
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Park power curve

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	486	371	414	389	388	308	315	374	416	389	384	311	328	370
3,5	2.053	1.793	1.903	1.856	1.847	1.621	1.644	1.779	1.914	1.856	1.841	1.622	1.670	1.764
4,5	4.782	4.251	4.481	4.381	4.360	3.901	3.940	4.223	4.498	4.381	4.348	3.897	3.998	4.197
5,5	8.856	7.929	8.336	8.156	8.119	7.320	7.382	7.882	8.360	8.157	8.099	7.313	7.488	7.840
6,5	14.600	13.100	13.754	13.464	13.405	12.118	12.215	13.024	13.796	13.466	13.371	12.108	12.387	12.954
7,5	22.075	19.957	20.891	20.496	20.409	18.530	18.678	19.837	20.958	20.498	20.363	18.517	18.926	19.730
8,5	30.942	28.325	29.523	29.036	28.926	26.480	26.690	28.138	29.598	29.038	28.873	26.462	26.996	28.013
9,5	40.400	37.629	38.958	38.445	38.329	35.553	35.830	37.372	39.030	38.448	38.277	35.530	36.143	37.249
10,5	48.813	46.491	47.689	47.271	47.166	44.575	44.880	46.198	47.743	47.272	47.133	44.546	45.137	46.104
11,5	54.462	53.042	53.846	53.602	53.534	51.711	51.981	52.782	53.874	53.603	53.519	51.701	52.128	52.733
12,5	57.209	56.623	56.981	56.887	56.858	55.991	56.162	56.483	56.992	56.887	56.854	56.018	56.221	56.466
13,5	58.172	58.013	58.114	58.089	58.081	57.822	57.885	57.970	58.117	58.090	58.080	57.841	57.902	57.966
14,5	58.500	58.453	58.479	58.470	58.468	58.405	58.419	58.444	58.479	58.470	58.468	58.411	58.424	58.443
15,5	58.500	58.499	58.500	58.500	58.500	58.496	58.499	58.498	58.500	58.500	58.500	58.498	58.499	58.498
16,5	58.368	58.390	58.380	58.385	58.386	58.406	58.404	58.391	58.380	58.385	58.386	58.405	58.402	58.392
17,5	58.329	58.332	58.331	58.331	58.331	58.335	58.334	58.333	58.330	58.331	58.331	58.335	58.334	58.333
18,5	58.290	58.293	58.291	58.292	58.292	58.295	58.295	58.293	58.291	58.292	58.292	58.295	58.294	58.293
19,5	58.251	58.253	58.252	58.252	58.253	58.255	58.255	58.254	58.252	58.252	58.253	58.255	58.255	58.254
20,5	58.213	58.215	58.214	58.214	58.214	58.216	58.216	58.215	58.214	58.214	58.214	58.216	58.216	58.215
21,5	58.174	58.177	58.175	58.176	58.176	58.179	58.179	58.177	58.175	58.176	58.176	58.179	58.179	58.177
22,5	58.148	58.149	58.149	58.149	58.149	58.151	58.150	58.149	58.148	58.149	58.149	58.151	58.150	58.150
23,5	58.122	58.123	58.122	58.123	58.123	58.124	58.124	58.123	58.122	58.123	58.123	58.124	58.124	58.123
24,5	58.136	58.123	58.125	58.125	58.124	58.117	58.115	58.124	58.127	58.125	58.123	58.117	58.119	58.121
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

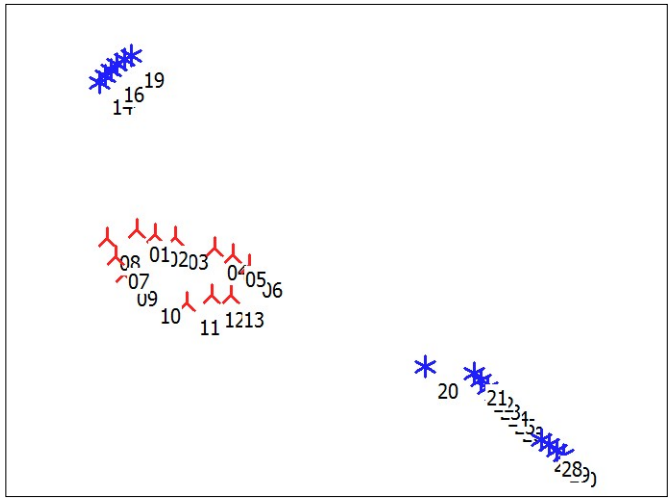
Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - WTG distances

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters	Distance in|rotor diameters
	[m]		[m]	[m]	(max)	(min)
01	-0,9	02	-1,8	521	3,8	3,8
02	-1,8	01	-0,9	521	3,8	3,8
03	-1,0	02	-1,8	522	3,8	3,8
04	-0,5	05	-0,4	526	3,9	3,9
05	-0,4	06	0,0	517	3,8	3,8
06	0,0	05	-0,4	517	3,8	3,8
07	-0,5	08	-1,2	515	3,8	3,8
08	-1,2	07	-0,5	515	3,8	3,8
09	0,8	07	-0,5	515	3,8	3,8
10	-3,7	09	0,8	767	5,6	5,6
11	-1,9	12	-0,5	694	5,1	5,1
12	-0,5	13	-1,2	505	3,7	3,7
13	-1,2	12	-0,5	505	3,7	3,7
14	2,7	15	4,4	220	5,0	5,0
15	4,4	16	3,5	220	5,0	5,0
16	3,5	15	4,4	220	5,0	5,0
17	5,1	16	3,5	220	5,0	5,0
18	4,0	17	5,1	220	5,0	5,0
19	5,5	18	4,0	220	5,0	5,0
20	-1,1	21	2,0	1.293	27,5	16,2
21	2,0	22	1,3	271	3,4	3,4
22	1,3	23	1,4	269	3,4	3,4
23	1,4	22	1,3	269	3,4	3,4
24	1,5	25	1,0	270	3,4	3,4
25	1,0	24	1,5	270	3,4	3,4
26	-0,6	25	1,0	271	3,4	3,4
27	-0,6	28	-0,6	237	2,6	2,6
28	-0,6	29	-1,4	236	2,6	2,6
29	-1,4	28	-0,6	236	2,6	2,6
30	-1,0	29	-1,4	237	2,6	2,6
Min	-3,7		-1,8	220	2,6	2,6
Max	5,5		5,1	1.293	27,5	16,2



Scale 1:200.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Wind statistics info

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Main data for wind statistic

File	P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws
Name	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88
Country	Netherlands
Source	User
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 80.959 North: 434.148
Created	1-6-2017
Edited	3-7-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028
Displacement height	None

Additional info for wind statistic

Source data	KNMI Rotterdam Geulhaven
Data from	1-11-1991
Data to	31-5-2017
Measurement length	307,0 Months
Recovery rate	95,1 %
Effective measurement length	291,9 Months

Note

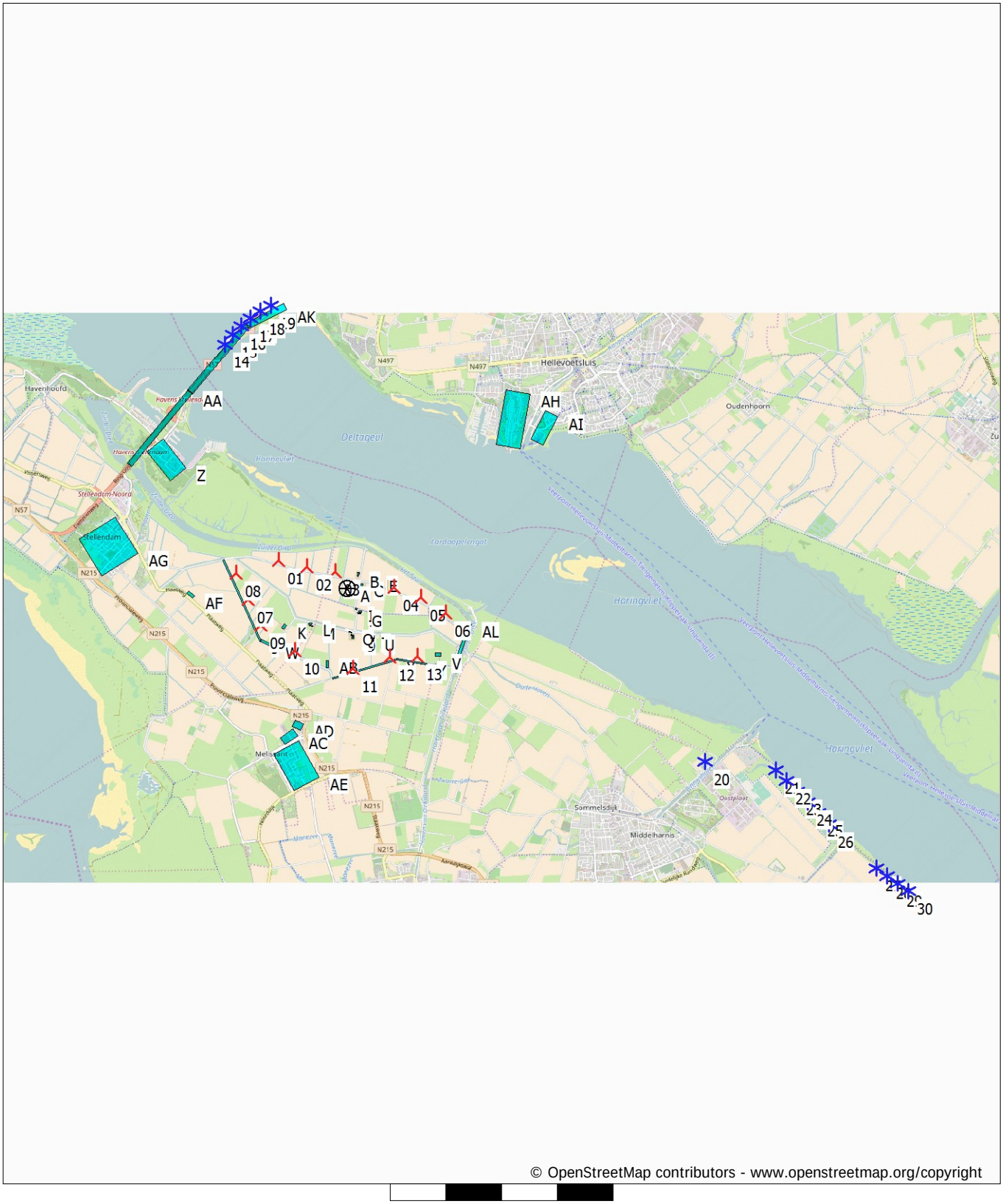
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 15:59/3.1.617

PARK - Map

Calculation: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88



0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:100.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 67.841 North: 423.752

New WTG Existing WTG Site Data Obstacle

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,235 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,8 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 92,6 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,5 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	1.002,0 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

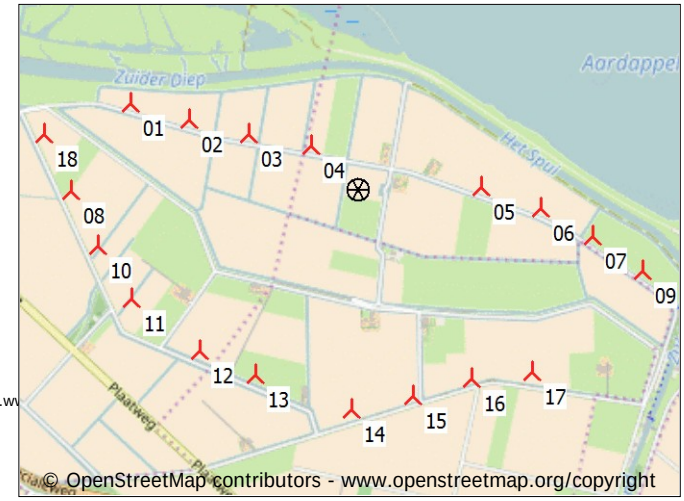
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:50.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
				Specific results¤)			
Wind farm	183.964,2	202.387,3	90,9	38,9	10.220,2	3.407	7,2

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 18 new WTGs with total 54,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Park Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Free mean wind speed [m/s]
01 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.125,2	89,17	38,5	7,22
02 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.915,3	87,79	37,7	7,20
03 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.904,5	88,22	37,7	7,18
04 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.052,8	89,68	38,2	7,17
05 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.181,2	91,31	38,7	7,15
06 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.950,4	89,69	37,8	7,13
07 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.098,1	90,43	38,4	7,15
08 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.343,7	90,96	39,3	7,24
09 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.377,0	92,70	39,5	7,16
10 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.401,3	91,32	39,6	7,24
11 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.543,8	93,08	40,1	7,22
12 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.555,4	93,60	40,1	7,20
13 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.476,6	92,97	39,8	7,20
14 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.381,4	92,71	39,5	7,17
15 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.003,4	89,48	38,0	7,16
16 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.861,9	88,46	37,5	7,15
17 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.123,7	90,94	38,5	7,14
18 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.668,4	93,56	40,6	7,25

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

*) Included in array losses is influence from 17 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
01	New	63.738	424.593	-0,3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (62)
02	New	64.123	424.476	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (63)
03	New	64.518	424.374	-1,3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (64)
04	New	64.931	424.294	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (65)
05	New	66.059	423.999	-0,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (66)
06	New	66.448	423.853	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (67)
07	New	66.789	423.659	0,3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (68)
08	New	63.330	424.024	-0,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (69)
09	New	67.120	423.423	1,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (70)
10	New	63.505	423.656	-0,4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (71)
11	New	63.721	423.302	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (72)
12	New	64.167	422.948	-2,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (73)
13	New	64.533	422.780	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (74)
14	New	65.168	422.543	-0,5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (75)
15	New	65.575	422.622	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (76)
16	New	65.969	422.734	-0,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (77)
17	New	66.369	422.767	-0,5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (78)
18	New	63.162	424.403	-0,3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (79)

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,235 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,8 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 92,6 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,5 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	1.002,0 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

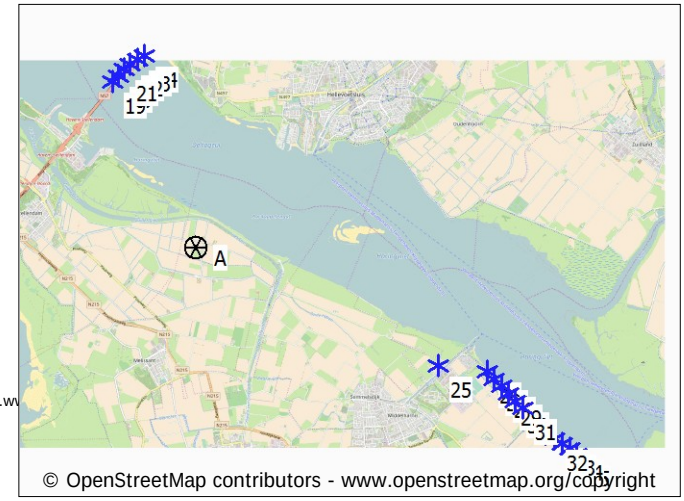
Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:200.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for reference WTGs

Calculated prod. without new WTGs	GROSS (no loss) Free WTGs	Park efficiency	Specific results Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height	Actual wind corrected energy	Goodness Factor
[MWh]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]	[MWh]	[%]
58.426,1	61.950,6	94,3	26,2	3.436,8	2.295	6,5	0,0	0,0

Calculated Annual Energy for each of 17 reference WTGs with total 25,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs	Goodness Factor
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[%]
19 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.252,3	0
20 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.225,3	0
21 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.215,0	0
22 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.219,9	0
23 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.193,9	0
24 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.206,2	0
25 A	No	VESTAS	V47-660	660	47,0	46,0	EMD	Level 0 - calculated - - 07-2001	1.222,1	0
26 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.448,4	0
27 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.233,6	0
28 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.259,8	0
29 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.231,3	0
30 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.286,7	0
31 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.310,8	0
32 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.097,5	0
33 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.965,3	0
34 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.949,1	0
35 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.109,0	0

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

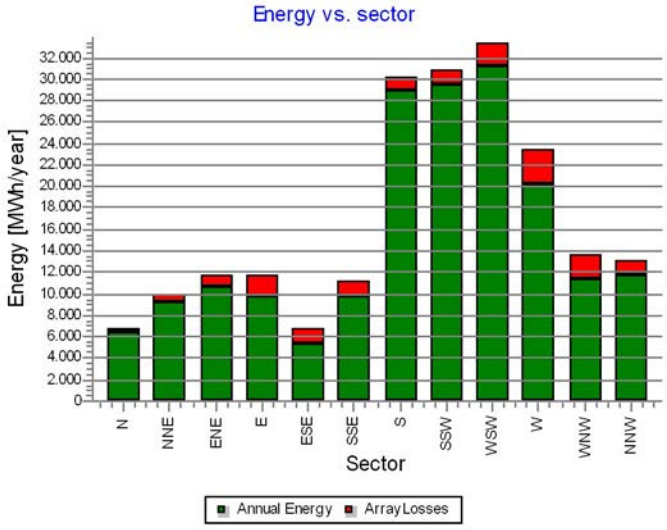
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
19	63.119	428.439	2,7	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (1)		
20	63.262	428.606	4,4	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (2)		
21	63.414	428.764	3,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (3)		
22	63.585	428.903	5,1	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (4)		
23	63.770	429.022	4,0	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (5)		
24	63.965	429.125	5,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (6)		
25	71.633	420.769	-1,1	VESTAS V47 660 47.0 !O! hub: 46,0 m (TOT: 69,5 m) (7)		
26	72.915	420.595	2,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (8)		
27	73.101	420.398	1,3	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (9)		
28	73.286	420.203	1,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (10)		
29	73.473	420.007	1,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (11)		
30	73.658	419.810	1,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (12)		
31	73.845	419.614	-0,6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (13)		
32	74.693	418.801	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (14)		
33	74.883	418.661	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (15)		
34	75.074	418.520	-1,4	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (16)		
35	75.265	418.379	-1,0	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (17)		

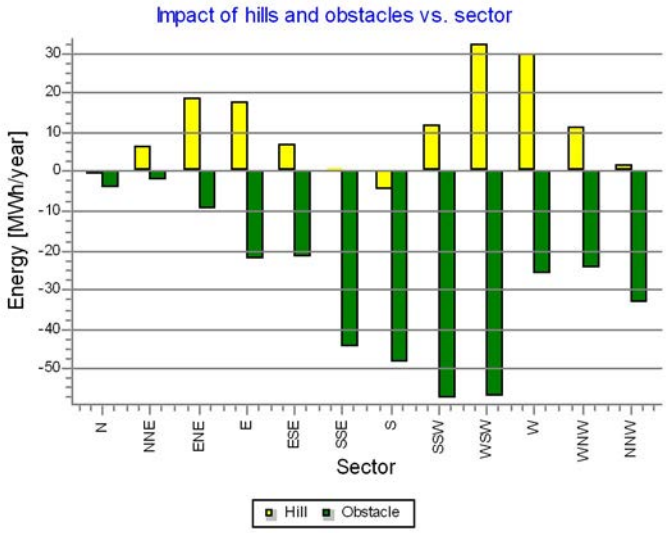
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,235 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	6.827,2	9.859,1	11.764,4	11.634,2	6.762,3	11.273,1	30.119,3	30.837,9	33.362,5	23.381,2	13.595,5	13.189,9	202.606,6
-Decrease due to obstacles	[MWh]	4,4	2,3	9,7	22,0	21,8	44,5	48,4	57,6	56,9	25,8	24,5	33,5	351,4
+Increase due to hills	[MWh]	-0,6	6,7	18,4	17,6	6,8	0,7	-4,5	11,9	32,2	29,7	11,5	1,5	132,0
-Decrease due to array losses	[MWh]	388,5	715,2	1.146,0	1.825,0	1.375,5	1.430,8	1.084,6	1.407,1	2.164,0	3.198,5	2.257,3	1.430,5	18.423,1
Resulting energy	[MWh]	6.433,7	9.148,3	10.627,0	9.804,8	5.371,8	9.798,5	28.981,9	29.385,1	31.173,9	20.186,5	11.325,2	11.727,4	183.964,1
Specific energy	[kWh/m²]													954
Specific energy	[kWh/kW]													3.407
Decrease due to obstacles	[%]	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,17
Increase due to hills	[%]	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,07
Decrease due to array losses	[%]	5,7	7,3	9,7	15,7	20,4	12,7	3,6	4,6	6,5	13,7	16,6	10,9	9,10
Utilization	[%]	37,3	36,8	35,4	31,5	32,5	36,7	32,5	31,8	28,0	28,8	29,1	32,6	31,5
Operational	[Hours/year]	502	608	602	449	315	670	1.110	986	1.097	833	673	704	8.550
Full Load Equivalent	[Hours/year]	119	169	197	182	99	181	537	544	577	374	210	217	3.407



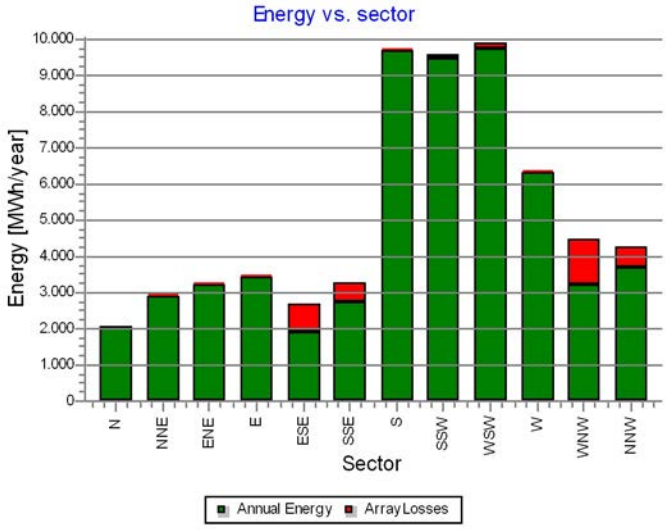


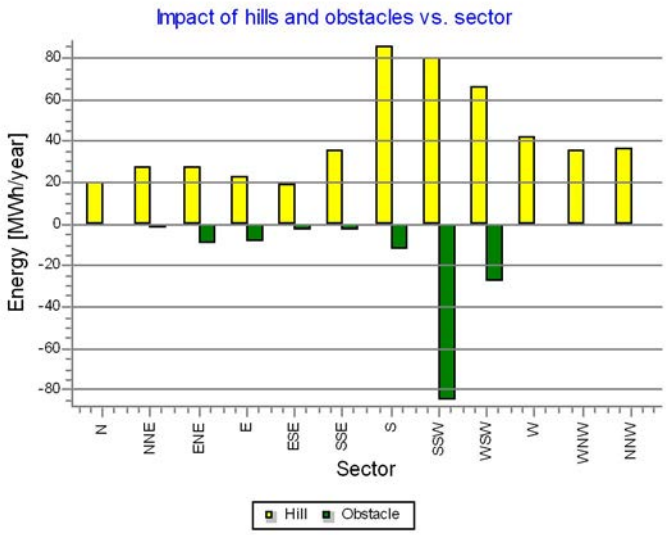
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,235 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	2.034,4	2.897,8	3.253,8	3.442,3	2.664,0	3.231,8	9.674,4	9.559,0	9.844,9	6.322,8	4.435,4	4.243,6	61.604,3
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,0	2,2	9,2	8,5	2,7	2,8	12,8	85,4	27,8	0,0	0,0	0,0	151,5
+Increase due to hills	[MWh]	19,9	27,4	27,2	22,6	18,7	35,9	85,6	80,0	66,1	42,6	35,3	36,5	497,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	0,0	29,6	48,0	19,3	799,9	522,2	68,0	95,3	179,7	52,5	1.280,6	599,2	3.694,4
Resulting energy	[MWh]	2.054,3	2.893,5	3.223,8	3.437,1	1.880,0	2.742,7	9.679,2	9.458,3	9.703,5	6.312,9	3.190,2	3.680,9	58.256,2
Specific energy	[kWh/m²]													877
Specific energy	[kWh/kW]													2.288
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,25
Increase due to hills	[%]	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,81
Decrease due to array losses	[%]	0,0	1,0	1,5	0,6	29,8	16,0	0,7	1,0	1,8	0,8	28,6	14,0	5,96
Utilization	[%]	40,3	40,3	40,5	40,6	28,5	35,0	37,7	38,5	36,5	39,0	27,0	33,7	36,7
Operational	[Hours/year]	469	566	555	410	306	620	1.034	919	1.018	768	632	658	7.955
Full Load Equivalent	[Hours/year]	81	114	127	135	74	108	380	371	381	248	125	145	2.288





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: 01 - NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015, Hub height: 91,5 m

Name: Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015
Source: NORDEX

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
23-10-2015	EMD	9-1-2013	9-11-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,28

F008_244_A02_R02, 23.10.2015

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	5.360	8.062	10.629	12.884	14.767	16.260
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	[MWh]	5.274	7.993	10.575	12.840	14.721	16.198
Check value	[%]	2	1	1	0	0	0

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

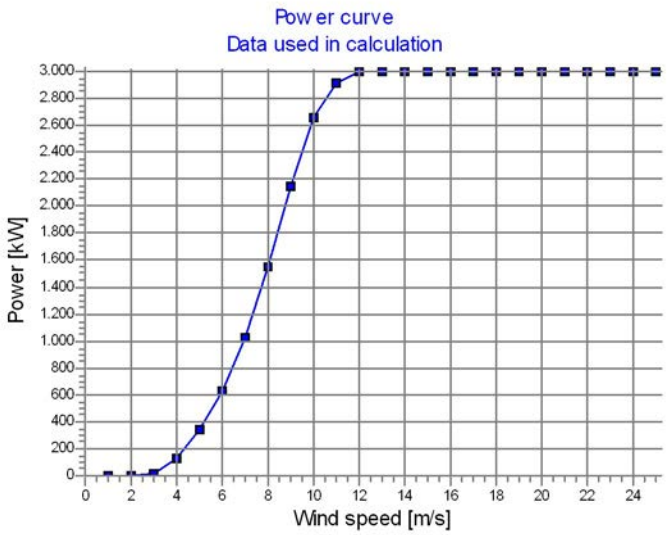
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

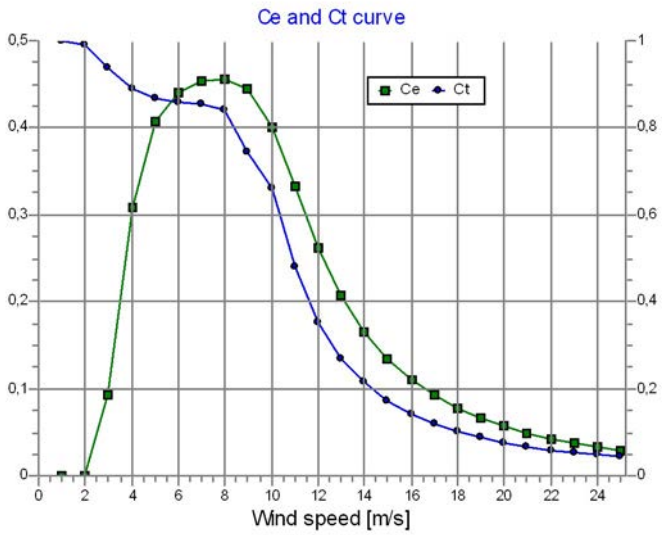
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	16,0	0,09	3,0	0,94
3,5	56,0	0,20	3,5	0,91
4,0	129,0	0,31	4,0	0,89
4,5	221,0	0,37	4,5	0,88
5,0	333,0	0,41	5,0	0,87
5,5	467,0	0,43	5,5	0,86
6,0	624,0	0,44	6,0	0,86
6,5	807,0	0,45	6,5	0,85
7,0	1.020,0	0,45	7,0	0,86
7,5	1.263,0	0,46	7,5	0,85
8,0	1.534,0	0,46	8,0	0,84
8,5	1.825,0	0,45	8,5	0,79
9,0	2.131,0	0,45	9,0	0,75
9,5	2.420,0	0,43	9,5	0,70
10,0	2.643,0	0,40	10,0	0,66
10,5	2.807,0	0,37	10,5	0,59
11,0	2.916,0	0,33	11,0	0,48
11,5	2.978,0	0,30	11,5	0,41
12,0	3.000,0	0,26	12,0	0,35
12,5	3.000,0	0,23	12,5	0,31
13,0	3.000,0	0,21	13,0	0,27
13,5	3.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	3.000,0	0,17	14,0	0,21
14,5	3.000,0	0,15	14,5	0,19
15,0	3.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	3.000,0	0,12	15,5	0,16
16,0	3.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	3.000,0	0,10	16,5	0,13
17,0	3.000,0	0,09	17,0	0,12
17,5	3.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	3.000,0	0,08	18,0	0,10
18,5	3.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	3.000,0	0,07	19,0	0,09
19,5	3.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	3.000,0	0,06	20,0	0,08
20,5	3.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	3.000,0	0,05	21,0	0,07
21,5	3.000,0	0,05	21,5	0,06
22,0	3.000,0	0,04	22,0	0,06
22,5	3.000,0	0,04	22,5	0,06
23,0	3.000,0	0,04	23,0	0,05
23,5	3.000,0	0,04	23,5	0,05
24,0	3.000,0	0,03	24,0	0,05
24,5	3.000,0	0,03	24,5	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,235 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	16,6	0,09	2,50- 3,50	16,1	16,1	0,2
4,0	131,0	0,31	3,50- 4,50	103,5	119,6	1,2
5,0	336,6	0,41	4,50- 5,50	311,5	431,1	4,3
6,0	629,9	0,44	5,50- 6,50	644,7	1.075,8	10,6
7,0	1.029,2	0,45	6,50- 7,50	1.063,8	2.139,6	21,1
8,0	1.546,7	0,46	7,50- 8,50	1.465,2	3.604,8	35,6
9,0	2.146,2	0,44	8,50- 9,50	1.696,9	5.301,7	52,4
10,0	2.653,8	0,40	9,50-10,50	1.619,5	6.921,2	68,4
11,0	2.921,1	0,33	10,50-11,50	1.276,2	8.197,4	81,0
12,0	3.000,0	0,26	11,50-12,50	863,2	9.060,6	89,5
13,0	3.000,0	0,21	12,50-13,50	519,9	9.580,5	94,6
14,0	3.000,0	0,17	13,50-14,50	286,2	9.866,7	97,4
15,0	3.000,0	0,13	14,50-15,50	144,6	10.011,3	98,9
16,0	3.000,0	0,11	15,50-16,50	67,1	10.078,4	99,5
17,0	3.000,0	0,09	16,50-17,50	28,8	10.107,2	99,8
18,0	3.000,0	0,08	17,50-18,50	11,5	10.118,7	99,9
19,0	3.000,0	0,07	18,50-19,50	4,3	10.123,0	100,0
20,0	3.000,0	0,06	19,50-20,50	1,5	10.124,5	100,0
21,0	3.000,0	0,05	20,50-21,50	0,5	10.125,0	100,0
22,0	3.000,0	0,04	21,50-22,50	0,1	10.125,1	100,0
23,0	3.000,0	0,04	22,50-23,50	0,0	10.125,1	100,0
24,0	3.000,0	0,03	23,50-24,50	0,0	10.125,2	100,0
25,0	3.000,0	0,03	24,50-25,50	0,0	10.125,2	100,0





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

PARK - Terrain

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Site Data: A - Goree West_corrected

Obstacles:
38 Obstacles used

Roughness:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo
Min X: 36.586, Max X: 98.990, Min Y: 392.422, Max Y: 455.535, Width: 62.405 m, Height: 63.113 m

Orography:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\716050_productie_EMDGrid_0.wpg
Min X: 46.194, Max X: 87.019, Min Y: 403.553, Max Y: 444.244, Width: 40.825 m, Height: 40.692 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 91,5

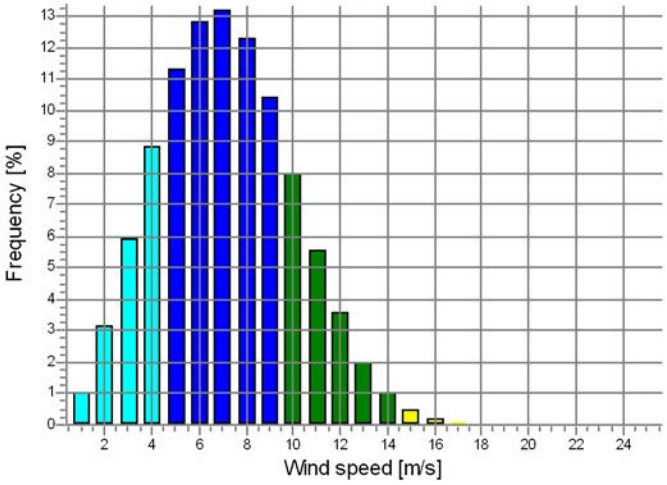
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

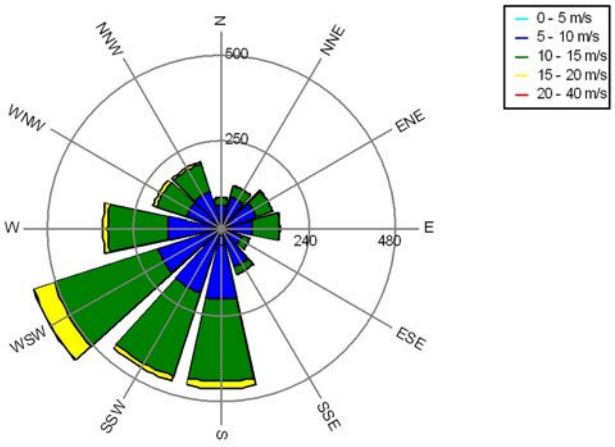
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,18	5,47	2,346	5,9
1 NNE	6,71	5,96	2,588	7,1
2 ENE	7,32	6,52	2,838	7,0
3 E	8,47	7,59	3,252	5,3
4 ESE	7,68	6,90	3,400	3,7
5 SSE	6,92	6,20	3,186	7,9
6 S	8,63	7,69	2,881	13,0
7 SSW	9,16	8,22	3,338	11,6
8 WSW	9,25	8,24	2,826	12,8
9 W	8,64	7,72	2,971	9,7
10 WNW	7,51	6,65	2,369	7,9
11 NNW	7,35	6,52	2,389	8,2
All	8,05	7,16	2,674	100,0

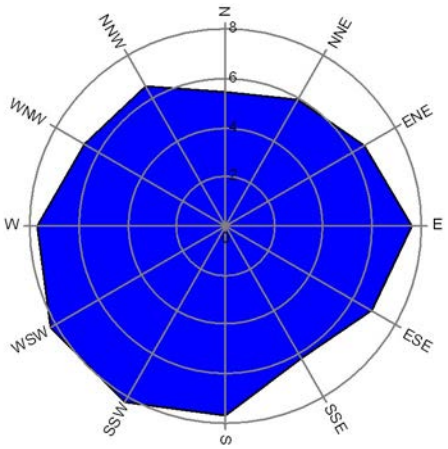
Weibull Distribution



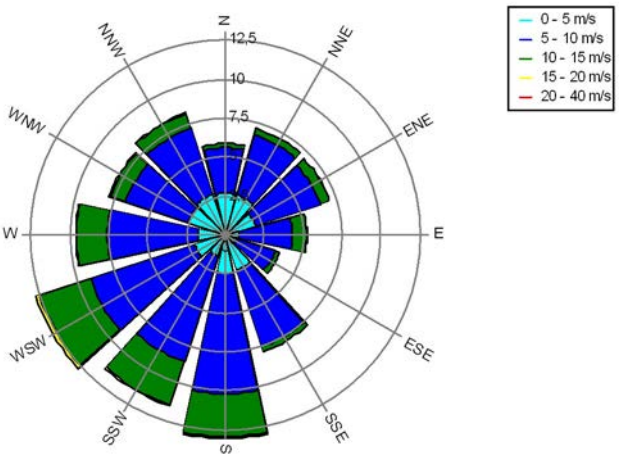
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 100,0

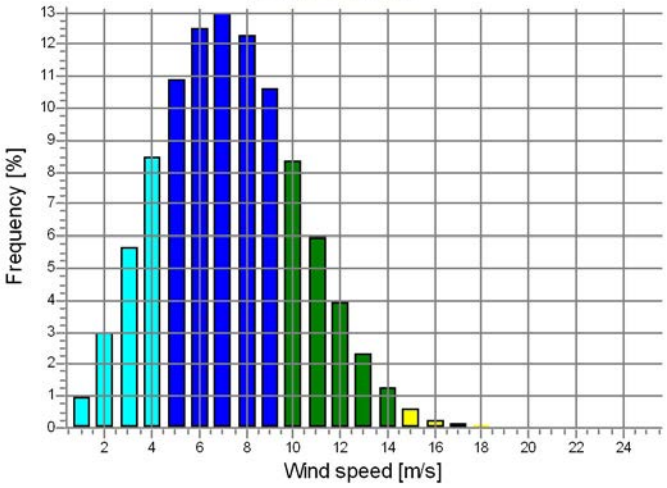
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

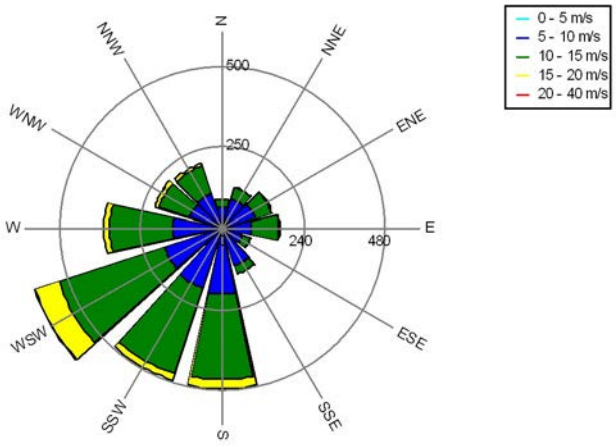
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,26	5,55	2,350	5,9
1 NNE	6,80	6,04	2,600	7,1
2 ENE	7,42	6,61	2,850	7,0
3 E	8,59	7,70	3,256	5,3
4 ESE	7,85	7,05	3,420	3,7
5 SSE	7,07	6,33	3,213	7,9
6 S	8,83	7,88	2,896	13,0
7 SSW	9,36	8,40	3,357	11,5
8 WSW	9,47	8,43	2,830	12,8
9 W	8,84	7,89	2,975	9,7
10 WNW	7,65	6,78	2,373	7,9
11 NNW	7,45	6,61	2,381	8,2
All	8,21	7,30	2,674	100,0

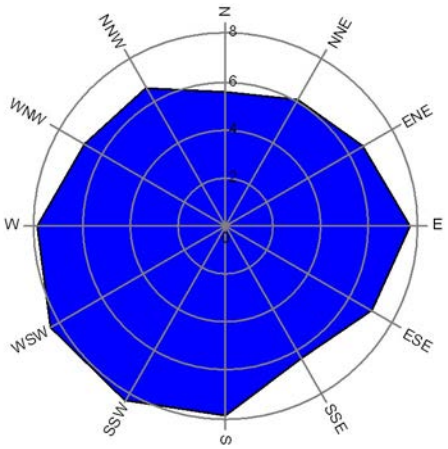
Weibull Distribution



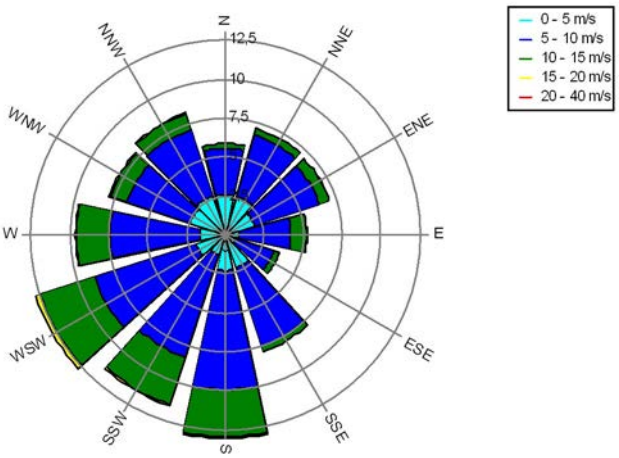
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Park power curve

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1.033	768	878	834	779	633	603	782	890	839	772	634	626	760
4,5	4.027	3.257	3.625	3.499	3.312	2.832	2.699	3.258	3.648	3.512	3.296	2.823	2.751	3.213
5,5	8.490	7.133	7.808	7.587	7.244	6.355	6.115	7.108	7.842	7.609	7.220	6.339	6.207	7.040
6,5	14.661	12.525	13.587	13.246	12.701	11.295	10.916	12.479	13.645	13.280	12.664	11.271	11.071	12.370
7,5	22.932	19.710	21.297	20.783	19.969	17.872	17.300	19.647	21.390	20.835	19.912	17.836	17.538	19.478
8,5	33.112	28.989	31.124	30.489	29.382	26.463	25.690	28.860	31.234	30.550	29.313	26.440	26.030	28.635
9,5	43.796	39.463	41.931	41.287	40.025	36.479	35.652	39.187	42.021	41.340	39.946	36.452	35.975	38.968
10,5	50.672	47.717	49.730	49.368	48.319	45.191	44.562	47.262	49.774	49.391	48.295	45.152	44.748	47.154
11,5	53.640	52.473	53.413	53.321	52.860	51.083	51.022	52.146	53.423	53.326	52.867	51.108	51.184	52.116
12,5	54.000	53.844	54.000	53.998	53.927	53.503	53.616	53.766	54.000	53.998	53.939	53.587	53.674	53.772
13,5	54.000	53.997	54.000	54.000	53.999	53.979	53.992	53.995	54.000	54.000	54.000	53.992	53.998	53.996
14,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
15,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
16,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
17,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
18,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
19,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
20,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
21,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
22,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
23,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
24,5	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

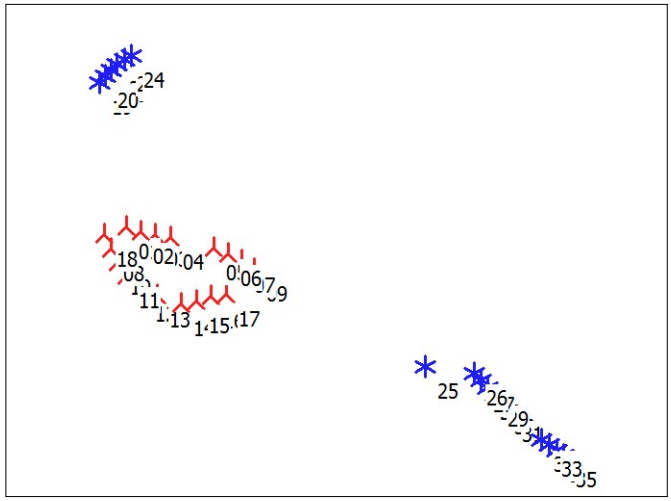
Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - WTG distances

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
01	-0,3	02	-1,0	402	3,4	3,4
02	-1,0	01	-0,3	402	3,4	3,4
03	-1,3	02	-1,0	408	3,5	3,5
04	-1,0	03	-1,3	421	3,6	3,6
05	-0,1	06	-1,0	415	3,6	3,6
06	-1,0	07	0,3	392	3,4	3,4
07	0,3	06	-1,0	392	3,4	3,4
08	-0,9	10	-0,4	407	3,5	3,5
09	1,1	07	0,3	406	3,5	3,5
10	-0,4	08	-0,9	407	3,5	3,5
11	0,0	10	-0,4	415	3,5	3,5
12	-2,9	13	0,0	403	3,4	3,4
13	0,0	12	-2,9	403	3,4	3,4
14	-0,5	15	0,0	414	3,5	3,5
15	0,0	16	-0,9	409	3,5	3,5
16	-0,9	17	-0,5	401	3,4	3,4
17	-0,5	16	-0,9	401	3,4	3,4
18	-0,3	08	-0,9	414	3,5	3,5
19	2,7	20	4,4	220	5,0	5,0
20	4,4	21	3,5	220	5,0	5,0
21	3,5	20	4,4	220	5,0	5,0
22	5,1	21	3,5	220	5,0	5,0
23	4,0	22	5,1	220	5,0	5,0
24	5,5	23	4,0	220	5,0	5,0
25	-1,1	26	2,0	1.293	27,5	16,2
26	2,0	27	1,3	271	3,4	3,4
27	1,3	28	1,4	269	3,4	3,4
28	1,4	27	1,3	269	3,4	3,4
29	1,5	30	1,0	270	3,4	3,4
30	1,0	29	1,5	270	3,4	3,4
31	-0,6	30	1,0	271	3,4	3,4
32	-0,6	33	-0,6	237	2,6	2,6
33	-0,6	34	-1,4	236	2,6	2,6
34	-1,4	33	-0,6	236	2,6	2,6
35	-1,0	34	-1,4	237	2,6	2,6
Min	-2,9		-2,9	220	2,6	2,6
Max	5,5		5,1	1.293	27,5	16,2



Scale 1:200.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Wind statistics info

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Main data for wind statistic

File	P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws
Name	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88
Country	Netherlands
Source	User
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 80.959 North: 434.148
Created	1-6-2017
Edited	3-7-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028
Displacement height	None

Additional info for wind statistic

Source data	KNMI Rotterdam Geulhaven
Data from	1-11-1991
Data to	31-5-2017
Measurement length	307,0 Months
Recovery rate	95,1 %
Effective measurement length	291,9 Months

Note

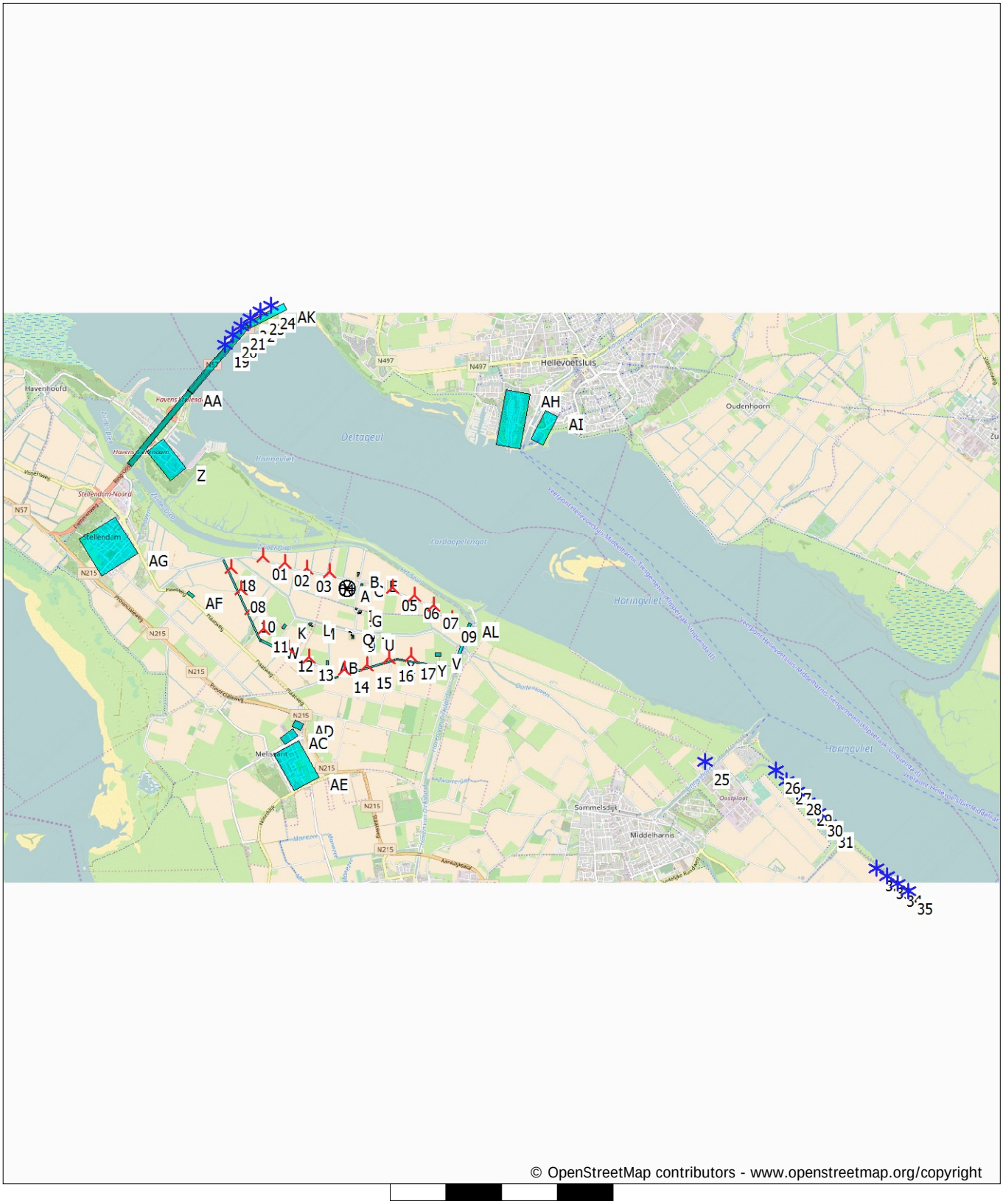
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
4-7-2017 9:09/3.1.617

PARK - Map

Calculation: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88



0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:100.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 67.841 North: 423.752

New WTG Existing WTG Site Data Obstacle

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,230 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,4 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 131,8 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,2 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	997,2 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

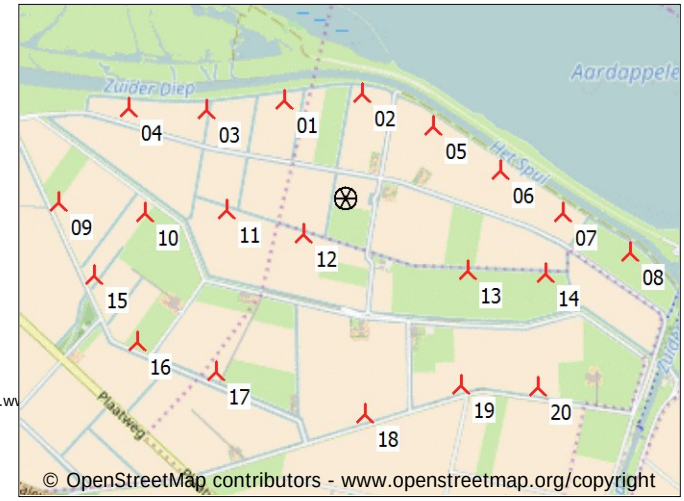
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wv
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:50.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
			Specific results¤)				
Wind farm	331.966,5	365.683,7	90,8	42,1	16.598,3	3.689	7,9

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 20 new WTGs with total 90,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Park Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Free mean wind speed [m/s]
01 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.226,5	88,69	41,1	7,92
02 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.413,7	90,06	41,6	7,90
03 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.262,8	88,52	41,2	7,95
04 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.978,6	91,81	43,0	7,98
05 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.428,9	90,39	41,6	7,89
06 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.261,1	89,49	41,2	7,89
07 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	15.924,3	87,81	40,4	7,88
08 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.634,7	91,76	42,2	7,87
09 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.369,7	93,74	44,0	8,00
10 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.327,7	88,53	41,4	7,97
11 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.229,5	88,30	41,1	7,95
12 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.336,8	89,69	41,4	7,90
13 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.146,6	88,77	40,9	7,89
14 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	15.898,4	87,83	40,3	7,87
15 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.068,5	92,39	43,3	7,98
16 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.319,9	93,87	43,9	7,98
17 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.218,2	93,80	43,6	7,95
18 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	17.225,9	94,38	43,7	7,91
19 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.796,6	92,34	42,6	7,89
20 A	Yes	LAGERWEY	L136-4.5MW-4.500	4.500	136,0	132,0	USER	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	16.898,0	93,33	42,8	7,87

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

*) Included in array losses is influence from 17 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
01	New	64.838	424.647	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (183)
02	New	65.359	424.682	-1,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (184)
03	New	64.325	424.595	-1,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (185)
04	New	63.809	424.615	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (186)
05	New	65.828	424.461	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (187)
06	New	66.264	424.158	-0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (188)
07	New	66.674	423.873	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (189)
08	New	67.116	423.600	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (190)
09	New	63.328	424.004	-0,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (191)
10	New	63.900	423.920	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (192)
11	New	64.447	423.933	-0,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (193)
12	New	64.953	423.765	-2,6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (194)
13	New	66.040	423.502	-0,2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (195)
14	New	66.556	423.473	-1,4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (196)
15	New	63.553	423.512	-1,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (197)
16	New	63.833	423.072	-1,8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (198)
17	New	64.354	422.864	-1,9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (199)
18	New	65.336	422.565	-1,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (200)
19	New	65.980	422.742	-0,7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (201)
20	New	66.491	422.719	-2,0	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (202)

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,230 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,4 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 131,8 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,2 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	997,2 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

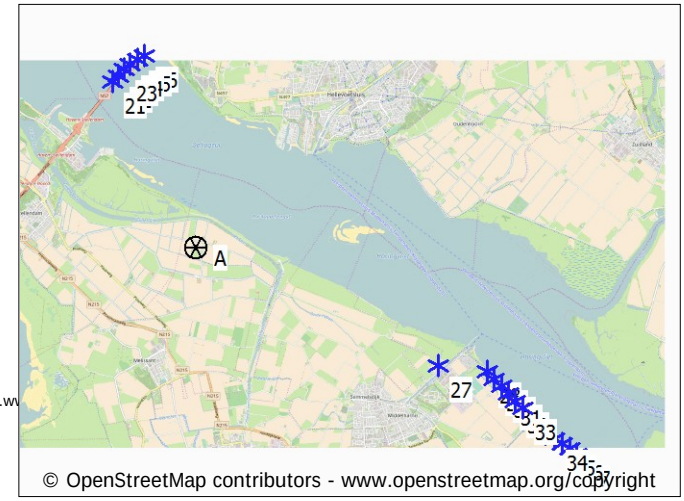
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:200.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for reference WTGs

Calculated prod. without new WTGs	GROSS (no loss) Free WTGs	Park efficiency	Specific results Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height	Actual wind corrected energy	Goodness Factor
[MWh]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]	[MWh]	[%]
58.426,1	61.950,6	94,3	26,2	3.436,8	2.295	6,5	0,0	0,0

Calculated Annual Energy for each of 17 reference WTGs with total 25,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs	Goodness Factor
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[%]
21 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.252,3	0
22 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.225,3	0
23 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.215,0	0
24 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.219,9	0
25 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.193,9	0
26 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.206,2	0
27 A	No	VESTAS	V47-660	660	47,0	46,0	EMD	Level 0 - calculated - - 07-2001	1.222,1	0
28 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.448,4	0
29 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.233,6	0
30 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.259,8	0
31 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.231,3	0
32 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.286,7	0
33 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.310,8	0
34 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.097,5	0
35 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.965,3	0
36 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.949,1	0
37 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.109,0	0

PARK - Reference WTGs

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

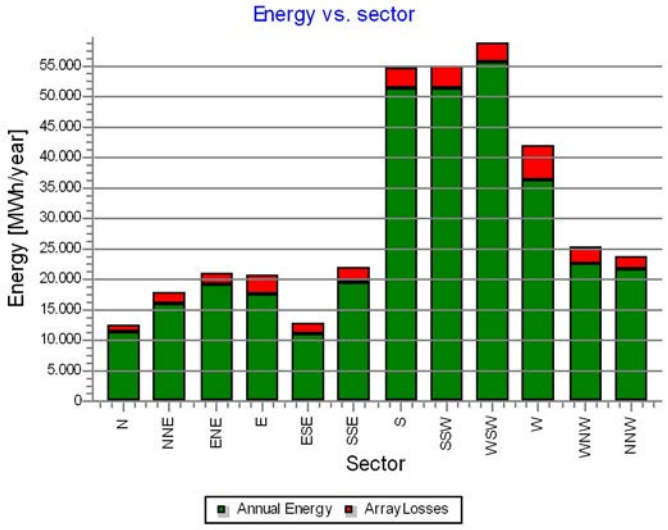
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
21	63.119	428.439	2,7	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (1)		
22	63.262	428.606	4,4	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (2)		
23	63.414	428.764	3,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (3)		
24	63.585	428.903	5,1	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (4)		
25	63.770	429.022	4,0	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (5)		
26	63.965	429.125	5,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (6)		
27	71.633	420.769	-1,1	VESTAS V47 660 47.0 !O! hub: 46,0 m (TOT: 69,5 m) (7)		
28	72.915	420.595	2,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (8)		
29	73.101	420.398	1,3	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (9)		
30	73.286	420.203	1,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (10)		
31	73.473	420.007	1,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (11)		
32	73.658	419.810	1,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (12)		
33	73.845	419.614	-0,6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (13)		
34	74.693	418.801	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (14)		
35	74.883	418.661	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (15)		
36	75.074	418.520	-1,4	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (16)		
37	75.265	418.379	-1,0	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (17)		

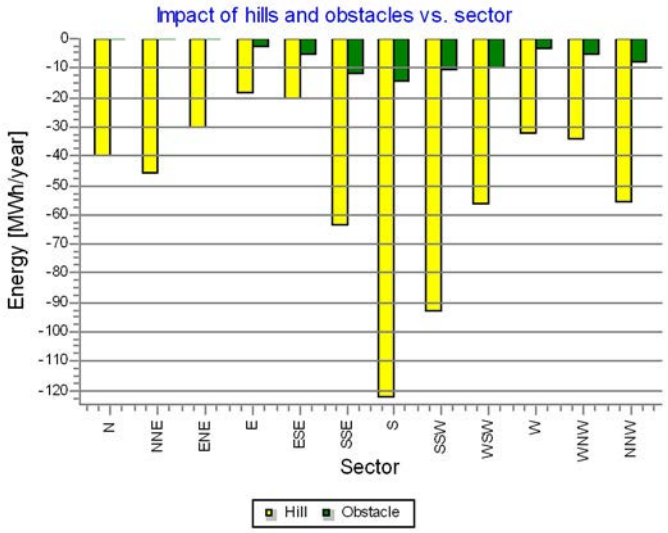
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,230 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	12.459,2	17.925,3	20.838,8	20.645,3	12.905,0	21.946,0	54.888,4	55.039,2	58.795,6	41.813,3	25.380,9	23.743,0	366.380,2
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,4	0,1	0,8	3,4	5,7	12,2	15,2	11,3	10,4	3,9	6,0	8,6	77,9
+Increase due to hills	[MWh]	-40,6	-46,4	-30,8	-18,6	-20,7	-63,8	-122,9	-93,8	-57,1	-32,8	-34,8	-56,2	-618,5
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.268,8	1.923,7	1.875,4	3.189,1	1.860,5	2.386,3	3.559,2	3.649,6	3.259,6	5.602,1	2.968,7	2.174,2	33.717,2
Resulting energy	[MWh]	11.149,5	15.955,2	18.931,8	17.434,2	11.018,1	19.483,8	51.191,2	51.284,5	55.468,5	36.174,4	22.371,5	21.503,9	331.966,6
Specific energy	[kWh/m²]													1.143
Specific energy	[kWh/kW]													3.689
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02
Increase due to hills	[%]	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,17
Decrease due to array losses	[%]	10,2	10,8	9,0	15,5	14,4	10,9	6,5	6,6	5,6	13,4	11,7	9,2	9,22
Utilization	[%]	34,3	33,6	33,5	28,5	31,6	35,2	27,2	26,7	24,4	25,2	27,4	30,6	27,9
Operational	[Hours/year]	509	617	611	456	320	681	1.127	1.000	1.113	844	683	714	8.677
Full Load Equivalent	[Hours/year]	124	177	210	194	122	216	569	570	616	402	249	239	3.689



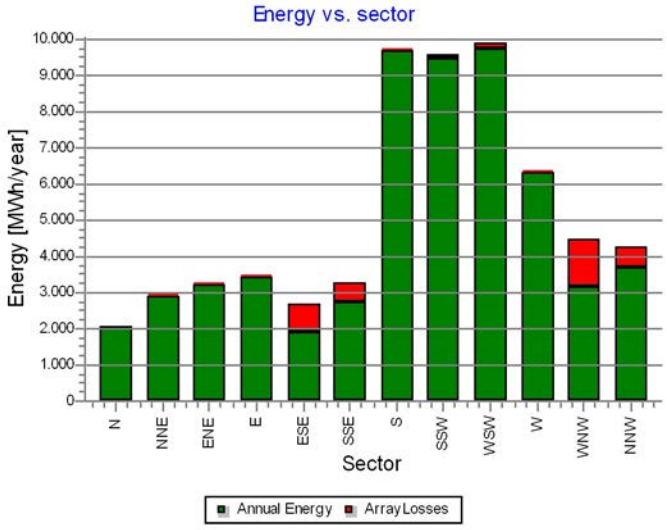


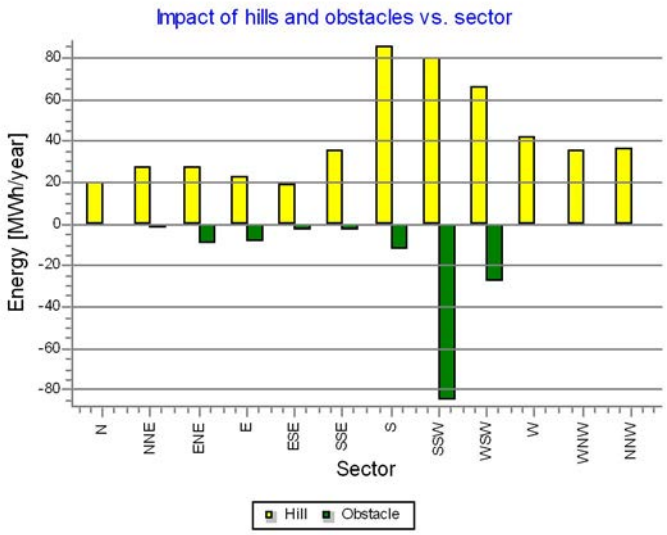
PARK - Production Analysis

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,230 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	2.034,4	2.897,8	3.253,8	3.442,3	2.664,0	3.231,8	9.674,4	9.559,0	9.844,9	6.322,8	4.435,4	4.243,6	61.604,3
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,0	2,2	9,2	8,5	2,7	2,8	12,8	85,4	27,8	0,0	0,0	0,0	151,5
+Increase due to hills	[MWh]	19,9	27,4	27,2	22,6	18,7	35,9	85,6	80,0	66,1	42,6	35,3	36,5	497,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	0,0	29,6	48,0	19,3	800,0	538,8	73,0	95,3	179,7	51,8	1.299,4	599,2	3.734,1
Resulting energy	[MWh]	2.054,3	2.893,5	3.223,8	3.437,1	1.880,0	2.726,1	9.674,2	9.458,3	9.703,5	6.313,7	3.171,3	3.680,9	58.216,5
Specific energy	[kWh/m²]													876
Specific energy	[kWh/kW]													2.287
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,25
Increase due to hills	[%]	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,81
Decrease due to array losses	[%]	0,0	1,0	1,5	0,6	29,9	16,5	0,7	1,0	1,8	0,8	29,1	14,0	6,03
Utilization	[%]	40,3	40,3	40,5	40,6	28,5	34,7	37,7	38,5	36,5	39,0	26,8	33,7	36,6
Operational	[Hours/year]	469	566	555	410	306	620	1.034	919	1.018	768	632	658	7.955
Full Load Equivalent	[Hours/year]	81	114	127	135	74	107	380	371	381	248	125	145	2.287





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: 01 - LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! Lagerwey L136-4.5MW PV curve, Hub height: 132,0 m

Name: Lagerwey L136-4.5MW PV curve
Source: Document number: SD202ENR1

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
13-2-2017	USER	16-1-2017	13-2-2017	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,31

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	7.402	11.306	15.095	18.482	21.345	23.641
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! Lagerwey L136-4.5MW PV curve	[MWh]	7.377	11.073	14.705	17.992	20.794	23.042
Check value	[%]	0	2	3	3	3	3

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

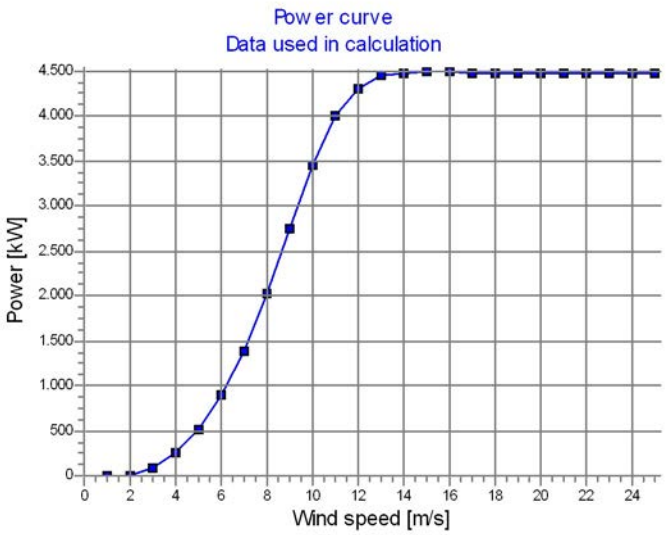
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

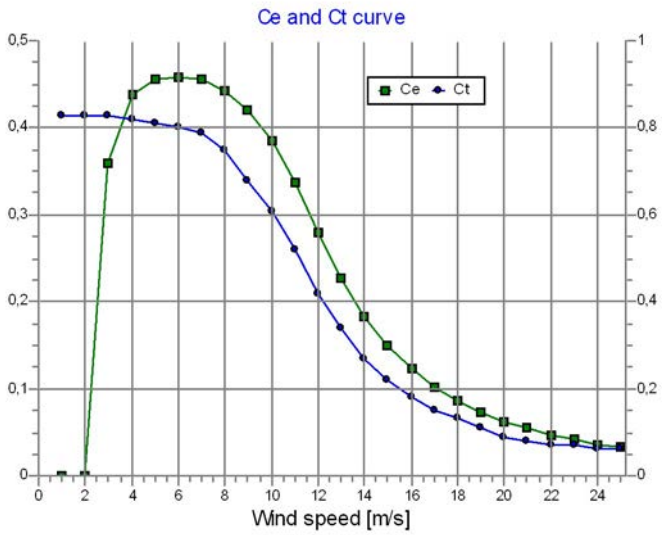
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
2,5	37,0	0,27	2,5	0,83
3,0	86,0	0,36	3,0	0,83
3,5	157,0	0,41	3,5	0,82
4,0	250,0	0,44	4,0	0,82
4,5	366,0	0,45	4,5	0,81
5,0	507,0	0,46	5,0	0,81
5,5	678,0	0,46	5,5	0,80
6,0	881,0	0,46	6,0	0,80
6,5	1.118,0	0,46	6,5	0,80
7,0	1.389,0	0,46	7,0	0,79
7,5	1.691,0	0,45	7,5	0,77
8,0	2.020,0	0,44	8,0	0,75
8,5	2.371,0	0,43	8,5	0,72
9,0	2.734,0	0,42	9,0	0,68
9,5	3.097,0	0,41	9,5	0,65
10,0	3.440,0	0,39	10,0	0,61
10,5	3.745,0	0,36	10,5	0,56
11,0	3.995,0	0,34	11,0	0,52
11,5	4.183,0	0,31	11,5	0,47
12,0	4.314,0	0,28	12,0	0,42
12,5	4.398,0	0,25	12,5	0,38
13,0	4.447,0	0,23	13,0	0,34
13,5	4.474,0	0,20	13,5	0,30
14,0	4.487,0	0,18	14,0	0,27
14,5	4.500,0	0,17	14,5	0,24
15,0	4.500,0	0,15	15,0	0,22
15,5	4.500,0	0,14	15,5	0,19
16,0	4.500,0	0,12	16,0	0,18
16,5	4.490,0	0,11	16,5	0,16
17,0	4.488,0	0,10	17,0	0,15
17,5	4.487,0	0,09	17,5	0,14
18,0	4.485,0	0,09	18,0	0,13
18,5	4.484,0	0,08	18,5	0,12
19,0	4.482,0	0,07	19,0	0,11
19,5	4.481,0	0,07	19,5	0,10
20,0	4.479,0	0,06	20,0	0,09
20,5	4.478,0	0,06	20,5	0,09
21,0	4.477,0	0,05	21,0	0,08
21,5	4.475,0	0,05	21,5	0,08
22,0	4.474,0	0,05	22,0	0,07
22,5	4.473,0	0,04	22,5	0,07
23,0	4.472,0	0,04	23,0	0,07
23,5	4.471,0	0,04	23,5	0,06
24,0	4.470,0	0,04	24,0	0,06
24,5	4.469,0	0,03	24,5	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,230 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	5,1	5,1	0,0
3,0	86,6	0,36	2,50- 3,50	41,0	46,2	0,3
4,0	251,3	0,44	3,50- 4,50	152,9	199,1	1,2
5,0	509,5	0,46	4,50- 5,50	386,7	585,8	3,6
6,0	885,1	0,46	5,50- 6,50	771,6	1.357,4	8,4
7,0	1.395,1	0,46	6,50- 7,50	1.286,9	2.644,3	16,3
8,0	2.028,1	0,44	7,50- 8,50	1.833,6	4.477,8	27,6
9,0	2.744,1	0,42	8,50- 9,50	2.254,8	6.732,7	41,5
10,0	3.450,7	0,39	9,50-10,50	2.397,5	9.130,2	56,3
11,0	4.003,3	0,34	10,50-11,50	2.202,1	11.332,3	69,8
12,0	4.318,4	0,28	11,50-12,50	1.764,2	13.096,5	80,7
13,0	4.448,6	0,23	12,50-13,50	1.260,6	14.357,1	88,5
14,0	4.487,8	0,18	13,50-14,50	822,5	15.179,6	93,5
15,0	4.500,0	0,15	14,50-15,50	496,7	15.676,3	96,6
16,0	4.499,3	0,12	15,50-16,50	278,5	15.954,9	98,3
17,0	4.487,9	0,10	16,50-17,50	145,5	16.100,3	99,2
18,0	4.484,9	0,09	17,50-18,50	71,0	16.171,3	99,7
19,0	4.481,9	0,07	18,50-19,50	32,4	16.203,7	99,9
20,0	4.478,9	0,06	19,50-20,50	13,9	16.217,6	99,9
21,0	4.476,8	0,05	20,50-21,50	5,6	16.223,2	100,0
22,0	4.473,9	0,05	21,50-22,50	2,1	16.225,4	100,0
23,0	4.471,9	0,04	22,50-23,50	0,8	16.226,1	100,0
24,0	4.469,9	0,04	23,50-24,50	0,3	16.226,4	100,0
25,0	4.469,0	0,03	24,50-25,50	0,1	16.226,5	100,0





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Terrain

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Site Data: A - Goree West_corrected

Obstacles:
38 Obstacles used

Roughness:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo
Min X: 36.586, Max X: 98.990, Min Y: 392.422, Max Y: 455.535, Width: 62.405 m, Height: 63.113 m

Orography:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\716050_productie_EMDGrid_0.wpg
Min X: 46.194, Max X: 87.019, Min Y: 403.553, Max Y: 444.244, Width: 40.825 m, Height: 40.692 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 132,0

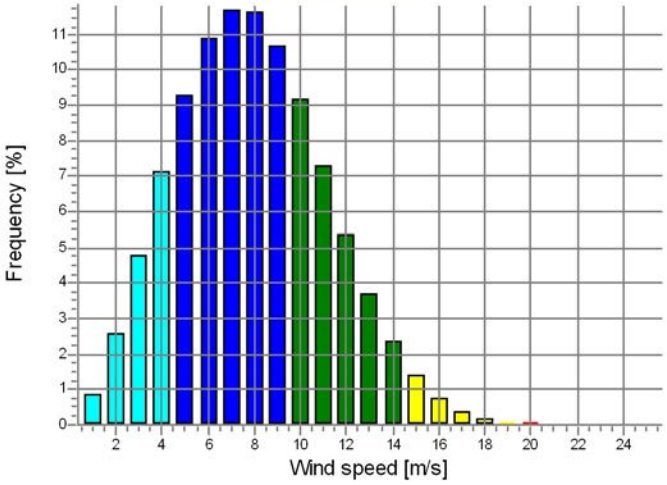
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

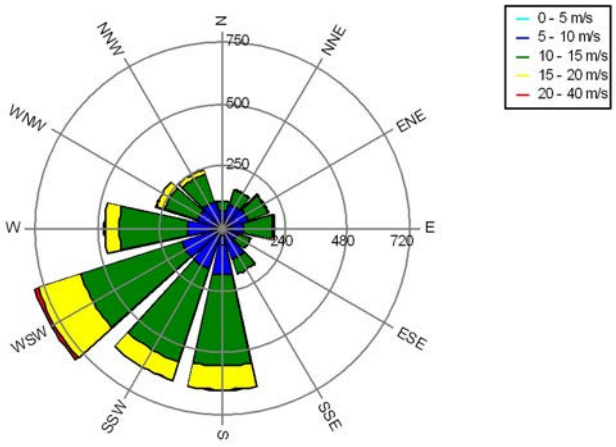
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,68	5,92	2,311	5,9
1 NNE	7,31	6,49	2,557	7,1
2 ENE	7,91	7,05	2,799	7,0
3 E	9,14	8,19	3,201	5,3
4 ESE	8,58	7,70	3,365	3,7
5 SSE	7,72	6,91	3,154	7,9
6 S	9,68	8,63	2,850	13,0
7 SSW	10,24	9,18	3,299	11,5
8 WSW	10,34	9,21	2,787	12,8
9 W	9,65	8,60	2,928	9,7
10 WNW	8,29	7,34	2,334	7,9
11 NNW	7,88	6,98	2,346	8,2
All	8,91	7,91	2,615	100,0

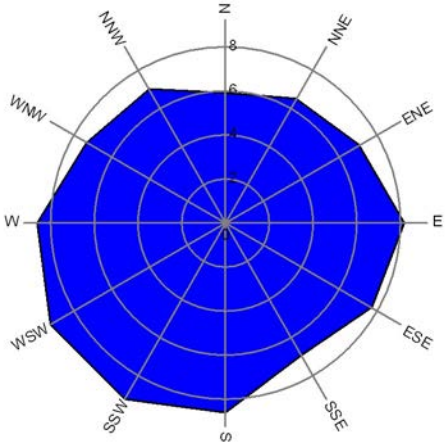
Weibull Distribution



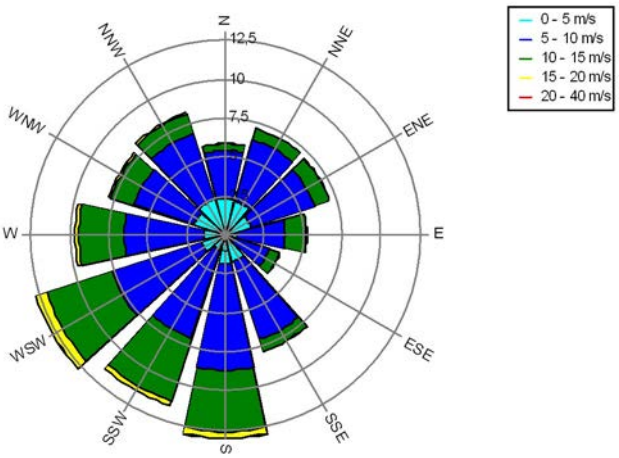
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 100,0

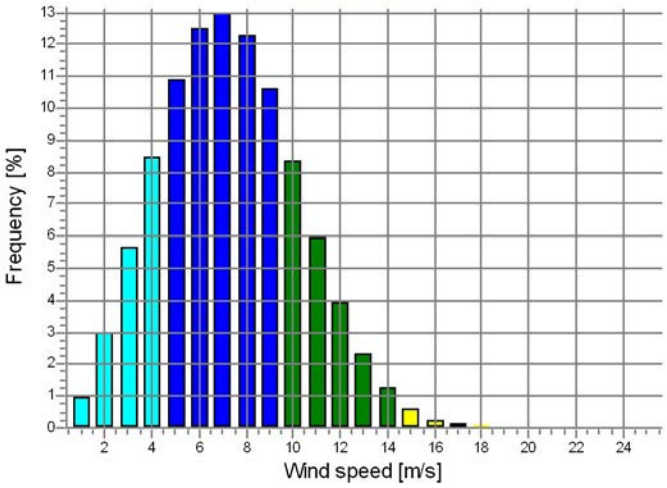
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

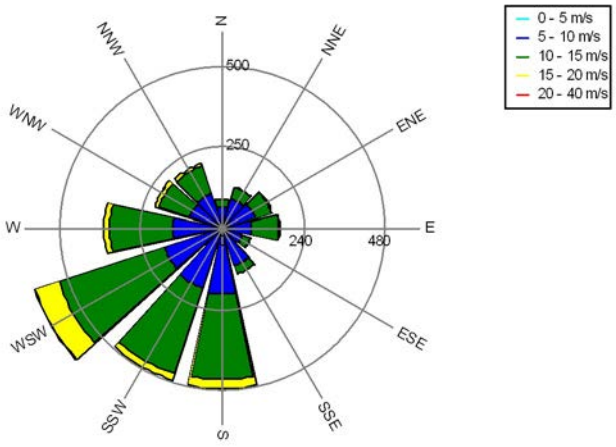
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,26	5,55	2,350	5,9
1 NNE	6,80	6,04	2,600	7,1
2 ENE	7,42	6,61	2,850	7,0
3 E	8,59	7,70	3,256	5,3
4 ESE	7,85	7,05	3,420	3,7
5 SSE	7,07	6,33	3,213	7,9
6 S	8,83	7,88	2,896	13,0
7 SSW	9,36	8,40	3,357	11,5
8 WSW	9,47	8,43	2,830	12,8
9 W	8,84	7,89	2,975	9,7
10 WNW	7,65	6,78	2,373	7,9
11 NNW	7,45	6,61	2,381	8,2
All	8,21	7,30	2,674	100,0

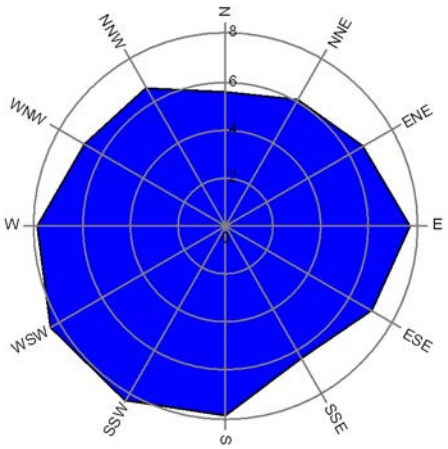
Weibull Distribution



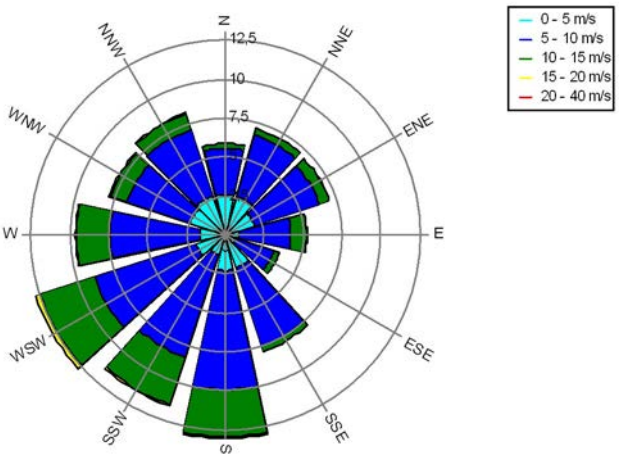
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Park power curve

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	747	460	506	476	487	356	415	482	507	474	486	345	432	484
3,5	3.159	2.493	2.606	2.554	2.613	2.149	2.335	2.571	2.614	2.549	2.611	2.126	2.375	2.564
4,5	7.357	5.998	6.230	6.126	6.242	5.293	5.676	6.159	6.245	6.114	6.240	5.240	5.758	6.150
5,5	13.624	11.259	11.670	11.479	11.686	10.027	10.681	11.538	11.689	11.463	11.680	9.935	10.833	11.530
6,5	22.462	18.636	19.294	18.988	19.324	16.665	17.707	19.082	19.327	18.958	19.313	16.521	17.949	19.069
7,5	33.962	28.530	29.479	29.060	29.553	25.628	27.150	29.193	29.535	29.021	29.535	25.409	27.525	29.155
8,5	47.605	40.846	42.083	41.570	42.224	36.990	38.986	41.727	42.148	41.525	42.203	36.702	39.473	41.683
9,5	62.155	54.936	56.340	55.805	56.573	50.458	52.709	55.963	56.404	55.763	56.555	50.146	53.241	55.919
10,5	75.098	68.956	70.270	69.840	70.588	64.652	66.667	69.962	70.318	69.816	70.568	64.369	67.166	69.914
11,5	83.788	79.976	80.915	80.669	81.214	76.872	78.118	80.720	80.935	80.663	81.198	76.711	78.445	80.682
12,5	88.015	86.422	86.888	86.785	87.042	84.954	85.353	86.791	86.885	86.791	87.031	84.916	85.493	86.779
13,5	89.496	89.056	89.199	89.172	89.245	88.628	88.690	89.172	89.196	89.177	89.241	88.622	88.722	89.167
14,5	90.000	89.870	89.906	89.897	89.912	89.770	89.791	89.897	89.905	89.897	89.912	89.767	89.796	89.897
15,5	90.000	89.997	90.000	90.000	90.000	89.992	89.988	89.999	90.000	90.000	90.000	89.994	89.988	89.999
16,5	89.797	89.856	89.847	89.851	89.846	89.887	89.867	89.849	89.846	89.852	89.846	89.891	89.864	89.849
17,5	89.737	89.745	89.743	89.744	89.743	89.751	89.750	89.744	89.743	89.744	89.743	89.751	89.750	89.744
18,5	89.677	89.684	89.682	89.683	89.682	89.689	89.687	89.683	89.682	89.683	89.682	89.689	89.686	89.683
19,5	89.617	89.623	89.622	89.622	89.621	89.627	89.626	89.622	89.621	89.622	89.621	89.627	89.625	89.622
20,5	89.558	89.563	89.562	89.562	89.562	89.566	89.565	89.562	89.562	89.562	89.562	89.567	89.565	89.563
21,5	89.498	89.506	89.505	89.505	89.504	89.511	89.509	89.505	89.504	89.505	89.504	89.512	89.508	89.505
22,5	89.458	89.462	89.461	89.462	89.461	89.465	89.464	89.462	89.461	89.462	89.461	89.465	89.463	89.462
23,5	89.418	89.422	89.421	89.421	89.421	89.424	89.423	89.421	89.421	89.421	89.421	89.424	89.423	89.421
24,5	89.440	89.412	89.415	89.414	89.412	89.407	89.404	89.414	89.417	89.414	89.412	89.405	89.410	89.411
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

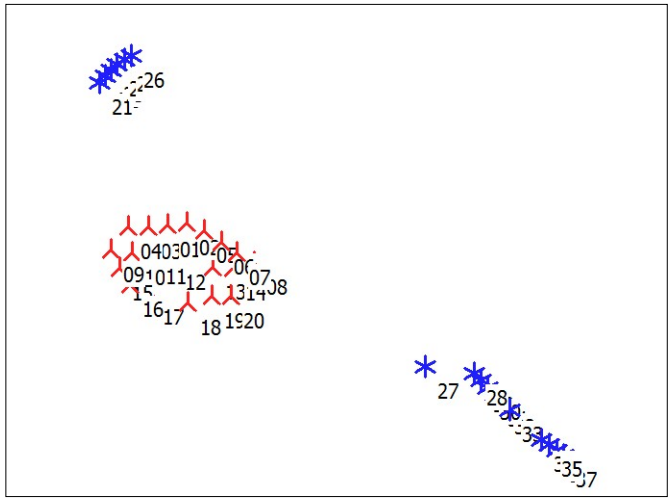
Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - WTG distances

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
	[m]		[m]	[m]		
01	-1,0	03	-1,4	515	3,8	3,8
02	-1,9	05	-1,0	518	3,8	3,8
03	-1,4	01	-1,0	515	3,8	3,8
04	-1,0	03	-1,4	516	3,8	3,8
05	-1,0	02	-1,9	518	3,8	3,8
06	-0,8	07	-1,0	499	3,7	3,7
07	-1,0	14	-1,4	417	3,1	3,1
08	-0,7	07	-1,0	519	3,8	3,8
09	-0,8	15	-1,0	541	4,0	4,0
10	-1,0	15	-1,0	535	3,9	3,9
11	-0,9	12	-2,6	533	3,9	3,9
12	-2,6	11	-0,9	533	3,9	3,9
13	-0,2	14	-1,4	517	3,8	3,8
14	-1,4	07	-1,0	417	3,1	3,1
15	-1,0	16	-1,8	521	3,8	3,8
16	-1,8	15	-1,0	521	3,8	3,8
17	-1,9	16	-1,8	561	4,1	4,1
18	-1,7	19	-0,7	668	4,9	4,9
19	-0,7	20	-2,0	511	3,8	3,8
20	-2,0	19	-0,7	511	3,8	3,8
21	2,7	22	4,4	220	5,0	5,0
22	4,4	23	3,5	220	5,0	5,0
23	3,5	22	4,4	220	5,0	5,0
24	5,1	23	3,5	220	5,0	5,0
25	4,0	24	5,1	220	5,0	5,0
26	5,5	25	4,0	220	5,0	5,0
27	-1,1	28	2,0	1.293	27,5	16,2
28	2,0	29	1,3	271	3,4	3,4
29	1,3	30	1,4	269	3,4	3,4
30	1,4	29	1,3	269	3,4	3,4
31	1,5	32	1,0	270	3,4	3,4
32	1,0	31	1,5	270	3,4	3,4
33	-0,6	32	1,0	271	3,4	3,4
34	-0,6	35	-0,6	237	2,6	2,6
35	-0,6	36	-1,4	236	2,6	2,6
36	-1,4	35	-0,6	236	2,6	2,6
37	-1,0	36	-1,4	237	2,6	2,6
Min	-2,6		-2,6	220	2,6	2,6
Max	5,5		5,1	1.293	27,5	16,2



Scale 1:200.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Wind statistics info

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Main data for wind statistic

File	P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws
Name	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88
Country	Netherlands
Source	User
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 80.959 North: 434.148
Created	1-6-2017
Edited	3-7-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028
Displacement height	None

Additional info for wind statistic

Source data	KNMI Rotterdam Geulhaven
Data from	1-11-1991
Data to	31-5-2017
Measurement length	307,0 Months
Recovery rate	95,1 %
Effective measurement length	291,9 Months

Note

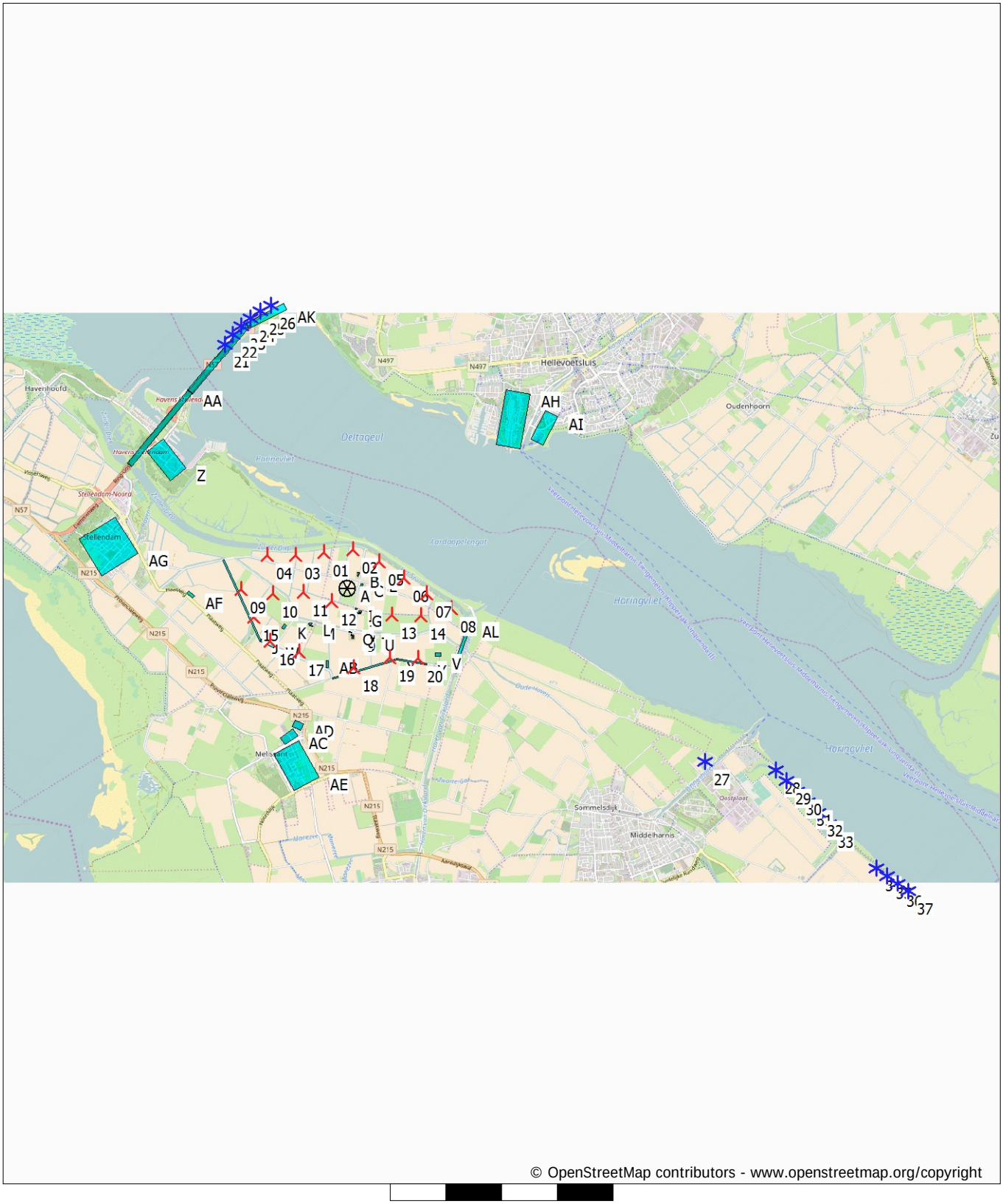
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
3-7-2017 16:03/3.1.617

PARK - Map

Calculation: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:54/3.1.617

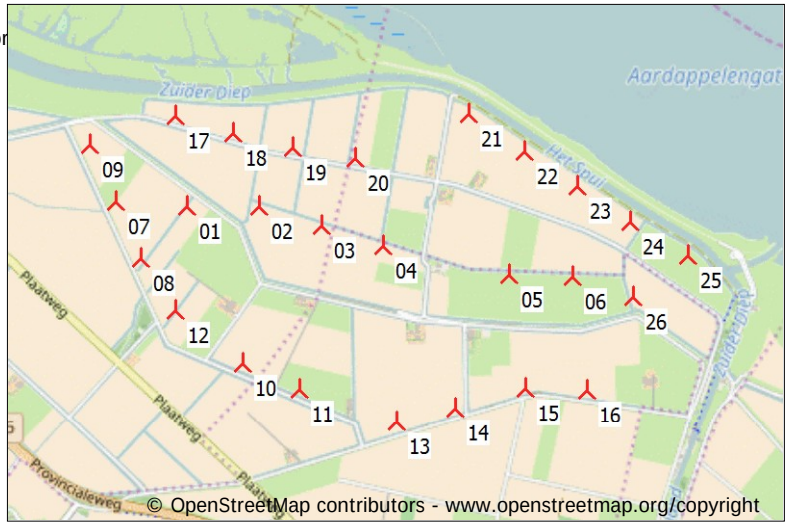
Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: C2_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind C2 (Rott.Geulhaven)_cor

Count	26
Rated power	78,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



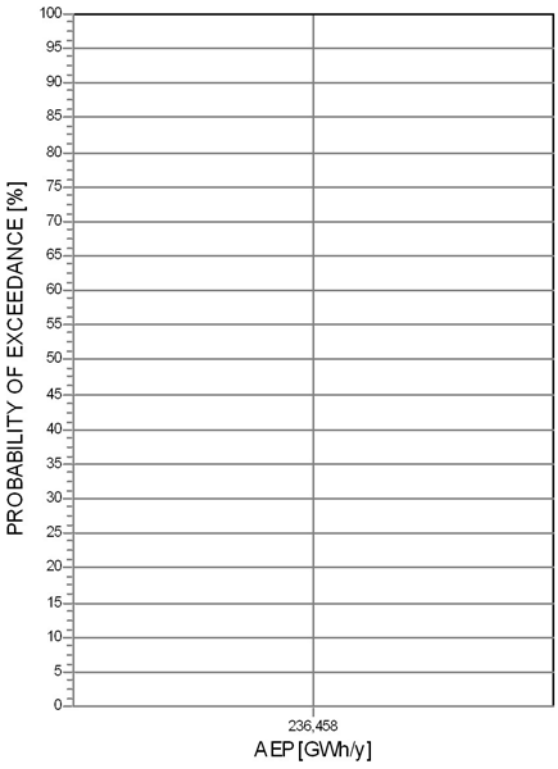
Scale: 50.000

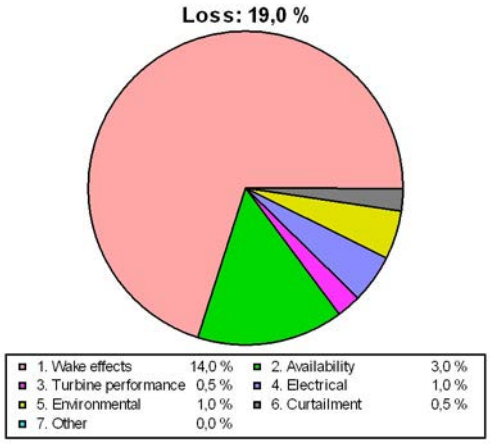
RESULTS

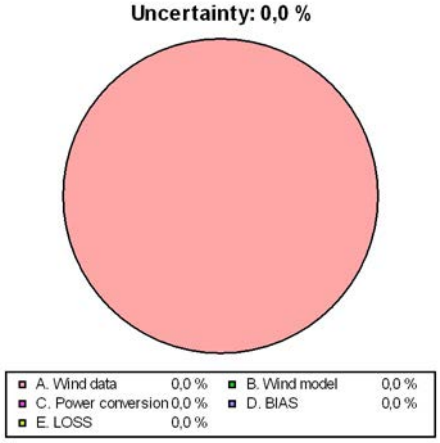
		P50
NET AEP	[GWh/y]	236,5
Capacity factor	[%]	34,6
Full load hours	[h/y]	3.032

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	291,9 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-55,4 GWh/y	-19,0 %	0,0 %
Wake loss		-14,0 %	
Other losses		-5,8 %	
NET AEP	236,5 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:54/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: C2_mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	14,0	40,7	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	8,8	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,5	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	2,9	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,5	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,5	0,0	
6.	Curtailment					
	Noise	Calculation	0,0	0,1	0,0	
	Flicker	Calculation	0,0	0,1	0,0	
	Bats	Estimate	0,4	1,2	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		19,0	55,4	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	236.458	236.458	236.458	236.458
75	236.458	236.458	236.458	236.458
84	236.458	236.458	236.458	236.458
90	236.458	236.458	236.458	236.458
95	236.458	236.458	236.458	236.458

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: C2_mitig

**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:54/3.1.617

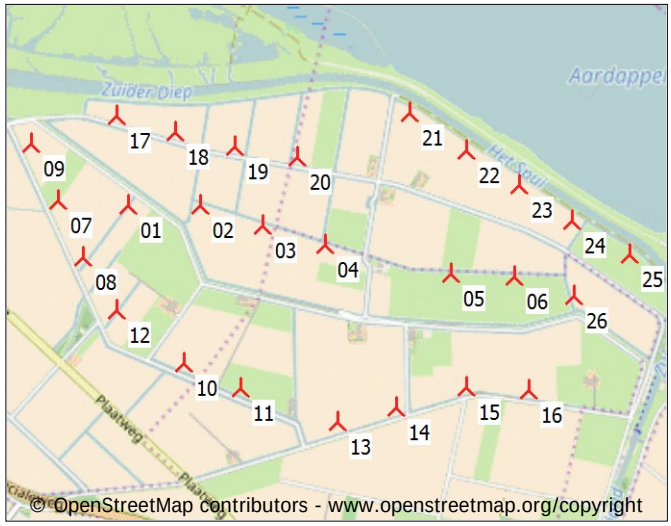
Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: C2_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind C2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Count	26
Rated power	78,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (126)	01	11.308,6	0,0	23,0	0,0	8.703,7
2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (127)	02	11.266,2	0,0	23,8	0,0	8.587,5
3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (128)	03	11.215,3	0,0	22,3	0,0	8.716,8
4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (129)	04	11.185,5	0,0	20,6	0,0	8.883,0
5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (130)	05	11.081,0	0,0	20,8	0,0	8.772,0
6	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (131)	06	11.126,9	0,0	22,7	0,0	8.605,5
7	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (132)	07	11.357,2	0,0	16,7	0,0	9.466,0
8	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (133)	08	11.401,3	0,0	16,5	0,0	9.517,6
9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (134)	09	11.394,3	0,0	12,9	0,0	9.927,8
10	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (135)	10	11.278,2	0,0	13,8	0,0	9.721,7
11	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (136)	11	11.271,1	0,0	14,2	0,0	9.676,1
12	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	12	11.337,2	0,0	15,4	0,0	9.593,0
13	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (138)	13	11.200,8	0,0	14,4	0,0	9.582,4
14	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (139)	14	11.175,7	0,0	17,5	0,0	9.224,9
15	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (140)	15	11.125,3	0,0	17,9	0,0	9.137,5
16	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (141)	16	11.091,9	0,0	15,5	0,0	9.377,2
17	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (142)	17	11.354,3	0,0	18,8	0,0	9.216,5
18	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (143)	18	11.294,0	0,0	22,1	0,0	8.796,5
19	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (144)	19	11.227,4	0,0	24,0	0,0	8.529,2
20	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (145)	20	11.209,5	0,0	23,4	0,0	8.587,5
21	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (146)	21	11.201,6	0,0	17,2	0,0	9.269,8
22	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (147)	22	11.187,0	0,0	19,0	0,0	9.062,9
23	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (148)	23	11.189,9	0,0	21,4	0,0	8.796,2
24	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (149)	24	11.142,0	0,0	22,6	0,0	8.622,1
25	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (150)	25	11.129,0	0,0	17,9	0,0	9.139,4
26	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (151)	26	11.125,6	0,0	19,7	0,0	8.936,7
	PARK		291.877,0	0,0	19,0	0,0	236.457,6

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:54/3.1.617

Loss&Uncertainty - Noise

Calculation: C2_mitig

Noise reduced mode is achieved by less aggressive pitching or reduction of maximum power. In both cases this results in less power production. There might also be situations where the turbine is fully stopped for fulfilling special noise requirements

Assumptions:

WTG(s)	Time From	To	Calculated power curve	Curtailed power curve
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	23:00	07:00	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	Level 3 - official - 2790 kW - R02 - 10/2015

Time series used in calculation
Name: KNMI Rotterdam Geulhaven.10,00m -
From: 1-11-1991 1:00:00
To: 31-5-2017 23:00:00
Period: 307 months
Time step: 60 minutes
The period used is calibrated to calculate annual loss

Result

Calculated AEP before loss:	291.877,0 MWh/y
Calculated loss:	138,3 MWh/y
Calculated AEP after loss:	291.738,6 MWh/y
Percent loss:	0,05 %

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (126)	11.308,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (127)	11.266,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (128)	11.215,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (129)	11.185,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (130)	11.081,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (131)	11.126,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (132)	11.357,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (133)	11.401,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (134)	11.394,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (135)	11.278,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (136)	11.271,1	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	11.337,2	138,3	1,22
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (138)	11.200,8	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (139)	11.175,7	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (140)	11.125,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (141)	11.091,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (142)	11.354,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (143)	11.294,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (144)	11.227,4	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (145)	11.209,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (146)	11.201,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (147)	11.187,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (148)	11.189,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (149)	11.142,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (150)	11.129,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (151)	11.125,6	0,0	0,00
TOTAL	291.877,0	138,3	0,05

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Flicker

Calculation: C2_mitig

Calculated losses due to shadow (flicker) loss.

Used SHADOW calculation: 3.1.617: C2 >6uur

Assumptions:
Advanced stop (light sensors etc. included). Reduced to: 36 % AEP reduction relative to worst case.

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (126)	11.308,6	1,3	0,01
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (127)	11.266,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (128)	11.215,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (129)	11.185,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (130)	11.081,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (131)	11.126,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (132)	11.357,2	14,3	0,13
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (133)	11.401,3	5,0	0,04
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (134)	11.394,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (135)	11.278,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (136)	11.271,1	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	11.337,2	1,7	0,01
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (138)	11.200,8	12,5	0,11
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (139)	11.175,7	2,4	0,02
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (140)	11.125,3	3,6	0,03
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (141)	11.091,9	16,8	0,15
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (142)	11.354,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (143)	11.294,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (144)	11.227,4	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (145)	11.209,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (146)	11.201,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (147)	11.187,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (148)	11.189,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (149)	11.142,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (150)	11.129,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (151)	11.125,6	0,0	0,00
TOTAL	291.877,0	57,6	0,02

Project:
716050_productie_v2

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - Main Result

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,235 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,8 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 92,5 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,5 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	1.002,0 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

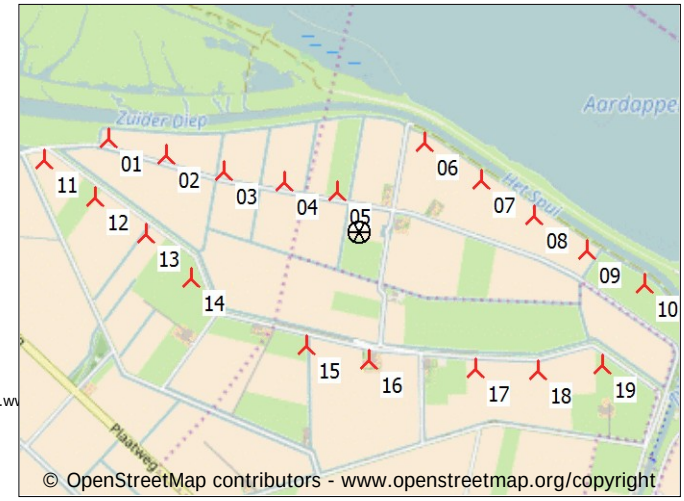
Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.w
WAsP version	WAsP 11 Version 11.06.0012



Scale 1:50.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.06.0012)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
			Specific results¤)				
Wind farm	190.515,4	213.420,4	89,3	38,1	10.027,1	3.342	7,2

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 19 new WTGs with total 57,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Park Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Free mean wind speed [m/s]
01 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.868,0	86,69	37,5	7,23
02 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.560,6	84,51	36,4	7,21
03 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.658,4	85,51	36,7	7,20
04 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.650,5	86,16	36,7	7,17
05 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.680,9	86,45	36,8	7,17
06 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.073,8	89,93	38,3	7,16
07 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.977,4	89,19	37,9	7,16
08 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.869,2	88,20	37,5	7,16
09 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.760,4	87,60	37,1	7,14
10 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.977,8	89,66	37,9	7,14
11 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.753,0	94,56	40,9	7,23
12 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.280,6	90,79	39,1	7,22
13 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.111,6	89,44	38,5	7,21
14 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.344,9	91,59	39,3	7,20
15 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.431,3	92,81	39,7	7,18
16 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.283,2	91,38	39,1	7,19
17 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.172,8	91,09	38,7	7,15
18 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	9.984,7	89,62	38,0	7,14
19 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,5	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	10.076,4	90,92	38,3	7,12

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

*) Included in array losses is influence from 17 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

PARK - Main Result

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
01	New	63.583	424.638	0,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (223)
02	New	63.969	424.523	-0,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (224)
03	New	64.348	424.409	1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (225)
04	New	64.750	424.330	-2,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (226)
05	New	65.100	424.261	-0,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (227)
06	New	65.686	424.576	-1,4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (228)
07	New	66.054	424.321	-1,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (229)
08	New	66.402	424.081	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (230)
09	New	66.749	423.841	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (231)
10	New	67.125	423.612	-1,2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (232)
11	New	63.154	424.504	-1,9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (233)
12	New	63.490	424.250	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (234)
13	New	63.820	424.001	-1,3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (235)
14	New	64.116	423.704	-1,2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (236)
15	New	64.871	423.246	-1,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (237)
16	New	65.284	423.145	0,1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (238)
17	New	65.993	423.071	-0,8	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (239)
18	New	66.405	423.054	-1,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (240)
19	New	66.837	423.085	-0,2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (241)

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - Reference WTGs

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,235 kg/m³ to 1,241 kg/m³
Air density relative to standard	100,8 % to 101,3 %
Hub altitude above sea level (asl)	42,7 m to 92,5 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,5 °C to 9,8 °C
Pressure at WTGs	1.002,0 hPa to 1.008,0 hPa

Wake Model Parameters

Terrain type	Wake decay constant
HH:100m Open farmland	0,062

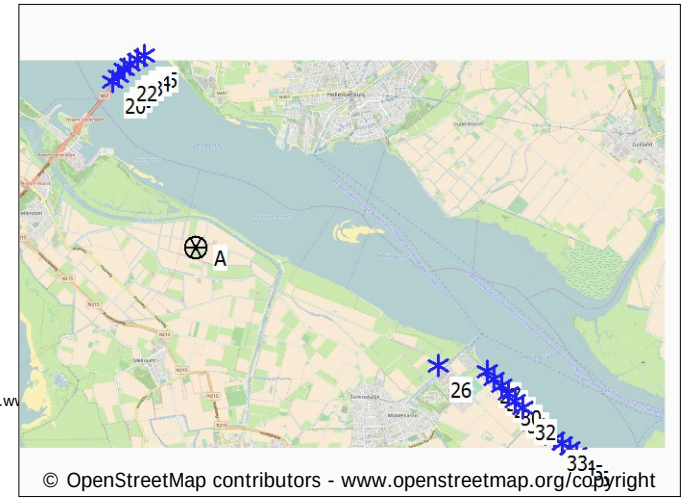
Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wv

WAsP version WAsP 11 Version 11.06.0012



Scale 1:200.000

New WTG Existing WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	65.237	423.991	Goree West_corrected	WAsP (WAsP 11 Version 11.06.0012)	3.168	7,3	1,0

Calculated Annual Energy for reference WTGs

Calculated prod. without new WTGs	GROSS (no loss) Free WTGs	Park efficiency	Specific results: Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height	Actual wind corrected energy	Goodness Factor
[MWh]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]	[MWh]	[%]
58.426,1	61.950,6	94,3	26,2	3.436,8	2.295	6,5	0,0	0,0

Calculated Annual Energy for each of 17 reference WTGs with total 25,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs	Goodness Factor
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[%]
20 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.252,3	0
21 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.225,3	0
22 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.215,0	0
23 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.219,9	0
24 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.193,9	0
25 A	No	BONUS	MK IV-600/120	600	44,0	40,0	EMD	Man. 03/02	1.206,2	0
26 A	No	VESTAS	V47-660	660	47,0	46,0	EMD	Level 0 - calculated - - 07-2001	1.222,1	0
27 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.448,4	0
28 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.233,6	0
29 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.259,8	0
30 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.231,3	0
31 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.286,7	0
32 A	Yes	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	EMD	Mode 0	4.310,8	0
33 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.097,5	0
34 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.965,3	0
35 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	5.949,1	0
36 A	Yes	NORDEX	N90-2.300	2.300	90,0	80,0	EMD	Level 0 - official - LKG04R3 - 06-2005	6.109,0	0

PARK - Reference WTGs

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG siting

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

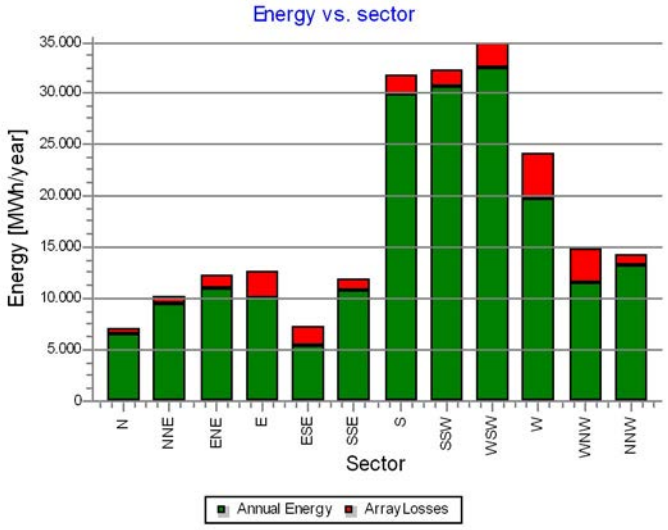
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
20	63.119	428.439	2,7	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (1)		
21	63.262	428.606	4,4	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (2)		
22	63.414	428.764	3,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (3)		
23	63.585	428.903	5,1	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (4)		
24	63.770	429.022	4,0	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (5)		
25	63.965	429.125	5,5	BONUS MK IV 600-120 44.0 !O! hub: 40,0 m (TOT: 62,0 m) (6)		
26	71.633	420.769	-1,1	VESTAS V47 660 47.0 !O! hub: 46,0 m (TOT: 69,5 m) (7)		
27	72.915	420.595	2,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (8)		
28	73.101	420.398	1,3	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (9)		
29	73.286	420.203	1,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (10)		
30	73.473	420.007	1,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (11)		
31	73.658	419.810	1,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (12)		
32	73.845	419.614	-0,6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 60,0 m (TOT: 100,0 m) (13)		
33	74.693	418.801	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (14)		
34	74.883	418.661	-0,6	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (15)		
35	75.074	418.520	-1,4	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (16)		
36	75.265	418.379	-1,0	NORDEX N90 2300 90.0 !-! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (17)		

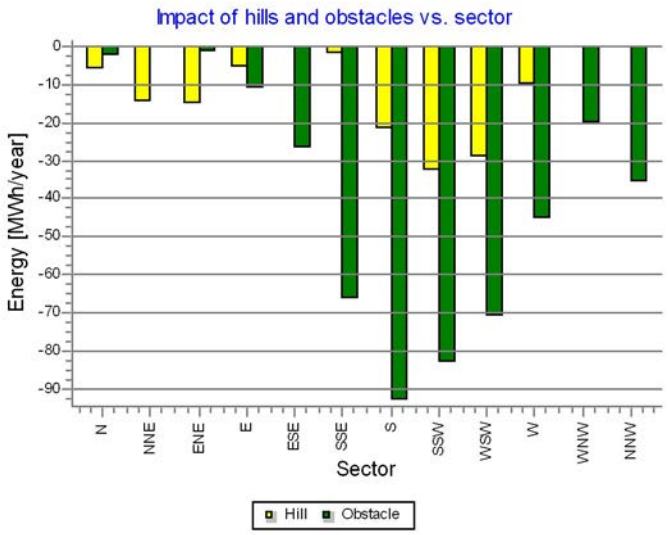
PARK - Production Analysis

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,235 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	7.147,5	10.267,0	12.317,5	12.578,4	7.328,3	11.922,7	31.838,2	32.383,9	35.015,1	24.143,0	14.796,8	14.275,6	214.013,9
-Decrease due to obstacles	[MWh]	2,2	0,5	1,3	10,9	26,4	66,4	93,2	83,1	70,8	45,1	20,2	35,9	456,2
+Increase due to hills	[MWh]	-6,2	-14,6	-15,1	-5,5	0,0	-2,1	-21,5	-32,6	-29,0	-10,1	0,1	-0,6	-137,3
-Decrease due to array losses	[MWh]	627,2	789,1	1.321,4	2.518,1	1.916,0	1.092,2	1.841,6	1.622,4	2.420,0	4.431,2	3.314,7	1.011,2	22.904,9
Resulting energy	[MWh]	6.511,9	9.462,7	10.979,7	10.043,9	5.386,0	10.761,9	29.881,9	30.645,7	32.495,3	19.656,6	11.462,0	13.227,8	190.515,3
Specific energy	[kWh/m²]													936
Specific energy	[kWh/kW]													3.342
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,6	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,21
Increase due to hills	[%]	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,06
Decrease due to array losses	[%]	8,8	7,7	10,7	20,0	26,2	9,2	5,8	5,0	6,9	18,4	22,4	7,1	10,73
Utilization	[%]	36,1	36,7	35,1	29,5	29,8	38,2	31,8	31,9	28,0	27,8	26,7	33,6	31,0
Operational	[Hours/year]	503	608	602	451	315	673	1.112	985	1.096	829	674	704	8.551
Full Load Equivalent	[Hours/year]	114	166	193	176	94	189	524	538	570	345	201	232	3.342



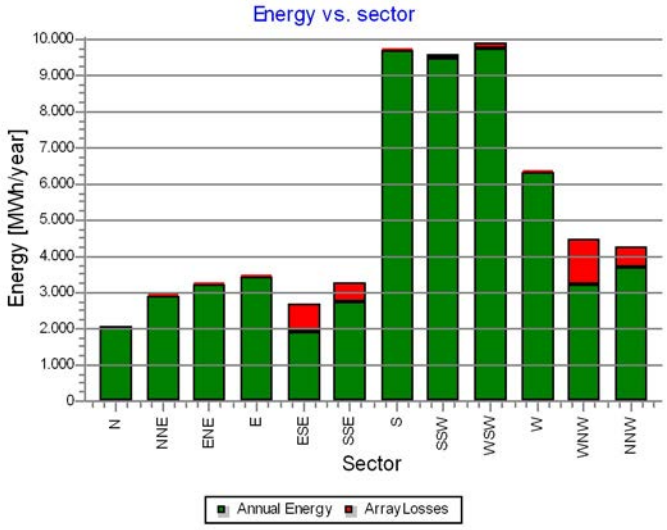


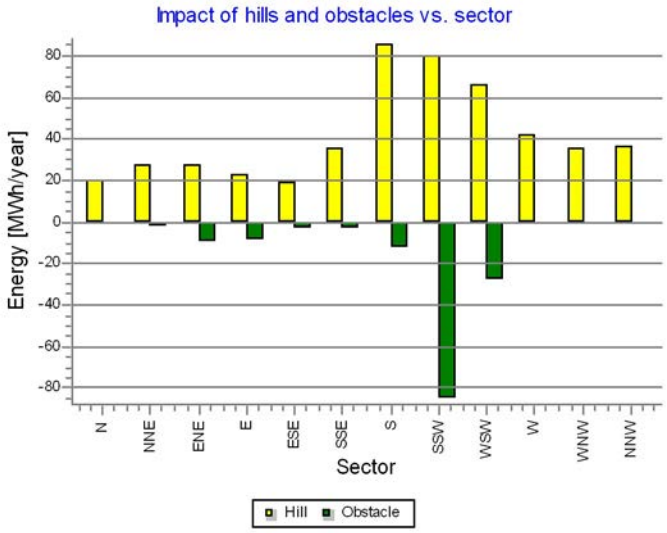
PARK - Production Analysis

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,235 kg/m³ - 1,241 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	2.034,4	2.897,8	3.253,8	3.442,3	2.664,0	3.231,8	9.674,4	9.559,0	9.844,9	6.322,8	4.435,4	4.243,6	61.604,3
-Decrease due to obstacles	[MWh]	0,0	2,2	9,2	8,5	2,7	2,8	12,8	85,4	27,8	0,0	0,0	0,0	151,5
+Increase due to hills	[MWh]	19,9	27,4	27,2	22,6	18,7	35,9	85,6	80,0	66,1	42,6	35,3	36,5	497,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	0,0	29,6	48,0	19,3	800,0	530,1	71,5	95,3	179,7	40,0	1.286,4	599,2	3.699,1
Resulting energy	[MWh]	2.054,3	2.893,5	3.223,8	3.437,1	1.880,0	2.734,8	9.675,7	9.458,3	9.703,5	6.325,5	3.184,4	3.680,9	58.251,6
Specific energy	[kWh/m²]													876
Specific energy	[kWh/kW]													2.288
Decrease due to obstacles	[%]	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,25
Increase due to hills	[%]	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,81
Decrease due to array losses	[%]	0,0	1,0	1,5	0,6	29,9	16,2	0,7	1,0	1,8	0,6	28,8	14,0	5,97
Utilization	[%]	40,3	40,3	40,5	40,6	28,5	34,9	37,7	38,5	36,5	39,0	26,9	33,7	36,7
Operational	[Hours/year]	469	565	555	410	306	620	1.034	919	1.018	768	632	658	7.955
Full Load Equivalent	[Hours/year]	81	114	127	135	74	107	380	371	381	248	125	145	2.288





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88WTG: 01 - NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015, Hub height: 91,5 m

Name: Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015
Source: NORDEX

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
23-10-2015	EMD	9-1-2013	9-11-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,28

F008_244_A02_R02, 23.10.2015

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	5.360	8.062	10.629	12.884	14.767	16.260
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	[MWh]	5.274	7.993	10.575	12.840	14.721	16.198
Check value	[%]	2	1	1	0	0	0

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

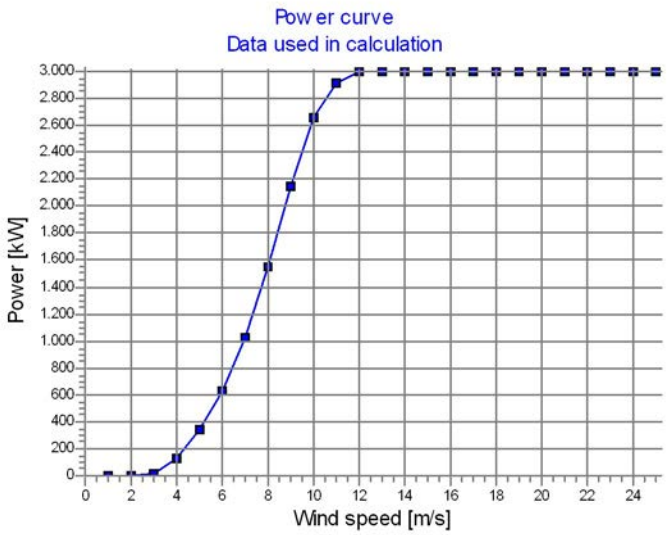
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

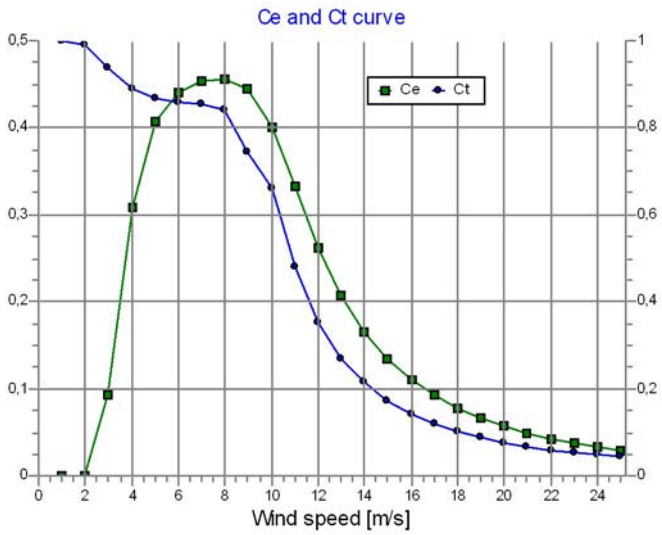
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	16,0	0,09	3,0	0,94
3,5	56,0	0,20	3,5	0,91
4,0	129,0	0,31	4,0	0,89
4,5	221,0	0,37	4,5	0,88
5,0	333,0	0,41	5,0	0,87
5,5	467,0	0,43	5,5	0,86
6,0	624,0	0,44	6,0	0,86
6,5	807,0	0,45	6,5	0,85
7,0	1.020,0	0,45	7,0	0,86
7,5	1.263,0	0,46	7,5	0,85
8,0	1.534,0	0,46	8,0	0,84
8,5	1.825,0	0,45	8,5	0,79
9,0	2.131,0	0,45	9,0	0,75
9,5	2.420,0	0,43	9,5	0,70
10,0	2.643,0	0,40	10,0	0,66
10,5	2.807,0	0,37	10,5	0,59
11,0	2.916,0	0,33	11,0	0,48
11,5	2.978,0	0,30	11,5	0,41
12,0	3.000,0	0,26	12,0	0,35
12,5	3.000,0	0,23	12,5	0,31
13,0	3.000,0	0,21	13,0	0,27
13,5	3.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	3.000,0	0,17	14,0	0,21
14,5	3.000,0	0,15	14,5	0,19
15,0	3.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	3.000,0	0,12	15,5	0,16
16,0	3.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	3.000,0	0,10	16,5	0,13
17,0	3.000,0	0,09	17,0	0,12
17,5	3.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	3.000,0	0,08	18,0	0,10
18,5	3.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	3.000,0	0,07	19,0	0,09
19,5	3.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	3.000,0	0,06	20,0	0,08
20,5	3.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	3.000,0	0,05	21,0	0,07
21,5	3.000,0	0,05	21,5	0,06
22,0	3.000,0	0,04	22,0	0,06
22,5	3.000,0	0,04	22,5	0,06
23,0	3.000,0	0,04	23,0	0,05
23,5	3.000,0	0,04	23,5	0,05
24,0	3.000,0	0,03	24,0	0,05
24,5	3.000,0	0,03	24,5	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,235 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	16,6	0,09	2,50- 3,50	15,6	15,6	0,2
4,0	131,0	0,31	3,50- 4,50	100,3	116,0	1,2
5,0	336,6	0,41	4,50- 5,50	302,1	418,1	4,2
6,0	629,9	0,44	5,50- 6,50	625,3	1.043,4	10,6
7,0	1.029,1	0,45	6,50- 7,50	1.032,2	2.075,6	21,0
8,0	1.546,6	0,46	7,50- 8,50	1.422,8	3.498,4	35,5
9,0	2.146,1	0,44	8,50- 9,50	1.649,6	5.148,0	52,2
10,0	2.653,8	0,40	9,50-10,50	1.577,0	6.725,0	68,1
11,0	2.921,1	0,33	10,50-11,50	1.245,6	7.970,6	80,8
12,0	3.000,0	0,26	11,50-12,50	845,2	8.815,8	89,3
13,0	3.000,0	0,21	12,50-13,50	511,1	9.326,9	94,5
14,0	3.000,0	0,17	13,50-14,50	282,8	9.609,8	97,4
15,0	3.000,0	0,13	14,50-15,50	143,7	9.753,4	98,8
16,0	3.000,0	0,11	15,50-16,50	67,2	9.820,6	99,5
17,0	3.000,0	0,09	16,50-17,50	29,0	9.849,7	99,8
18,0	3.000,0	0,08	17,50-18,50	11,7	9.861,3	99,9
19,0	3.000,0	0,07	18,50-19,50	4,4	9.865,7	100,0
20,0	3.000,0	0,06	19,50-20,50	1,5	9.867,3	100,0
21,0	3.000,0	0,05	20,50-21,50	0,5	9.867,8	100,0
22,0	3.000,0	0,04	21,50-22,50	0,2	9.867,9	100,0
23,0	3.000,0	0,04	22,50-23,50	0,0	9.867,9	100,0
24,0	3.000,0	0,03	23,50-24,50	0,0	9.868,0	100,0
25,0	3.000,0	0,03	24,50-25,50	0,0	9.868,0	100,0





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - Terrain

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Site Data: A - Goree West_corrected

Obstacles:
38 Obstacles used

Roughness:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo
Min X: 36.586, Max X: 98.990, Min Y: 392.422, Max Y: 455.535, Width: 62.405 m, Height: 63.113 m

Orography:
Terrain data files used in calculation:
P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\716050_productie_EMDGrid_0.wpg
Min X: 46.194, Max X: 87.019, Min Y: 403.553, Max Y: 444.244, Width: 40.825 m, Height: 40.692 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 91,5

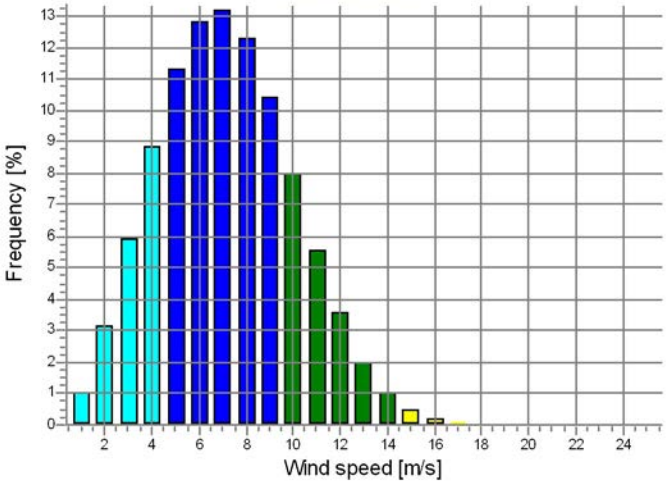
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

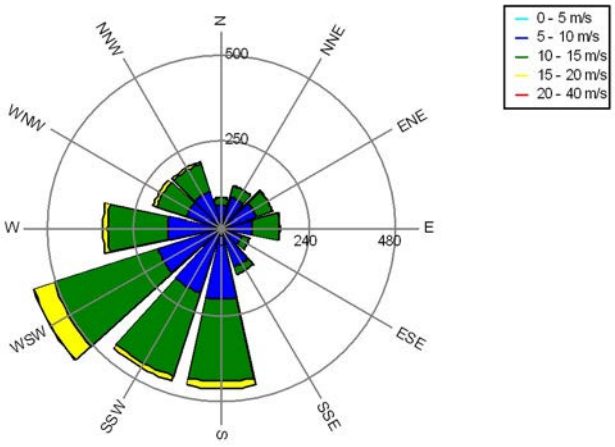
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,18	5,47	2,346	5,9
1 NNE	6,71	5,96	2,588	7,1
2 ENE	7,32	6,52	2,838	7,0
3 E	8,47	7,59	3,252	5,3
4 ESE	7,68	6,90	3,400	3,7
5 SSE	6,92	6,20	3,186	7,9
6 S	8,63	7,69	2,881	13,0
7 SSW	9,16	8,22	3,338	11,6
8 WSW	9,25	8,24	2,826	12,8
9 W	8,64	7,72	2,971	9,7
10 WNW	7,51	6,65	2,369	7,9
11 NNW	7,35	6,52	2,389	8,2
All	8,05	7,16	2,674	100,0

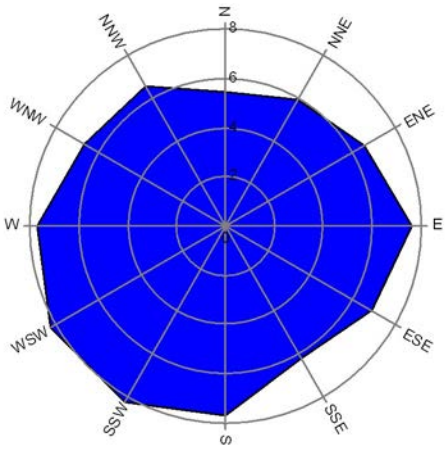
Weibull Distribution



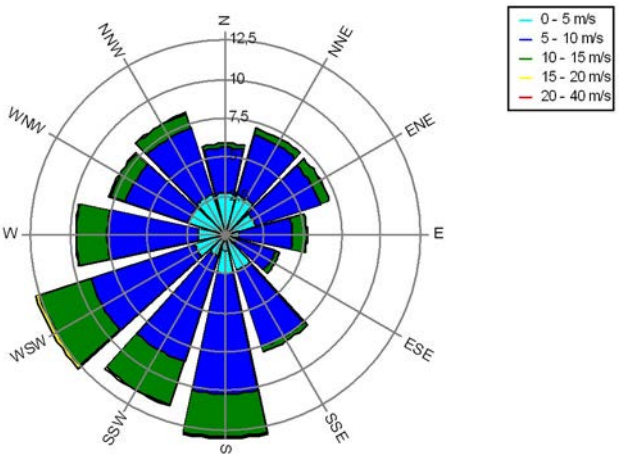
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88Wind data: A - Goree West_corrected; Hub height: 100,0

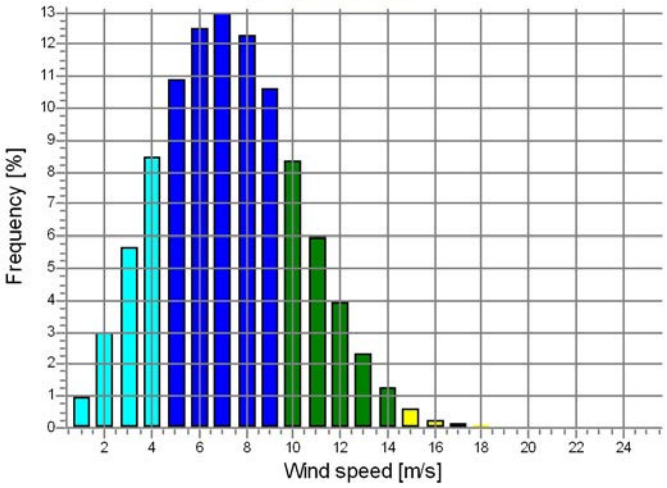
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 65.237 North: 423.991

Wind statistics
KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws

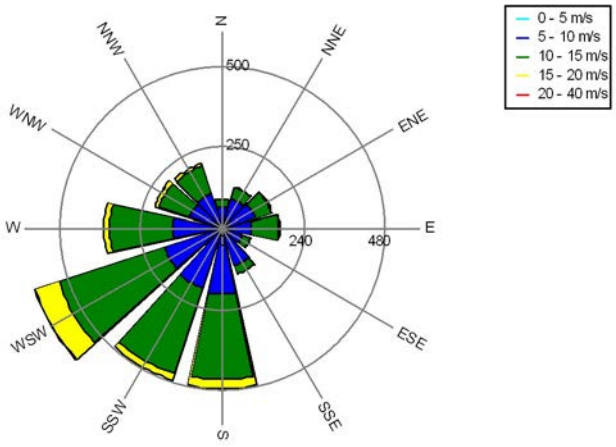
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,26	5,55	2,350	5,9
1 NNE	6,80	6,04	2,600	7,1
2 ENE	7,42	6,61	2,850	7,0
3 E	8,59	7,70	3,256	5,3
4 ESE	7,85	7,05	3,420	3,7
5 SSE	7,07	6,33	3,213	7,9
6 S	8,83	7,88	2,896	13,0
7 SSW	9,36	8,40	3,357	11,5
8 WSW	9,47	8,43	2,830	12,8
9 W	8,84	7,89	2,975	9,7
10 WNW	7,65	6,78	2,373	7,9
11 NNW	7,45	6,61	2,381	8,2
All	8,21	7,30	2,674	100,0

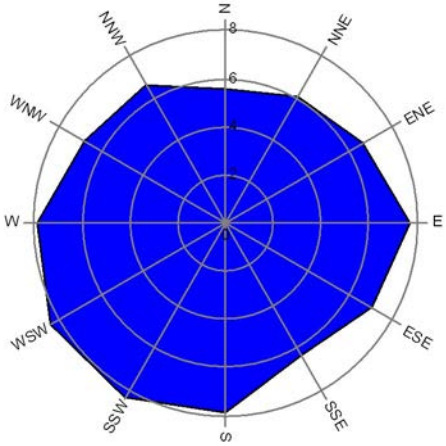
Weibull Distribution



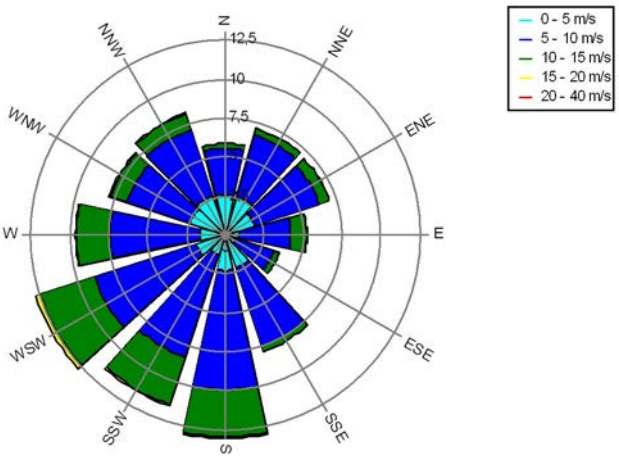
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Park power curve

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1.090	763	855	877	777	577	534	852	864	877	782	558	519	853
4,5	4.251	3.309	3.618	3.675	3.397	2.657	2.501	3.606	3.635	3.675	3.403	2.632	2.464	3.617
5,5	8.962	7.305	7.874	7.970	7.491	6.099	5.782	7.856	7.898	7.971	7.500	6.062	5.734	7.881
6,5	15.476	12.870	13.766	13.921	13.168	10.961	10.449	13.743	13.808	13.922	13.182	10.903	10.393	13.779
7,5	24.206	20.278	21.610	21.851	20.716	17.431	16.668	21.581	21.678	21.853	20.737	17.340	16.591	21.629
8,5	34.953	29.903	31.739	32.043	30.587	25.928	24.878	31.706	31.823	32.044	30.600	25.846	24.810	31.750
9,5	46.230	40.882	43.066	43.366	41.865	36.105	34.828	43.065	43.135	43.367	41.890	35.969	34.680	43.116
10,5	53.488	49.806	51.691	51.887	50.974	45.425	44.266	51.765	51.731	51.888	50.956	45.465	44.250	51.756
11,5	56.621	55.129	56.159	56.214	55.962	52.734	51.820	56.175	56.170	56.214	55.957	52.701	51.996	56.159
12,5	57.000	56.751	56.987	56.990	56.980	56.122	55.934	56.991	56.987	56.990	56.977	56.171	56.079	56.986
13,5	57.000	56.989	57.000	57.000	57.000	56.951	56.957	57.000	57.000	57.000	57.000	56.958	56.971	57.000
14,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
15,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
16,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
17,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
18,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
19,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
20,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
21,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
22,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
23,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
24,5	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

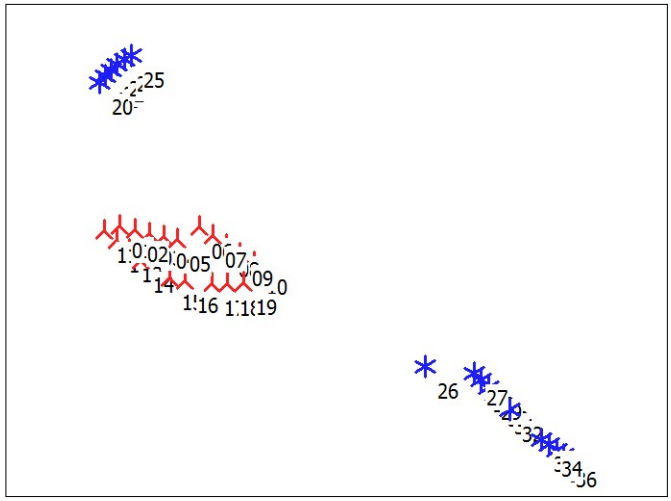
Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - WTG distances

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
	[m]		[m]	[m]		
01	0,1	12	-1,0	398	3,4	3,4
02	-0,9	03	1,0	396	3,4	3,4
03	1,0	02	-0,9	396	3,4	3,4
04	-2,0	05	-0,9	356	3,1	3,1
05	-0,9	04	-2,0	356	3,1	3,1
06	-1,4	07	-1,1	448	3,8	3,8
07	-1,1	08	0,0	423	3,6	3,6
08	0,0	09	-1,0	422	3,6	3,6
09	-1,0	08	0,0	422	3,6	3,6
10	-1,2	09	-1,0	440	3,8	3,8
11	-1,9	12	-1,0	421	3,6	3,6
12	-1,0	01	0,1	398	3,4	3,4
13	-1,3	12	-1,0	413	3,5	3,5
14	-1,2	13	-1,3	419	3,6	3,6
15	-1,1	16	0,1	425	3,6	3,6
16	0,1	15	-1,1	425	3,6	3,6
17	-0,8	18	-1,0	413	3,5	3,5
18	-1,0	17	-0,8	413	3,5	3,5
19	-0,2	18	-1,0	433	3,7	3,7
20	2,7	21	4,4	220	5,0	5,0
21	4,4	22	3,5	220	5,0	5,0
22	3,5	21	4,4	220	5,0	5,0
23	5,1	22	3,5	220	5,0	5,0
24	4,0	23	5,1	220	5,0	5,0
25	5,5	24	4,0	220	5,0	5,0
26	-1,1	27	2,0	1.293	27,5	16,2
27	2,0	28	1,3	271	3,4	3,4
28	1,3	29	1,4	269	3,4	3,4
29	1,4	28	1,3	269	3,4	3,4
30	1,5	31	1,0	270	3,4	3,4
31	1,0	30	1,5	270	3,4	3,4
32	-0,6	31	1,0	271	3,4	3,4
33	-0,6	34	-0,6	237	2,6	2,6
34	-0,6	35	-1,4	236	2,6	2,6
35	-1,4	34	-0,6	236	2,6	2,6
36	-1,0	35	-1,4	237	2,6	2,6
Min	-2,0		-2,0	220	2,6	2,6
Max	5,5		5,1	1.293	27,5	16,2



Scale 1:200.000

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - Wind statistics info

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Main data for wind statistic

File	P:\Extern\2016\716050 Noordrand GO\TO\WP\KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88.wws
Name	KNMI Rotterdam Geulhaven 1991-2017 - 10,00 m-Corr0,88
Country	Netherlands
Source	User
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 80.959 North: 434.148
Created	1-6-2017
Edited	3-7-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028
Displacement height	None

Additional info for wind statistic

Source data	KNMI Rotterdam Geulhaven
Data from	1-11-1991
Data to	31-5-2017
Measurement length	307,0 Months
Recovery rate	95,1 %
Effective measurement length	291,9 Months

Note

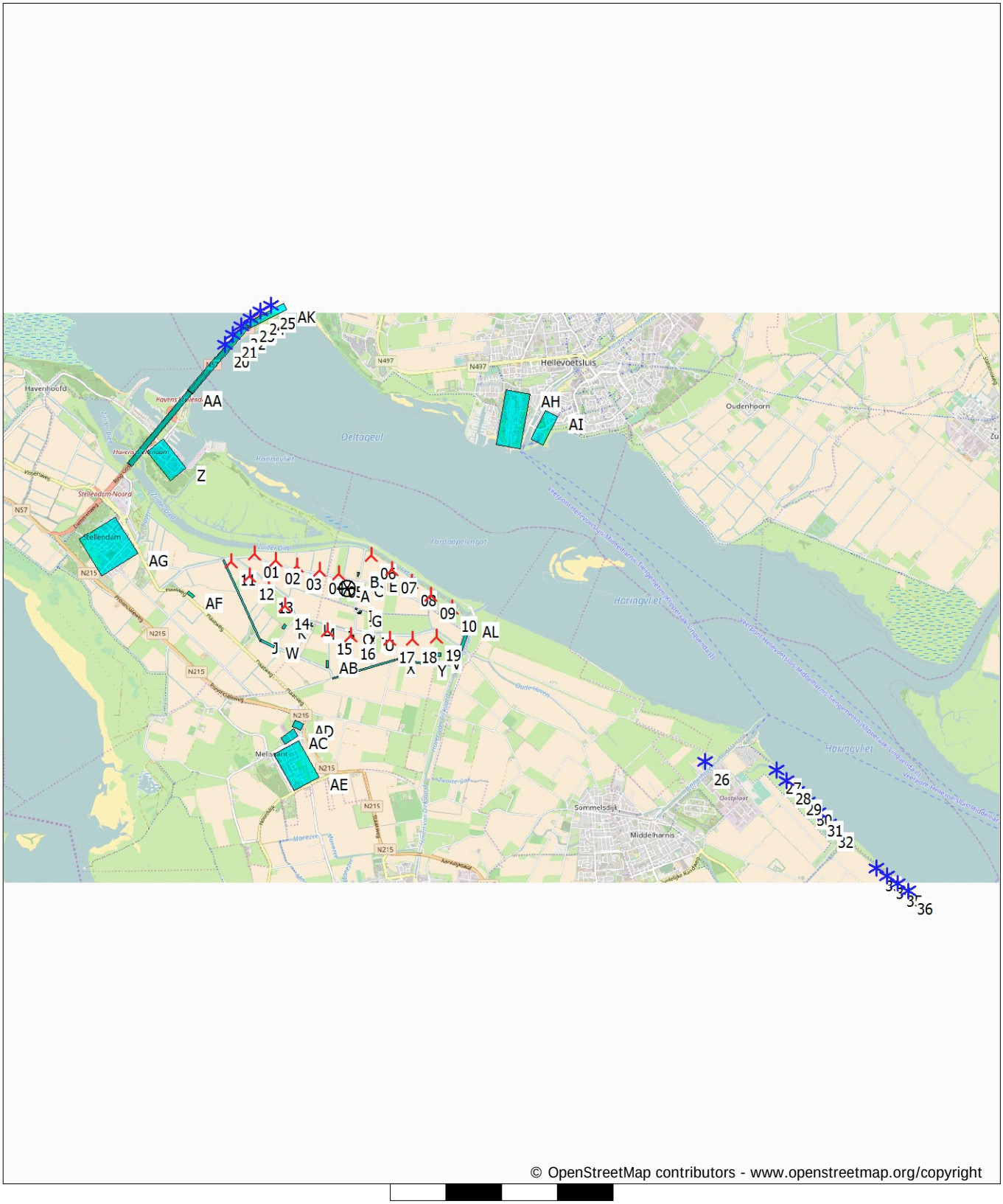
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:35/3.1.617

PARK - Map

Calculation: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88



Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:100.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 67.841 North: 423.752

New WTG Existing WTG Site Data Obstacle

BIJLAGE 2

INVOER EN RESULTATEN

MODEL VERLIEZEN



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

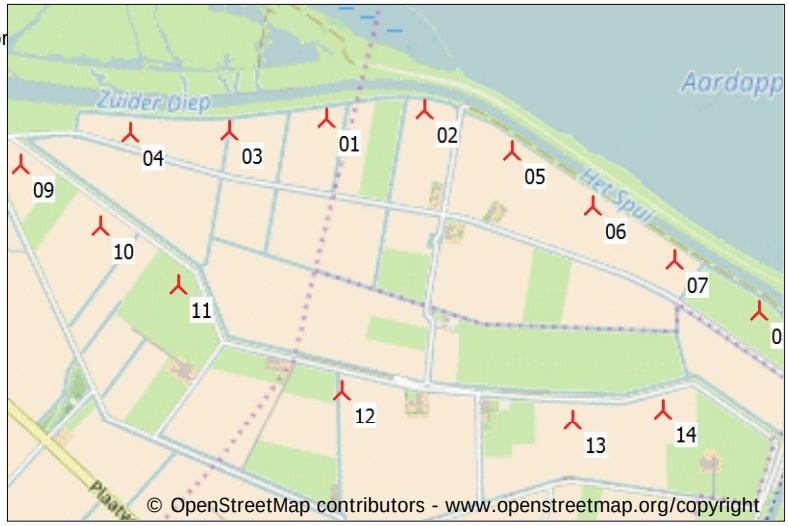
Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: A1_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_cor

Count	14
Rated power	63,0 MW
Mean wind speed	7,9 m/s at hub height
Sensitivity	1,7 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



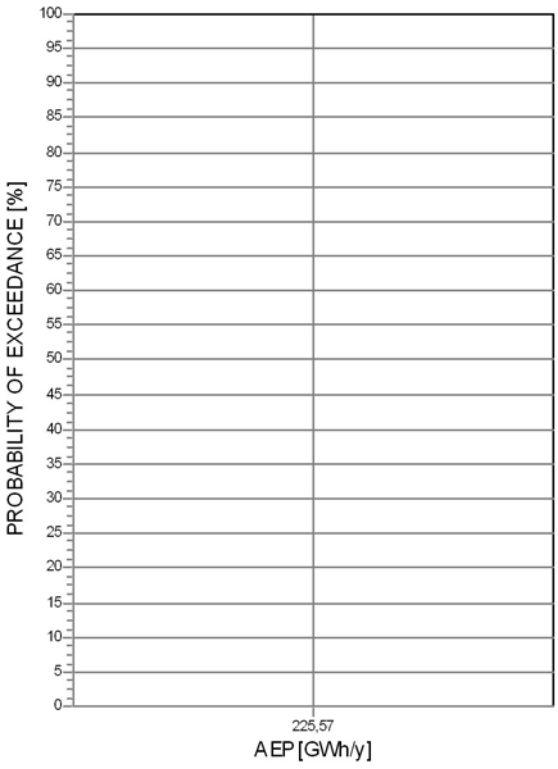
Scale: 40.000

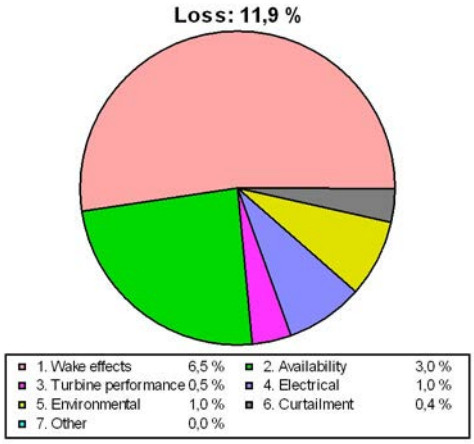
RESULTS

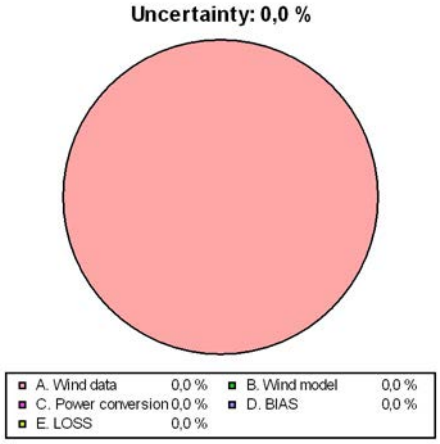
		P50
NET AEP	[GWh/y]	225,6
Capacity factor	[%]	40,9
Full load hours	[h/y]	3.580

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	256,1 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-30,5 GWh/y	-11,9 %	0,0 %
Wake loss		-6,5 %	
Other losses		-5,8 %	
NET AEP	225,6 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: A1_mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	6,5	16,6	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	7,7	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,3	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	2,6	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,3	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,3	0,0	
6.	Curtailment					
	Flicker	Calculation	0,0	0,1	0,0	
	Bats	Estimate	0,4	1,0	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		11,9	30,5	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	225.570	225.570	225.570	225.570
75	225.570	225.570	225.570	225.570
84	225.570	225.570	225.570	225.570
90	225.570	225.570	225.570	225.570
95	225.570	225.570	225.570	225.570

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.
**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

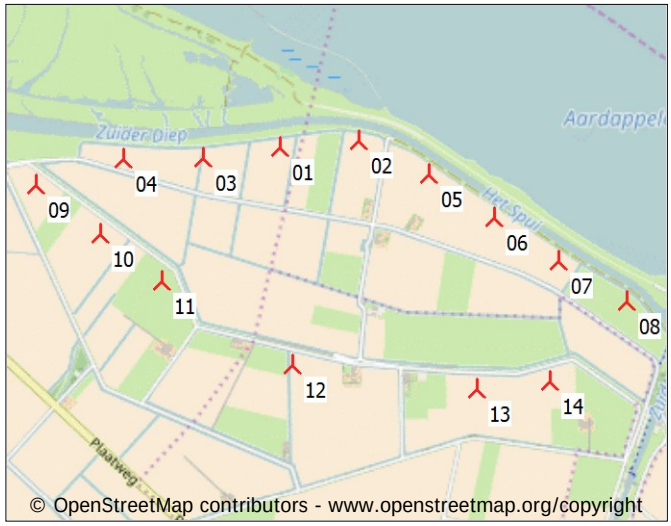
Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: A1_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind A1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88
Count 14
Rated power 63,0 MW
Mean wind speed 7,9 m/s at hub height
Sensitivity 1,7 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime 20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (156)	01	18.280,1	0,0	13,5	0,0	15.818,8
2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (157)	02	18.217,5	0,0	12,8	0,0	15.889,8
3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (158)	03	18.359,8	0,0	13,8	0,0	15.824,6
4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (159)	04	18.484,4	0,0	14,0	0,0	15.899,7
5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (160)	05	18.186,2	0,0	12,3	0,0	15.947,3
6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (161)	06	18.171,5	0,0	12,4	0,0	15.915,5
7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (162)	07	18.134,4	0,0	12,9	0,0	15.798,0
8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (163)	08	18.136,0	0,0	11,5	0,0	16.047,5
9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (164)	09	18.526,1	0,0	9,1	0,0	16.845,3
10	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (165)	10	18.500,2	0,0	11,4	0,0	16.397,0
11	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (166)	11	18.423,6	0,0	11,1	0,0	16.373,5
12	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (167)	12	18.366,7	0,0	9,5	0,0	16.614,7
13	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (168)	13	18.133,1	0,0	10,8	0,0	16.169,9
14	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (169)	14	18.165,6	0,0	11,8	0,0	16.028,1
	PARK		256.085,1	0,0	11,9	0,0	225.570,2

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Flicker

Calculation: A1_mitig

Calculated losses due to shadow (flicker) loss.

Used SHADOW calculation: 3.1.617: A1 >6uur

Assumptions:
Advanced stop (light sensors etc. included). Reduced to: 36 % AEP reduction relative to worst case.

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (156)	18.280,1	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (157)	18.217,5	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (158)	18.359,8	0,8	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (159)	18.484,4	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (160)	18.186,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (161)	18.171,5	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (162)	18.134,4	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (163)	18.136,0	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (164)	18.526,1	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (165)	18.500,2	10,2	0,06
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (166)	18.423,6	2,5	0,01
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (167)	18.366,7	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (168)	18.133,1	18,8	0,10
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (169)	18.165,6	34,5	0,19
TOTAL	256.085,1	66,7	0,03

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:53/3.1.617

Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: A2_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_cor

Count	18
Rated power	54,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



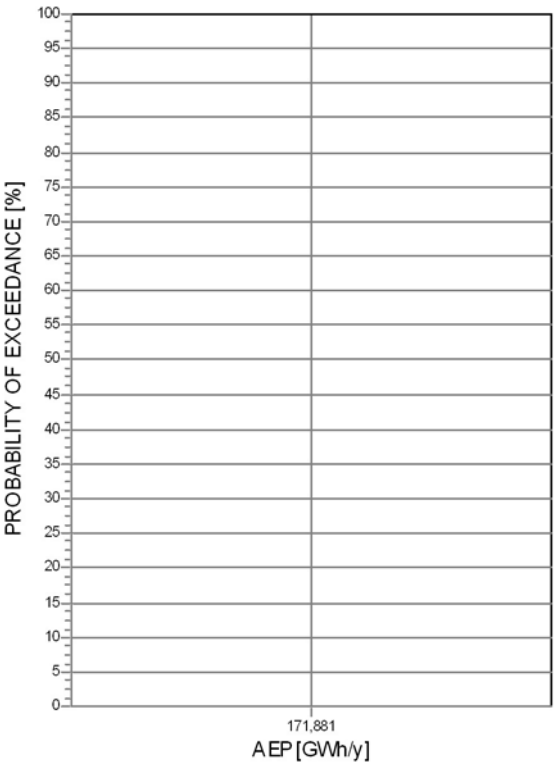
Scale: 50.000

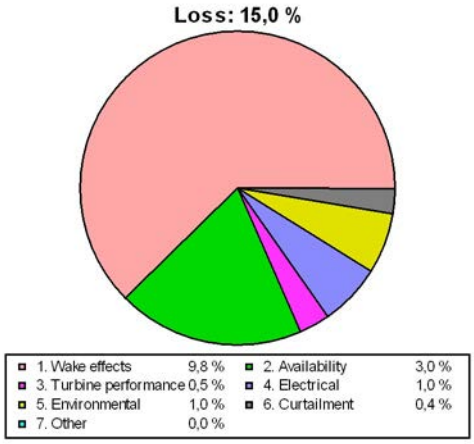
RESULTS

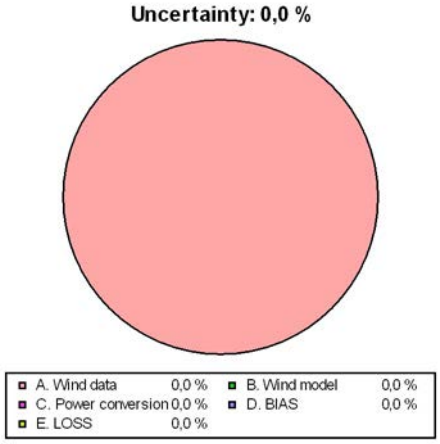
		P50
NET AEP	[GWh/y]	171,9
Capacity factor	[%]	36,3
Full load hours	[h/y]	3.183

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	202,2 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-30,3 GWh/y	-15,0 %	0,0 %
Wake loss		-9,8 %	
Other losses		-5,8 %	
NET AEP	171,9 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:53/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: A2_mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	9,8	19,7	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	6,1	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,0	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	2,0	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,0	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,0	0,0	
6.	Curtailment					
	Bats	Estimate	0,4	0,8	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		15,0	30,3	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	171.881	171.881	171.881	171.881
75	171.881	171.881	171.881	171.881
84	171.881	171.881	171.881	171.881
90	171.881	171.881	171.881	171.881
95	171.881	171.881	171.881	171.881

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.
**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:53/3.1.617

Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: A2_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind A2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Count	18
Rated power	54,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (31)	01	11.370,0	0,0	17,9	0,0	9.331,1
2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (32)	02	11.259,0	0,0	19,5	0,0	9.058,6
3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (33)	03	11.267,2	0,0	18,6	0,0	9.171,9
4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (34)	04	11.202,6	0,0	17,7	0,0	9.216,6
5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (35)	05	11.225,6	0,0	16,6	0,0	9.359,0
6	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (36)	06	11.201,6	0,0	15,4	0,0	9.475,7
7	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (37)	07	11.182,1	0,0	15,3	0,0	9.474,8
8	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (38)	08	11.206,9	0,0	15,6	0,0	9.458,9
9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (39)	09	11.142,0	0,0	15,3	0,0	9.434,3
10	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (40)	10	11.371,0	0,0	10,5	0,0	10.172,9
11	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (41)	11	11.128,8	0,0	13,3	0,0	9.653,5
12	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (42)	12	11.326,8	0,0	13,9	0,0	9.753,9
13	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (43)	13	11.301,5	0,0	14,7	0,0	9.640,5
14	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (44)	14	11.287,5	0,0	13,4	0,0	9.773,8
15	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (45)	15	11.190,5	0,0	12,1	0,0	9.833,7
16	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (46)	16	11.115,4	0,0	13,1	0,0	9.663,8
17	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (47)	17	11.177,7	0,0	13,6	0,0	9.656,0
18	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (48)	18	11.214,3	0,0	13,0	0,0	9.751,4
	PARK		202.170,5	0,0	15,0	0,0	171.880,5

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

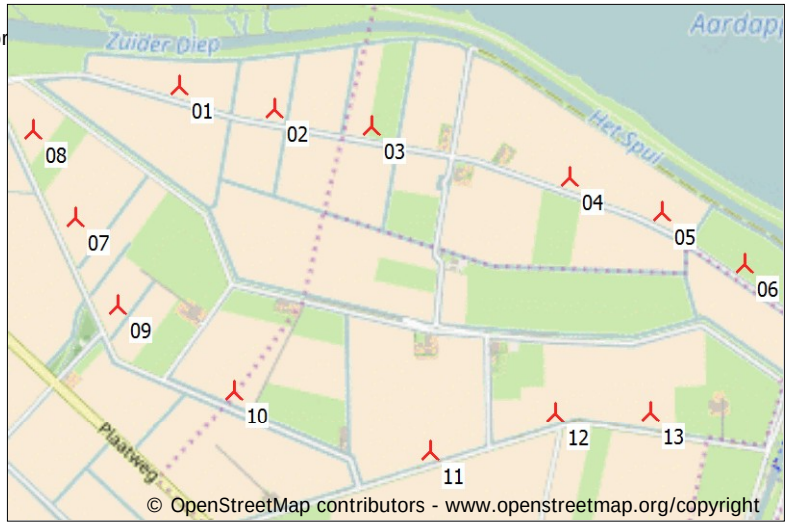
Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: B1_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_cor

Count	13
Rated power	58,5 MW
Mean wind speed	7,9 m/s at hub height
Sensitivity	1,6 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



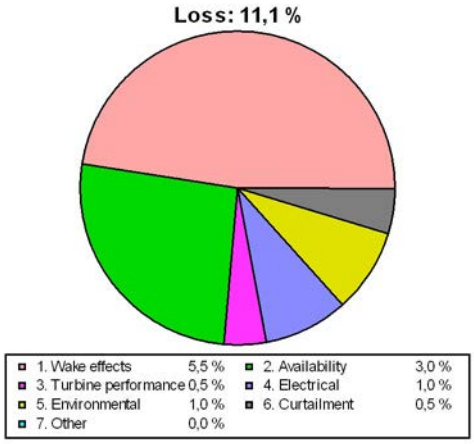
Scale: 40.000

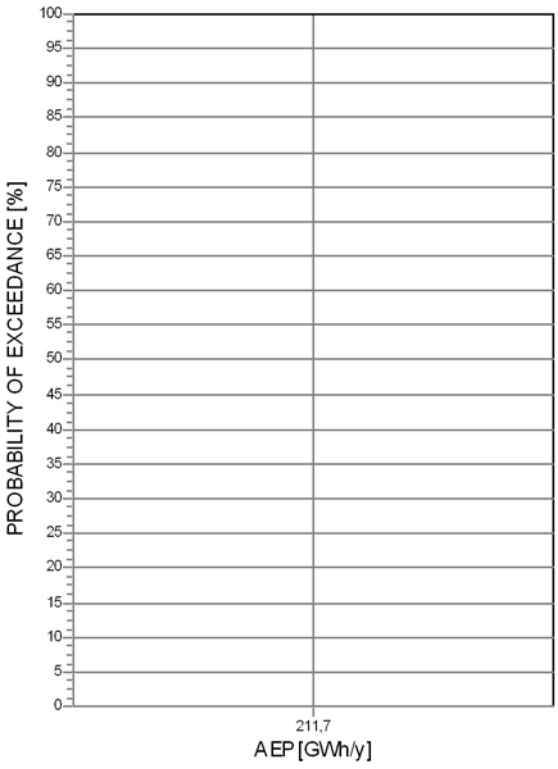
RESULTS

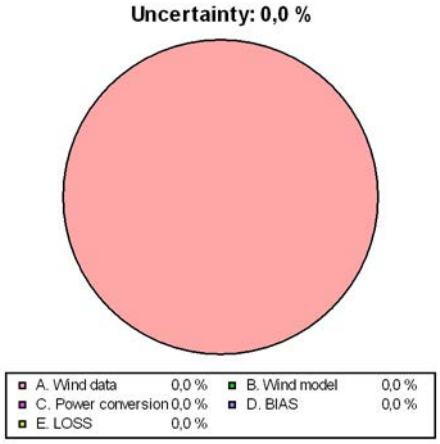
		P50
NET AEP	[GWh/y]	211,7
Capacity factor	[%]	41,3
Full load hours	[h/y]	3.619

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	238,0 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-26,3 GWh/y	-11,1 %	0,0 %
Wake loss		-5,5 %	
Other losses		-5,9 %	
NET AEP	211,7 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: B1_Mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	5,5	13,0	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	7,1	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,2	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	2,4	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,2	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,2	0,0	
6.	Curtailment					
	Noise	Calculation	0,1	0,1	0,0	
	Flicker	Calculation	0,1	0,2	0,0	
	Bats	Estimate	0,4	1,0	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		11,1	26,3	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	211.700	211.700	211.700	211.700
75	211.700	211.700	211.700	211.700
84	211.700	211.700	211.700	211.700
90	211.700	211.700	211.700	211.700
95	211.700	211.700	211.700	211.700

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: B1_Mitig

**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

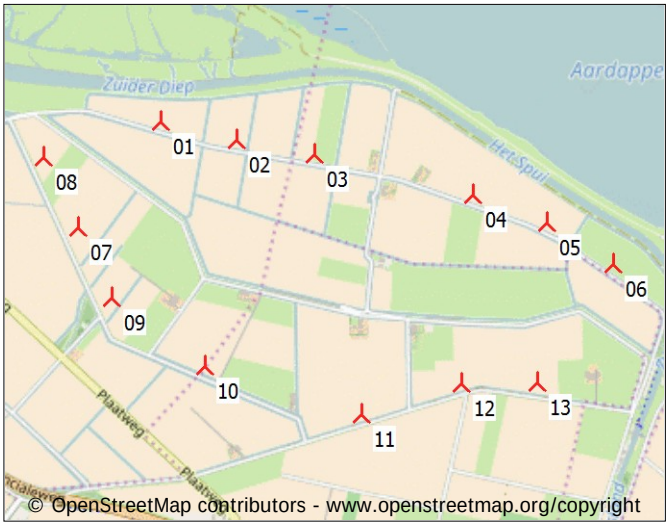
Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: B1_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind B1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88
Count 13
Rated power 58,5 MW
Mean wind speed 7,9 m/s at hub height
Sensitivity 1,6 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime 20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (170)	01	18.453,9	0,0	11,8	0,0	16.274,1
2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (171)	02	18.343,6	0,0	12,4	0,0	16.070,0
3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (172)	03	18.287,3	0,0	11,9	0,0	16.116,5
4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (173)	04	18.179,5	0,0	11,2	0,0	16.150,6
5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (174)	05	18.120,6	0,0	12,1	0,0	15.930,4
6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (175)	06	18.155,5	0,0	11,0	0,0	16.162,5
7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (176)	07	18.520,8	0,0	11,4	0,0	16.401,3
8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (177)	08	18.511,2	0,0	9,8	0,0	16.698,7
9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (178)	09	18.536,1	0,0	10,8	0,0	16.527,0
10	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (179)	10	18.322,3	0,0	9,2	0,0	16.639,4
11	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (180)	11	18.251,2	0,0	9,6	0,0	16.504,9
12	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (181)	12	18.195,8	0,0	11,6	0,0	16.090,0
13	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (182)	13	18.127,6	0,0	11,0	0,0	16.132,8
	PARK		238.005,6	0,0	11,1	0,0	211.699,7

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Noise

Calculation: B1_Mitig

Noise reduced mode is achieved by less aggressive pitching or reduction of maximum power. In both cases this results in less power production. There might also be situations where the turbine is fully stopped for fulfilling special noise requirements

Assumptions:

WTG(s)	Time From	To	Calculated power curve	Curtailed power curve
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (178)	23:00	07:00	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	Mode -1dB

Time series used in calculation
Name: KNMI Rotterdam Geulhaven.10,00m -
From: 1-11-1991 1:00:00
To: 31-5-2017 23:00:00
Period: 307 months
Time step: 60 minutes
The period used is calibrated to calculate annual loss

Result

Calculated AEP before loss:	238.005,6 MWh/y
Calculated loss:	135,4 MWh/y
Calculated AEP after loss:	237.870,2 MWh/y
Percent loss:	0,06 %

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (170)	18.453,9	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (171)	18.343,6	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (172)	18.287,3	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (173)	18.179,5	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (174)	18.120,6	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (175)	18.155,5	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (176)	18.520,8	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (177)	18.511,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (178)	18.536,1	135,4	0,73
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (179)	18.322,3	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (180)	18.251,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (181)	18.195,8	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (182)	18.127,6	0,0	0,00
TOTAL	238.005,6	135,4	0,06

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Flicker

Calculation: B1_Mitig

Calculated losses due to shadow (flicker) loss.

Used SHADOW calculation: 3.1.617: B1 >6uur

Assumptions:
Advanced stop (light sensors etc. included). Reduced to: 36 % AEP reduction relative to worst case.

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (170)	18.453,9	6,4	0,03
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (171)	18.343,6	0,4	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (172)	18.287,3	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (173)	18.179,5	3,1	0,02
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (174)	18.120,6	13,8	0,08
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (175)	18.155,5	33,9	0,19
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (176)	18.520,8	18,1	0,10
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (177)	18.511,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (178)	18.536,1	24,8	0,13
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (179)	18.322,3	2,6	0,01
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (180)	18.251,2	24,2	0,13
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (181)	18.195,8	26,3	0,14
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (182)	18.127,6	48,4	0,27
TOTAL	238.005,6	202,0	0,08

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:54/3.1.617

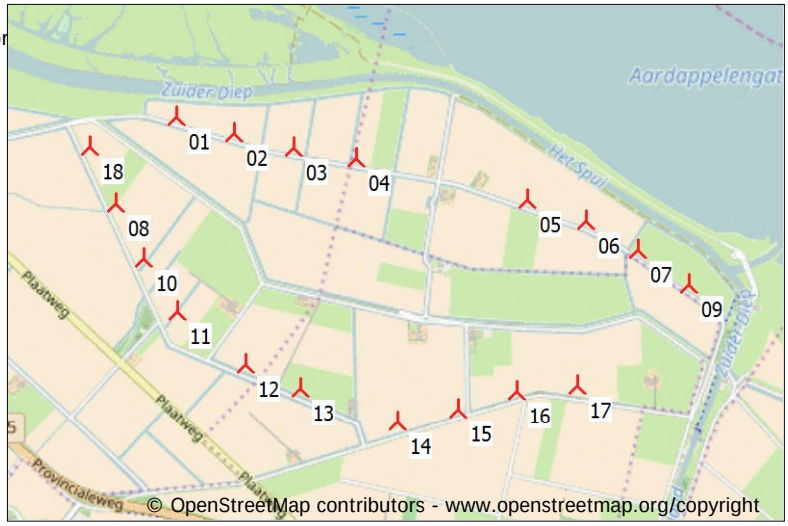
Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: B2_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_cor

Count	18
Rated power	54,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



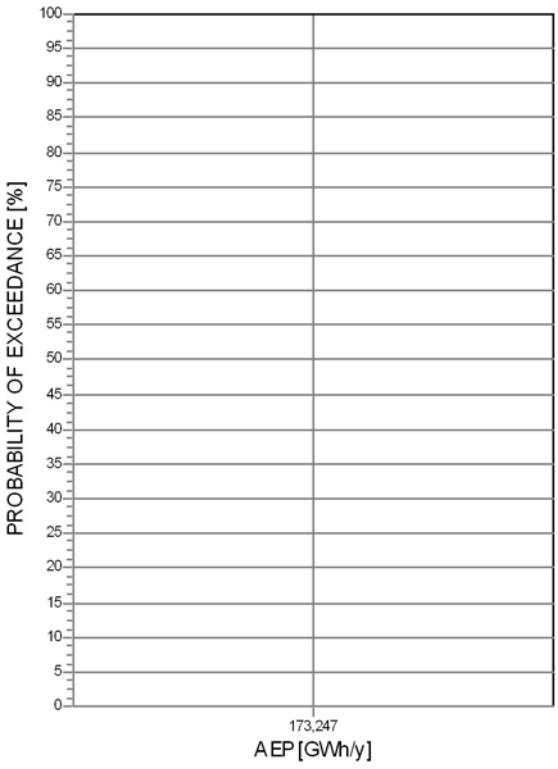
Scale: 50.000

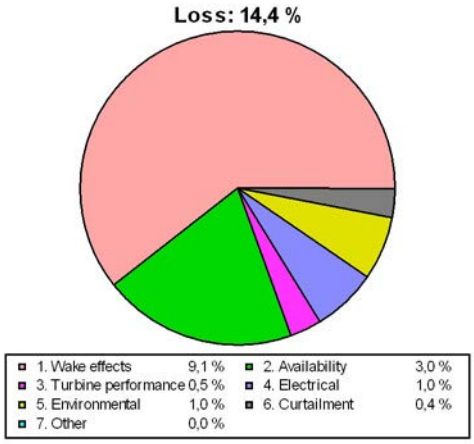
RESULTS

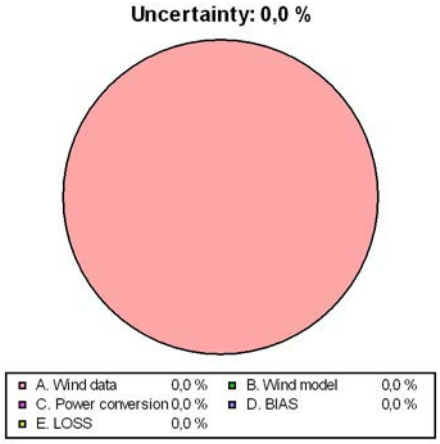
		P50
NET AEP	[GWh/y]	173,2
Capacity factor	[%]	36,6
Full load hours	[h/y]	3.208

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	202,4 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-29,1 GWh/y	-14,4 %	0,0 %
Wake loss		-9,1 %	
Other losses		-5,8 %	
NET AEP	173,2 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:54/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: B2_Mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	9,1	18,4	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	6,1	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,0	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	2,0	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,0	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,0	0,0	
6.	Curtailment					
	Flicker	Calculation	0,0	0,1	0,0	
	Bats	Estimate	0,4	0,8	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		14,4	29,1	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	173.247	173.247	173.247	173.247
75	173.247	173.247	173.247	173.247
84	173.247	173.247	173.247	173.247
90	173.247	173.247	173.247	173.247
95	173.247	173.247	173.247	173.247

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.
**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:54/3.1.617

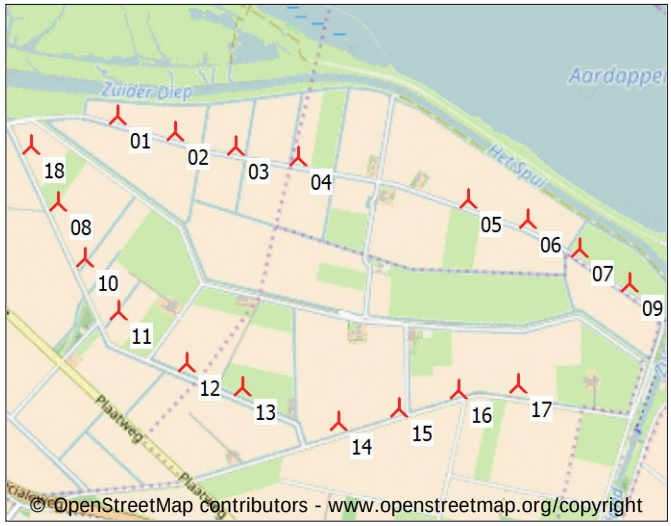
Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: B2_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind B2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Count	18
Rated power	54,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (62)	01	11.354,3	0,0	16,0	0,0	9.539,8
2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (63)	02	11.294,0	0,0	17,3	0,0	9.342,0
3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (64)	03	11.227,4	0,0	16,9	0,0	9.331,9
4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (65)	04	11.209,5	0,0	15,5	0,0	9.471,5
5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (66)	05	11.150,1	0,0	14,0	0,0	9.592,5
6	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (67)	06	11.094,1	0,0	15,5	0,0	9.373,2
7	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (68)	07	11.167,0	0,0	14,9	0,0	9.505,3
8	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (69)	08	11.372,1	0,0	14,4	0,0	9.733,3
9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (70)	09	11.194,7	0,0	12,9	0,0	9.745,7
10	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (71)	10	11.389,5	0,0	14,0	0,0	9.795,8
11	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (72)	11	11.327,4	0,0	12,3	0,0	9.932,8
12	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (73)	12	11.277,1	0,0	11,8	0,0	9.945,2
13	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (74)	13	11.269,3	0,0	12,4	0,0	9.870,9
14	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (75)	14	11.197,5	0,0	12,7	0,0	9.770,0
15	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (76)	15	11.179,3	0,0	15,7	0,0	9.423,3
16	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (77)	16	11.148,3	0,0	16,7	0,0	9.290,7
17	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (78)	17	11.132,9	0,0	14,4	0,0	9.530,4
18	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (79)	18	11.402,8	0,0	11,9	0,0	10.051,6
	PARK		202.387,3	0,0	14,4	0,0	173.246,5

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Flicker

Calculation: B2_Mitig

Calculated losses due to shadow (flicker) loss.

Used SHADOW calculation: 3.1.617: B2 >6uur

Assumptions:
Advanced stop (light sensors etc. included). Reduced to: 36 % AEP reduction relative to worst case.

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (62)	11.354,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (63)	11.294,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (64)	11.227,4	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (65)	11.209,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (66)	11.150,1	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (67)	11.094,1	2,3	0,02
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (68)	11.167,0	10,6	0,09
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (69)	11.372,1	14,4	0,13
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (70)	11.194,7	35,9	0,32
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (71)	11.389,5	4,8	0,04
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (72)	11.327,4	1,6	0,01
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (73)	11.277,1	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (74)	11.269,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (75)	11.197,5	12,8	0,11
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (76)	11.179,3	2,1	0,02
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (77)	11.148,3	1,2	0,01
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (78)	11.132,9	9,4	0,08
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (79)	11.402,8	0,0	0,00
TOTAL	202.387,3	95,1	0,05

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

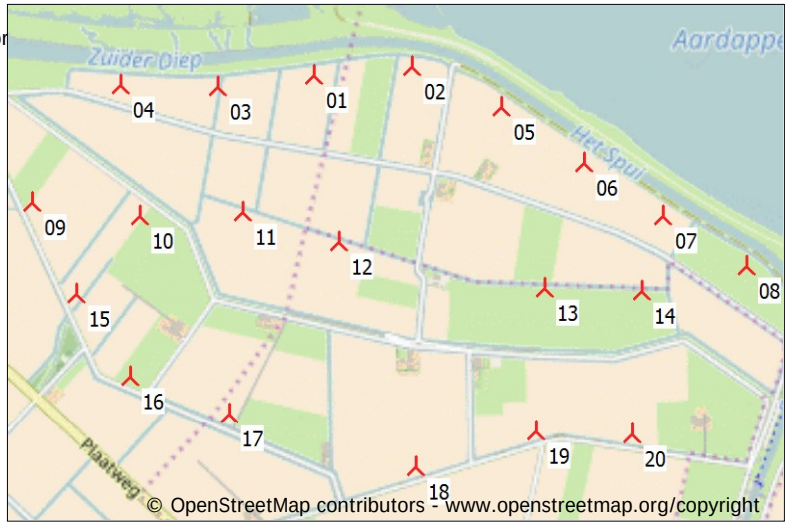
Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: C1_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_cor

Count	20
Rated power	90,0 MW
Mean wind speed	7,9 m/s at hub height
Sensitivity	1,7 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



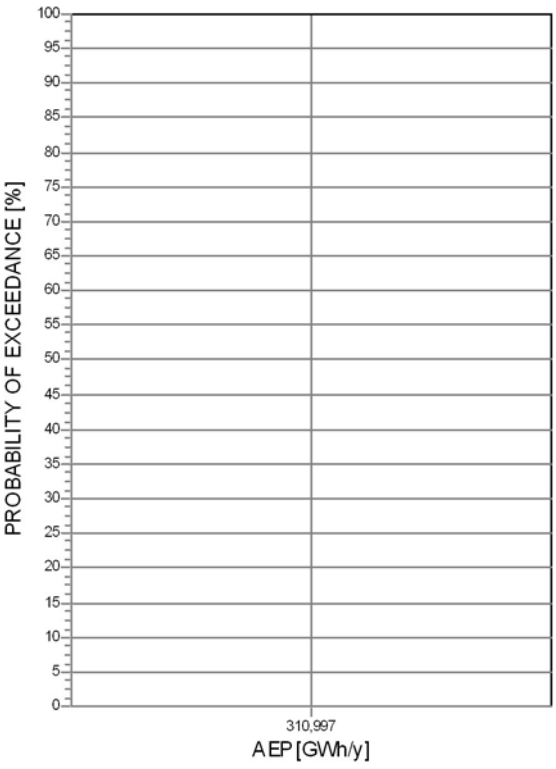
Scale: 40.000

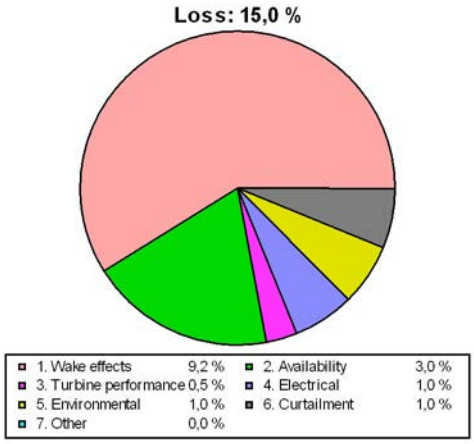
RESULTS

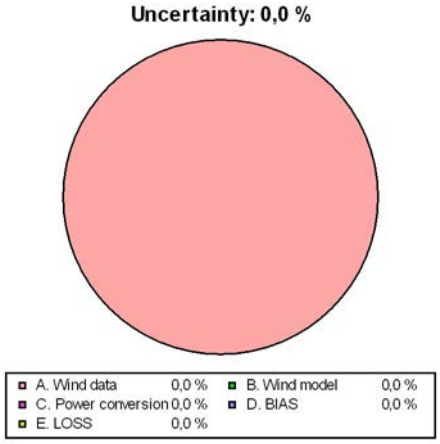
		P50
NET AEP	[GWh/y]	311,0
Capacity factor	[%]	39,4
Full load hours	[h/y]	3.456

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	365,7 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-54,7 GWh/y	-15,0 %	0,0 %
Wake loss		-9,2 %	
Other losses		-6,3 %	
NET AEP	311,0 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: C1_Mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	9,2	33,7	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	11,0	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,8	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	3,7	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,8	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,8	0,0	
6.	Curtailment					
	Noise	Calculation	0,5	1,8	0,0	
	Flicker	Calculation	0,1	0,3	0,0	
	Bats	Estimate	0,4	1,5	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		15,0	54,7	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	310.997	310.997	310.997	310.997
75	310.997	310.997	310.997	310.997
84	310.997	310.997	310.997	310.997
90	310.997	310.997	310.997	310.997
95	310.997	310.997	310.997	310.997

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: C1_Mitig

**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

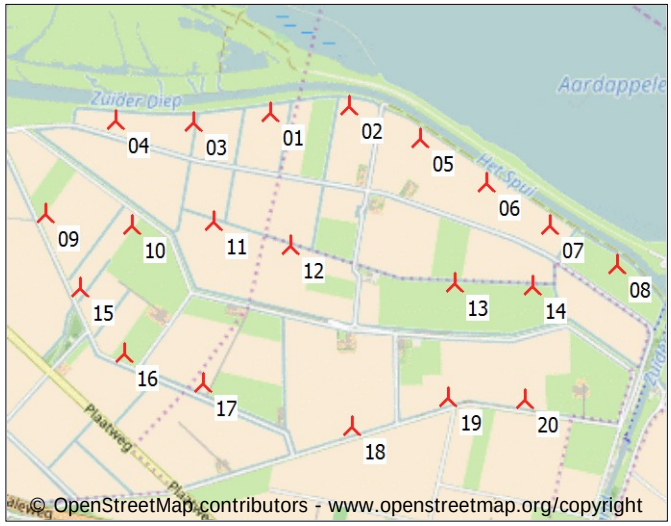
Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: C1_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind C1 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Count	20
Rated power	90,0 MW
Mean wind speed	7,9 m/s at hub height
Sensitivity	1,7 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (183)	01	18.295,0	0,0	16,4	0,0	15.288,3
2	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (184)	02	18.226,2	0,0	15,2	0,0	15.464,7
3	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (185)	03	18.371,7	0,0	16,6	0,0	15.321,4
4	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (186)	04	18.492,9	0,0	13,5	0,0	15.996,9
5	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (187)	05	18.175,9	0,0	14,8	0,0	15.479,1
6	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (188)	06	18.171,5	0,0	15,7	0,0	15.320,8
7	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (189)	07	18.134,2	0,0	17,3	0,0	15.002,9
8	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (190)	08	18.129,4	0,0	13,5	0,0	15.672,9
9	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (191)	09	18.529,7	0,0	11,9	0,0	16.327,7
10	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (192)	10	18.443,3	0,0	16,6	0,0	15.379,5
11	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (193)	11	18.379,8	0,0	16,8	0,0	15.290,5
12	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (194)	12	18.215,3	0,0	15,5	0,0	15.390,4
13	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (195)	13	18.189,7	0,0	16,4	0,0	15.205,1
14	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (196)	14	18.100,9	0,0	17,3	0,0	14.970,5
15	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (197)	15	18.473,8	0,0	17,1	0,0	15.307,2
16	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (198)	16	18.451,0	0,0	16,2	0,0	15.465,8
17	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (199)	17	18.356,3	0,0	11,7	0,0	16.212,6
18	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (200)	18	18.252,2	0,0	11,2	0,0	16.208,6
19	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (201)	19	18.189,4	0,0	13,2	0,0	15.793,0
20	LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (202)	20	18.105,1	0,0	12,4	0,0	15.856,4
	PARK		365.683,7	0,0	15,0	0,0	310.997,0

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:52/3.1.617

Loss&Uncertainty - Noise

Calculation: C1_Mitig

Noise reduced mode is achieved by less aggressive pitching or reduction of maximum power. In both cases this results in less power production. There might also be situations where the turbine is fully stopped for fulfilling special noise requirements

Assumptions:

	Time			
WTG(s)	From	To	Calculated power curve	Curtailed power curve
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (197)	23:00	07:00	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	Mode -5dB
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (198)	23:00	07:00	Lagerwey L136-4.5MW PV curve	Mode -5dB

Time series used in calculation
Name: KNMI Rotterdam Geulhaven.10,00m -
From: 1-11-1991 1:00:00
To: 31-5-2017 23:00:00
Period: 307 months
Time step: 60 minutes
The period used is calibrated to calculate annual loss

Result

Calculated AEP before loss:	365.683,7 MWh/y
Calculated loss:	1.755,9 MWh/y
Calculated AEP after loss:	363.927,8 MWh/y
Percent loss:	0,48 %

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (183)	18.295,0	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (184)	18.226,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (185)	18.371,7	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (186)	18.492,9	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (187)	18.175,9	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (188)	18.171,5	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (189)	18.134,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (190)	18.129,4	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (191)	18.529,7	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (192)	18.443,3	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (193)	18.379,8	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (194)	18.215,3	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (195)	18.189,7	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (196)	18.100,9	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (197)	18.473,8	878,6	4,76
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (198)	18.451,0	877,3	4,75
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (199)	18.356,3	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (200)	18.252,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (201)	18.189,4	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (202)	18.105,1	0,0	0,00
TOTAL	365.683,7	1.755,9	0,48

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Flicker

Calculation: C1_Mitig

Calculated losses due to shadow (flicker) loss.

Used SHADOW calculation: 3.1.617: C1 >6uur

Assumptions:
Advanced stop (light sensors etc. included). Reduced to: 36 % AEP reduction relative to worst case.

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (183)	18.295,0	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (184)	18.226,2	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (185)	18.371,7	1,3	0,01
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (186)	18.492,9	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (187)	18.175,9	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (188)	18.171,5	0,2	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (189)	18.134,2	0,8	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (190)	18.129,4	0,0	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (191)	18.529,7	42,8	0,23
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (192)	18.443,3	5,0	0,03
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (193)	18.379,8	0,9	0,00
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (194)	18.215,3	2,1	0,01
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (195)	18.189,7	9,5	0,05
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (196)	18.100,9	10,6	0,06
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (197)	18.473,8	11,7	0,06
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (198)	18.451,0	91,3	0,49
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (199)	18.356,3	11,4	0,06
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (200)	18.252,2	24,1	0,13
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (201)	18.189,4	37,4	0,21
LAGERWEY L136-4.5MW 4500 136.0 !O! hub: 132,0 m (TOT: 200,0 m) (202)	18.105,1	73,6	0,41
TOTAL	365.683,7	322,6	0,09

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:30/3.1.617

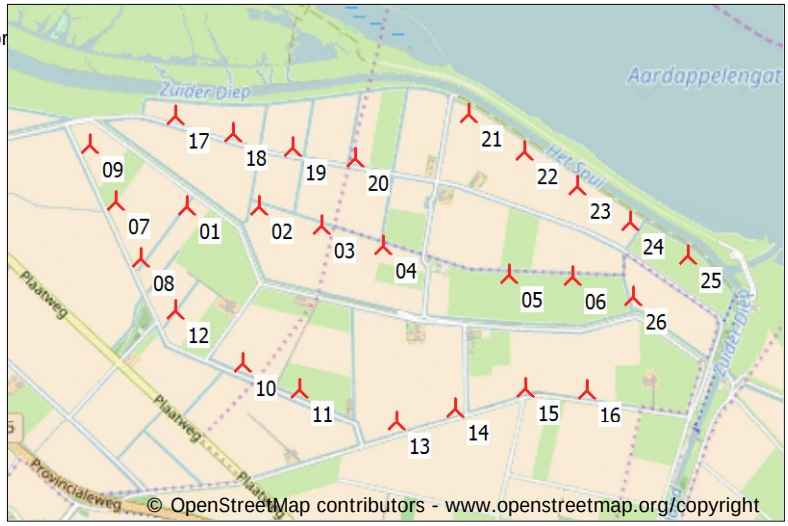
Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: C2_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind C2 (Rott.Geulhaven)_cor

Count	26
Rated power	78,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



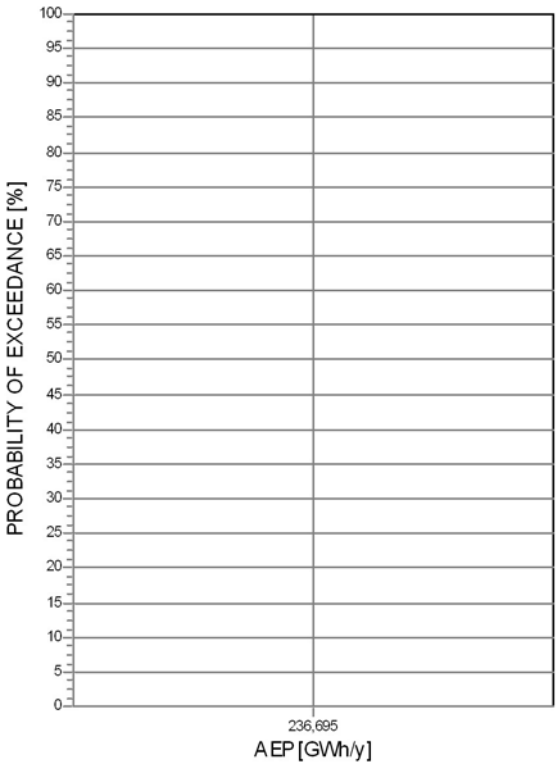
Scale: 50.000

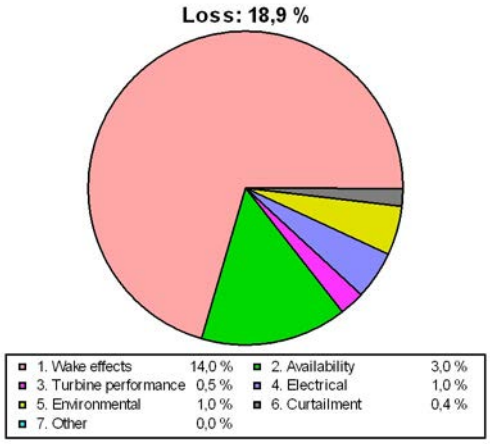
RESULTS

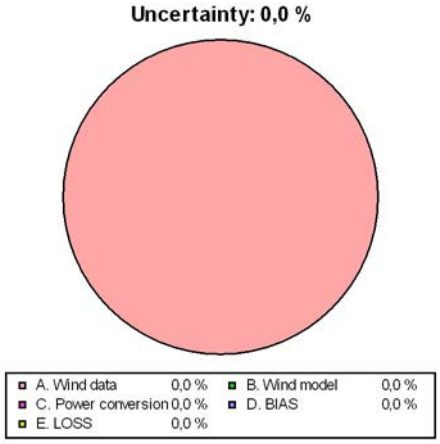
		P50
NET AEP	[GWh/y]	236,7
Capacity factor	[%]	34,6
Full load hours	[h/y]	3.035

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	291,9 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-55,2 GWh/y	-18,9 %	0,0 %
Wake loss		-14,0 %	
Other losses		-5,8 %	
NET AEP	236,7 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:30/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: C2_mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	14,0	40,7	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	8,8	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,5	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	2,9	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,5	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,5	0,0	
6.	Curtailment					
	Noise	Calculation	0,0	0,1	0,0	
	Flicker	Calculation	0,0	0,1	0,0	
	Bats	Estimate	0,3	0,9	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		18,9	55,2	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	236.695	236.695	236.695	236.695
75	236.695	236.695	236.695	236.695
84	236.695	236.695	236.695	236.695
90	236.695	236.695	236.695	236.695
95	236.695	236.695	236.695	236.695

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: C2_mitig

**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:30/3.1.617

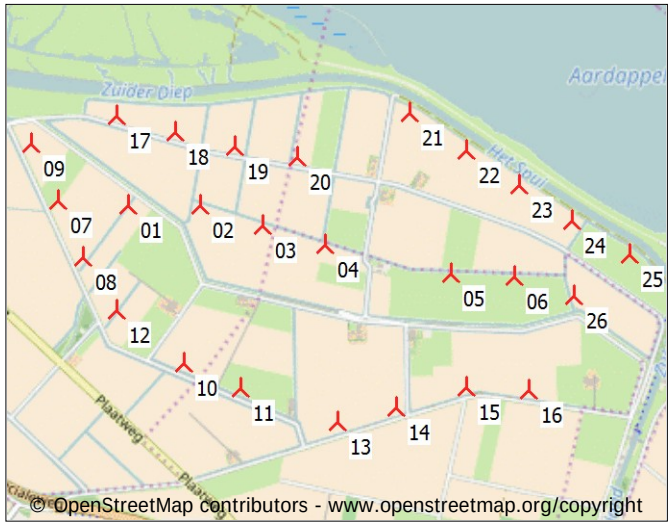
Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: C2_mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: Kroningswind C2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Count	26
Rated power	78,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (126)	01	11.308,6	0,0	23,0	0,0	8.712,4
2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (127)	02	11.266,2	0,0	23,7	0,0	8.596,1
3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (128)	03	11.215,3	0,0	22,2	0,0	8.725,5
4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (129)	04	11.185,5	0,0	20,5	0,0	8.892,0
5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (130)	05	11.081,0	0,0	20,8	0,0	8.780,8
6	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (131)	06	11.126,9	0,0	22,6	0,0	8.614,1
7	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (132)	07	11.357,2	0,0	16,6	0,0	9.475,5
8	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (133)	08	11.401,3	0,0	16,4	0,0	9.527,2
9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (134)	09	11.394,3	0,0	12,8	0,0	9.937,7
10	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (135)	10	11.278,2	0,0	13,7	0,0	9.731,4
11	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (136)	11	11.271,1	0,0	14,1	0,0	9.685,8
12	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	12	11.337,2	0,0	15,3	0,0	9.602,6
13	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (138)	13	11.200,8	0,0	14,4	0,0	9.592,0
14	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (139)	14	11.175,7	0,0	17,4	0,0	9.234,2
15	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (140)	15	11.125,3	0,0	17,8	0,0	9.146,7
16	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (141)	16	11.091,9	0,0	15,4	0,0	9.386,6
17	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (142)	17	11.354,3	0,0	18,7	0,0	9.225,7
18	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (143)	18	11.294,0	0,0	22,0	0,0	8.805,3
19	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (144)	19	11.227,4	0,0	24,0	0,0	8.537,8
20	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (145)	20	11.209,5	0,0	23,3	0,0	8.596,2
21	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (146)	21	11.201,6	0,0	17,2	0,0	9.279,1
22	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (147)	22	11.187,0	0,0	18,9	0,0	9.072,0
23	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (148)	23	11.189,9	0,0	21,3	0,0	8.805,1
24	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (149)	24	11.142,0	0,0	22,5	0,0	8.630,7
25	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (150)	25	11.129,0	0,0	17,8	0,0	9.148,6
26	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (151)	26	11.125,6	0,0	19,6	0,0	8.945,6
	PARK		291.877,0	0,0	18,9	0,0	236.695,0

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
8-12-2017 14:30/3.1.617

Loss&Uncertainty - Noise

Calculation: C2_mitig

Noise reduced mode is achieved by less aggressive pitching or reduction of maximum power. In both cases this results in less power production. There might also be situations where the turbine is fully stopped for fulfilling special noise requirements

Assumptions:

WTG(s)	Time From	To	Calculated power curve	Curtailed power curve
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	23:00	07:00	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	Level 3 - official - 2790 kW - R02 - 10/2015

Time series used in calculation
Name: KNMI Rotterdam Geulhaven.10,00m -
From: 1-11-1991 1:00:00
To: 31-5-2017 23:00:00
Period: 307 months
Time step: 60 minutes
The period used is calibrated to calculate annual loss

Result

Calculated AEP before loss:	291.877,0 MWh/y
Calculated loss:	138,3 MWh/y
Calculated AEP after loss:	291.738,6 MWh/y
Percent loss:	0,05 %

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (126)	11.308,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (127)	11.266,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (128)	11.215,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (129)	11.185,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (130)	11.081,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (131)	11.126,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (132)	11.357,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (133)	11.401,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (134)	11.394,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (135)	11.278,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (136)	11.271,1	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	11.337,2	138,3	1,22
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (138)	11.200,8	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (139)	11.175,7	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (140)	11.125,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (141)	11.091,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (142)	11.354,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (143)	11.294,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (144)	11.227,4	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (145)	11.209,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (146)	11.201,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (147)	11.187,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (148)	11.189,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (149)	11.142,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (150)	11.129,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (151)	11.125,6	0,0	0,00
TOTAL	291.877,0	138,3	0,05

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Flicker

Calculation: C2_mitig

Calculated losses due to shadow (flicker) loss.

Used SHADOW calculation: 3.1.617: C2 >6uur

Assumptions:
Advanced stop (light sensors etc. included). Reduced to: 36 % AEP reduction relative to worst case.

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (126)	11.308,6	1,3	0,01
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (127)	11.266,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (128)	11.215,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (129)	11.185,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (130)	11.081,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (131)	11.126,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (132)	11.357,2	14,3	0,13
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (133)	11.401,3	5,0	0,04
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (134)	11.394,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (135)	11.278,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (136)	11.271,1	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (137)	11.337,2	1,7	0,01
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (138)	11.200,8	12,5	0,11
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (139)	11.175,7	2,4	0,02
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (140)	11.125,3	3,6	0,03
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (141)	11.091,9	16,8	0,15
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (142)	11.354,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (143)	11.294,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (144)	11.227,4	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (145)	11.209,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (146)	11.201,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (147)	11.187,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (148)	11.189,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (149)	11.142,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (150)	11.129,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (151)	11.125,6	0,0	0,00
TOTAL	291.877,0	57,6	0,02

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:55/3.1.617

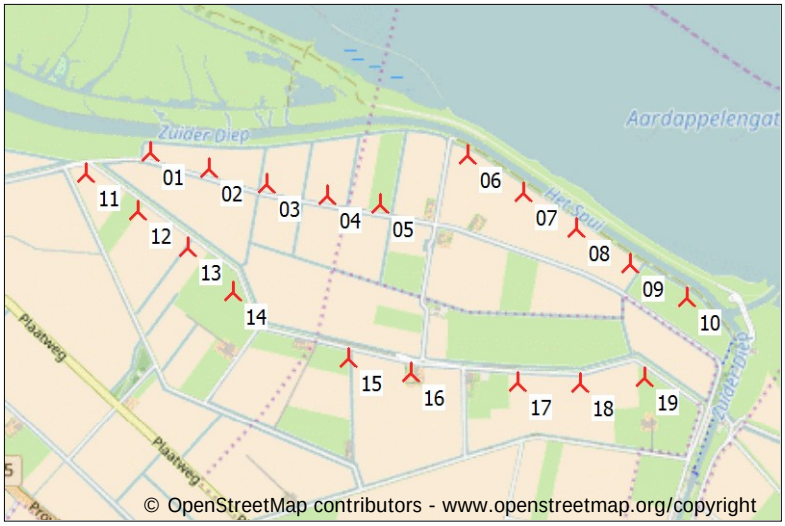
Loss&Uncertainty - Main result

Calculation: VKA2_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88

Count	19
Rated power	57,0 MW
Mean wind speed	7,2 m/s at hub height
Sensitivity	1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime	20 Years



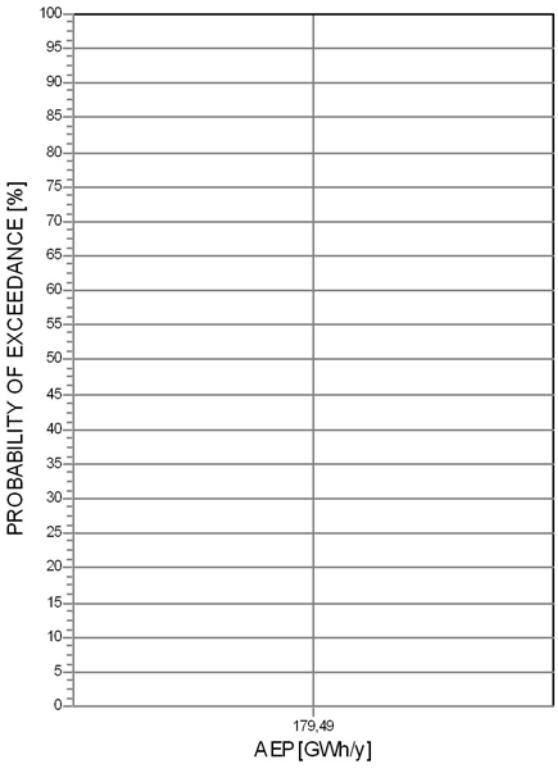
Scale: 50.000

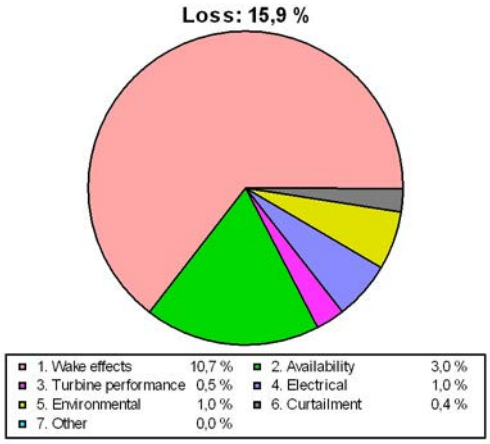
RESULTS

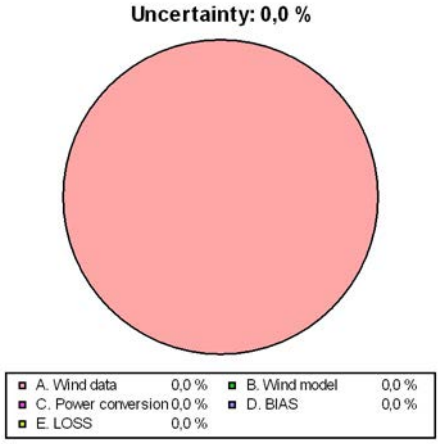
		P50
NET AEP	[GWh/y]	179,5
Capacity factor	[%]	35,9
Full load hours	[h/y]	3.149

Result details

	P50		Uncertainty
GROSS AEP *)	213,4 GWh/y		0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %	0,0 %
Loss correction	-33,9 GWh/y	-15,9 %	0,0 %
Wake loss		-10,7 %	
Other losses		-5,8 %	
NET AEP	179,5 GWh/y		0,0 %







*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Calculated:
11-12-2017 10:55/3.1.617

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: VKA2_Mitig

ASSUMPTIONS

LOSS

		Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1.	Wake effects					
	Wake effects, all WTGs	Calculation	10,7	22,9	0,0	
2.	Availability					
	Turbine availability	Estimate	3,0	6,4	0,0	
3.	Turbine performance					
	High wind hysteresis	Estimate	0,5	1,1	0,0	
4.	Electrical					
	Electrical losses	Estimate	1,0	2,1	0,0	
5.	Environmental					
	Performance degradation not due to icing	Estimate	0,5	1,1	0,0	
	Performance degradation due to icing	Estimate	0,5	1,1	0,0	
6.	Curtailment					
	Flicker	Calculation	0,0	0,0	0,0	
	Bats	Estimate	0,4	0,9	0,0	
7.	Other					No input
	LOSS, total		15,9	33,9	0,0	

UNCERTAINTY

		Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A.	Wind data				
	Wind measurement/Wind data				
	Long term correction				
	Year-to-year variability				
	Future climate				
	Other wind related				
B.	Wind model				
	Vertical extrapolation				
	Horizontal extrapolation				
	Other wind model related				
C.	Power conversion				
	Power curve uncertainty				
	Metering uncertainty				
	Other AEP related uncertainties				
D.	BIAS, total uncertainty			0,0	
E.	LOSS, total uncertainty			0,0	
	UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
	UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	179.490	179.490	179.490	179.490
75	179.490	179.490	179.490	179.490
84	179.490	179.490	179.490	179.490
90	179.490	179.490	179.490	179.490
95	179.490	179.490	179.490	179.490

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.
**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

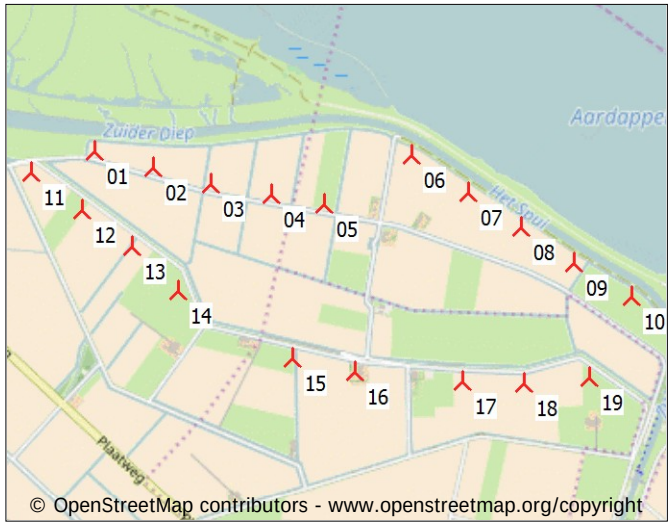
Calculated:
11-12-2017 10:55/3.1.617

Loss&Uncertainty - WTG results

Calculation: VKA2_Mitig

Main data for PARK

PARK calculation 3.1.617: VKA2 (Rott.Geulhaven)_corr0,88
Count 19
Rated power 57,0 MW
Mean wind speed 7,2 m/s at hub height
Sensitivity 1,9 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime 20 Years



Scale: 50.000

Expected AEP per WTG including bias, loss and uncertainty evaluation

	Description	User label	Calculated GROSS*) [MWh/y]	Bias [%]	Loss [%]	20 years averaging Unc. [%]	P50 [MWh/y]
1	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (223)	01	11.383,0	0,0	18,3	0,0	9.297,4
2	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (224)	02	11.313,2	0,0	20,4	0,0	9.007,9
3	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (225)	03	11.295,5	0,0	19,4	0,0	9.100,0
4	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (226)	04	11.201,3	0,0	18,8	0,0	9.092,6
5	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (227)	05	11.198,4	0,0	18,5	0,0	9.121,2
6	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (228)	06	11.201,6	0,0	15,3	0,0	9.491,3
7	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (229)	07	11.187,0	0,0	16,0	0,0	9.400,6
8	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (230)	08	11.189,9	0,0	16,9	0,0	9.298,6
9	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (231)	09	11.142,0	0,0	17,5	0,0	9.196,1
10	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (232)	10	11.129,0	0,0	15,5	0,0	9.400,9
11	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (233)	11	11.371,6	0,0	10,9	0,0	10.131,3
12	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (234)	12	11.323,9	0,0	14,5	0,0	9.686,2
13	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (235)	13	11.305,5	0,0	15,7	0,0	9.527,0
14	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (236)	14	11.294,5	0,0	13,7	0,0	9.746,8
15	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (237)	15	11.239,5	0,0	12,6	0,0	9.828,2
16	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (238)	16	11.252,9	0,0	13,9	0,0	9.688,7
17	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (239)	17	11.168,0	0,0	14,2	0,0	9.584,4
18	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (240)	18	11.141,2	0,0	15,6	0,0	9.405,1
19	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (241)	19	11.082,2	0,0	14,4	0,0	9.486,2
	PARK		213.420,4	0,0	15,9	0,0	179.490,5

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940

Loss&Uncertainty - Flicker

Calculation: VKA2_Mitig

Calculated losses due to shadow (flicker) loss.

Used SHADOW calculation: 3.1.617: VKA2 >6uur

Assumptions:
Advanced stop (light sensors etc. included). Reduced to: 36 % AEP reduction relative to worst case.

Result

WTG	Calculated AEP GROSS [MWh]	Loss [MWh]	Percent of AEP [%]
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (223)	11.383,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (224)	11.313,2	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (225)	11.295,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (226)	11.201,3	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (227)	11.198,4	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (228)	11.201,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (229)	11.187,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (230)	11.189,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (231)	11.142,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (232)	11.129,0	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (233)	11.371,6	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (234)	11.323,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (235)	11.305,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (236)	11.294,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (237)	11.239,5	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (238)	11.252,9	0,0	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (239)	11.168,0	0,2	0,00
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (240)	11.141,2	2,8	0,03
NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,5 m (TOT: 149,9 m) (241)	11.082,2	8,9	0,08
TOTAL	213.420,4	11,9	0,01

BIJLAGE 13



Inspectie Leefomgeving en Transport
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

> Retouradres Postbus 575 2130 AN Hoofddorp

Pondera Consult B.V.
T.a.v. de heer J. Starmans
Nooitgedacht 2
3701 AN ZEIST

cc: J.Starmans@ponderaconsult.com

ILT
Luchtvaart
Vergunningen

Hoofddorp
Postbus 575
2130 AN Hoofddorp

Contactpersoon
ing. H. van den Berg
Senior inspecteur

T +31(0)70-4563442
M +31(0)6-15359303
F +31(0)70-4563009
Henk.van.den.Berg@ILenT.nl

Ons kenmerk
ILT-2017/66780

Uw kenmerk
Uw e-mail d.d.14-07-2017

Bijlage(n)
1

Datum 25 juli 2017
Betreft Windpark Kroningswind

Geachte heer Starmans,

De Inspectie Leefomgeving en Transport - Luchtvaart (de Inspectie) heeft uw e-mail van 14 juli 2017 ontvangen. In uw e-mail vraagt u om een beoordeling van de beoogde realisatie van windpark Kroningswind in de gemeente Goeree-Overflakkee op de locatie zoals weergegeven in bijlage I. In reactie op uw verzoek kan ik u het volgende meedelen.

De Inspectie toetst of te realiseren objecten gevolgen hebben voor de veiligheid van de burgerluchtvaart. De plannen worden getoetst aan de hand van internationale burgerluchtvaartcriteria welke zijn opgesteld door de International Civil Aviation Organisation (ICAO). In het ICAO document over luchthavens (Annex 14) zijn de criteria met betrekking tot hoogtebeperkingen rondom luchthavens verwoord. Doel hiervan is het luchtruim rond luchthavens vrij te houden van obstakels om zodoende vliegtuigoperaties van en naar de luchthaven veilig te kunnen uitvoeren. Zo wordt voorkomen dat de omgeving van een luchthaven ongecontroleerd wordt volgebouwd. De door u voorgestelde locatie bevindt zich buiten dergelijke hoogtebeperkingsgebieden.

Bij realisatie verzoek ik u de windturbines te voorzien van obstakelmarkering en obstakellichten in overeenstemming met het informatieblad 'Aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland' versie 1, d.d. 30 september 2016.
(https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2016/11/15/aanduiding-van-windturbines-en-windparken-op-het-nederlandse-vasteland).

Bij realisatie van de windturbines verzoek ik u het bovenstaande in een lichtenplan ter toetsing aan mij voor te leggen. In dit lichtenplan verwacht ik tenminste omschreven te zien welke windturbines van obstakellichten worden voorzien, waar deze obstakellichten worden aangebracht en welke typen obstakellichten hierbij worden toegepast.

Voor de invloed van de windturbines op de correcte werking van de ondermeer elektronische navigatie-, communicatie-, en landingshulpmiddelen verzoek ik u Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) te raadplegen via CNSToetsing@lvnl.nl.

Voor de invloed van de windturbines op de militaire luchtvaartoperaties verzoek ik u Defensie te raadplegen. Dit kan via het e-mail adres DVenB.Dir.EenR.Sectie.JBenRuimte@mindef.nl.

Tenslotte wil ik u erop wijzen dat alle objecten met een hoogte van 100 meter of meer aan luchtvarenden moeten worden bekend gesteld. Daarvoor verzoek ik u tijdens de realisatie van de windturbines het formulier *Melding Luchtvaartobstakels van 100 meter en hoger* in te vullen en toe te zenden aan obstakels@ilent.nl. Dit formulier is te downloaden op http://www.ilent.nl/onderwerpen/transport/luchtvaart/formulieren_luchtvaart.

Ik vertrouw erop u hierbij voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,

DE STAATSSECRETARIS VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU,
namens deze,
DE INSPECTEUR ILT/LUCHTVAART,

ing. H. van den Berg

ILT
Luchtvaart
Vergunningen

Datum
25 juli 2017

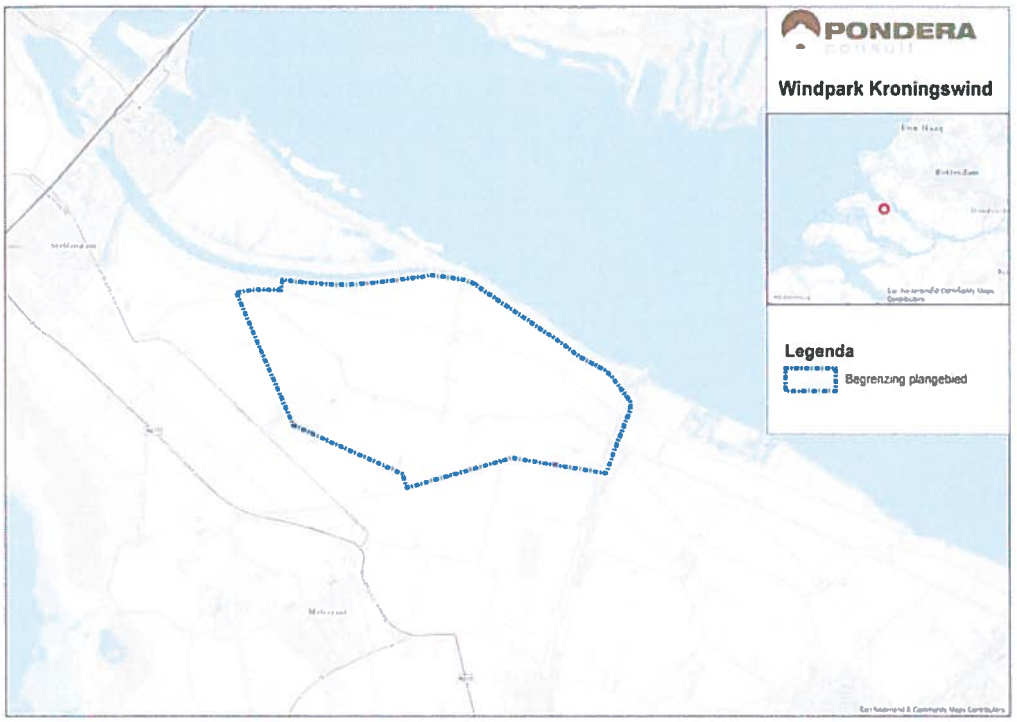
Ons kenmerk
ILT-2017/66780

BIJLAGE I Beoogde locatie windpark Kroningswind

ILT
Luchtvaart
Vergunningen

Datum
25 juli 2017

Ons kenmerk
ILT-2017/66780

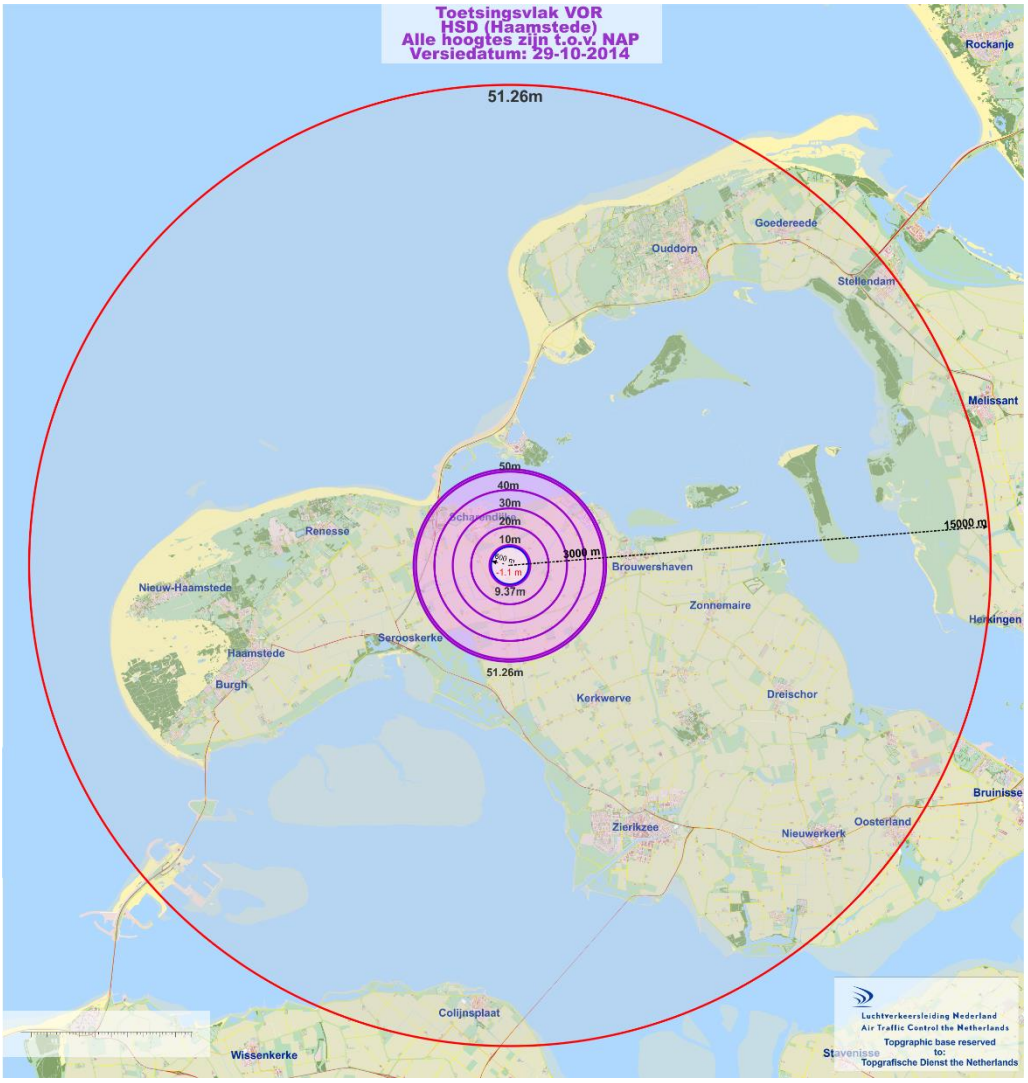


BIJLAGE 14



Van: Matakena, mevr. E.A. (PRO\ BS) [mailto:D.Matakena@lvnl.nl]
Verzonden: dinsdag 18 juli 2017 9:31
Aan: Joost Starmans <J.Starmans@ponderaconsult.com>
Onderwerp: FW: Windproject Kroningswind

Met tekening!



Van: CNSToetsing@lvnl.nl
Verzonden: dinsdag 18 juli 2017 9:30
Aan: 'Joost Starmans' <J.Starmans@ponderaconsult.com>
Onderwerp: RE: Windproject Kroningswind

Geachte heer Starmans,

Onderstaand zoekgebied in de gemeente Goeree-Overflakkee valt (net) buiten het toetsingsvlak behorende bij de VOR Haamstede (zie tekening bijgevoegd) in beheer van Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL).
Windturbines die binnen dit zoekgebied vallen hoeven, op basis van de geldende toetsingsvlakken, niet door

LVNL verder onderzocht te worden voor het effect op de correcte werking van de communicatie-, navigatie- en surveillanceapparatuur.

Mocht het zoekgebied wijzigen en wel vallen binnen het toetsingsvlak van de VOR HSD dan is nodig het plan te toetsen. Voor een toetsing zijn de afmetingen van de windturbines alsmede de locaties nodig.

Wel raad ik u aan het zoekgebied ook aan Defensie en de Inspectie Leefomgeving en Transport voor te leggen.

Ik hoop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben.

Met vriendelijke groet,
dana matakena

dana matakena | Procedures - Business Support | Luchtverkeersleiding Nederland | 020 - 406 3986 | d.matakena@lvnl.nl
werkdagen maandag t/m donderdag

Van: Joost Starmans [mailto:J.Starmans@ponderaconsult.com]
Verzonden: vrijdag 14 juli 2017 14:03
Aan: CNSToetsing@lvnl.nl
Onderwerp: Windproject Kroningswind

Geachte Matakena,

In opdracht van een klant zijn wij momenteel bezig met het onderzoeken van de mogelijkheden voor windenergie binnen een zoekgebied in de gemeente Goeree-Overflakkee. Graag willen we weten of het beoogde windpark mogelijk van invloed kan zijn op de correcte werking van Communicatie, Navigatie en Surveillance (CNS) – apparatuur voor de luchtvaart. Om de beoordeling uit te kunnen voeren, is hieronder een kaart van het plangebied weergegeven. De afmetingen en exacte locaties van de windturbines zijn nog niet bekend.

Als er nog meer informatie benodigd is voor het uitvoeren van de beoordeling, dan verneem ik dat graag.

Met vriendelijke groet,

Joost Starmans
Adviseur Duurzame Energie

Pondera Consult B.V.
Duurzame oplossingen in klimaat, energie en milieu

Email: j.starmans@ponderaconsult.com | Mobiel: +31 629209385 | Locatie Zeist: Nooitgedacht 2 3701 AN
Locatie Hengelo: Welbergweg 49 7556 PE | Web: www.ponderaconsult.com |KVK: 08 156 154


PONDERA
consult
Windpark Kroningswind
Den Haag
Rotterdam
Esri Nederland & Community Maps Contributors
Legenda
Begrenzing plangebied
Stellendam
Melissant
N215
Esri Nederland & Community Maps Contributors

BIJLAGE 15



BIJLAGE 15 – TOELICHTING VISUALISATIES

Datum	8 februari 2018
Van	Paul Janssen
Betreft	Toelichting visualisaties windpark Kroningswind
Projectnummer	716050

Inleiding

Dit visualisatie memo dient ter ondersteuning van het Milieu Effect Rapport (MER) van windpark Kroningswind. Het wordt vooral gebruikt bij het thema landschap. In het MER worden drie opstellingsalternatieven onderzocht met twee verschillende varianten (grote en kleine windturbines). De keuze voor het te plaatsen turbinetype wordt in de realisatiefase definitief gemaakt en daarom is voor deze visualisaties gekozen om qua turbinetypes aan te sluiten bij het MER.

De weergegeven turbinetypen zijn:

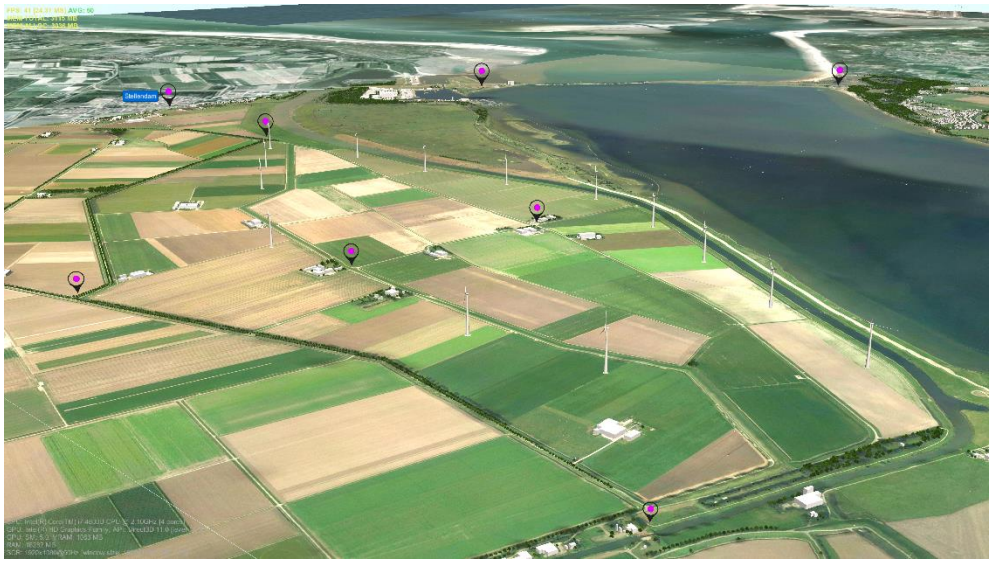
- t.b.v. Alternatief A1, B1 en C1: LW 136 : Ashoogte 132 m: rotordiameter 136 m
- t.b.v. Alternatief A2, B2,C2 en VKA: Nordex N117 : Ashoogte 91,5m : rotordiameter 117 m

3D model en bolfoto's

De visualisaties zijn opgesteld in een driedimensionale model omgeving. Er is een 3D maquette van het projectgebied Goeree-Overflakkee en wijde omgeving gemaakt (eiland plus de omliggende randen van andere provincies), gecombineerd met fotovisualisaties van specifieke standpunten. In figuur 1 is een afbeelding uit het model opgenomen ter illustratie. In dit model zijn de verschillende windturbineopstellingen gepositioneerd op basis van coördinaten en eigenschappen van de windturbines.

Dit model is samen met de landschapsarchitect bekeken en gebruikt ten behoeve van de effectbeoordeling op het onderdeel landschap (hoofdstuk 8 MER).

Figuur 1: 3D maquette

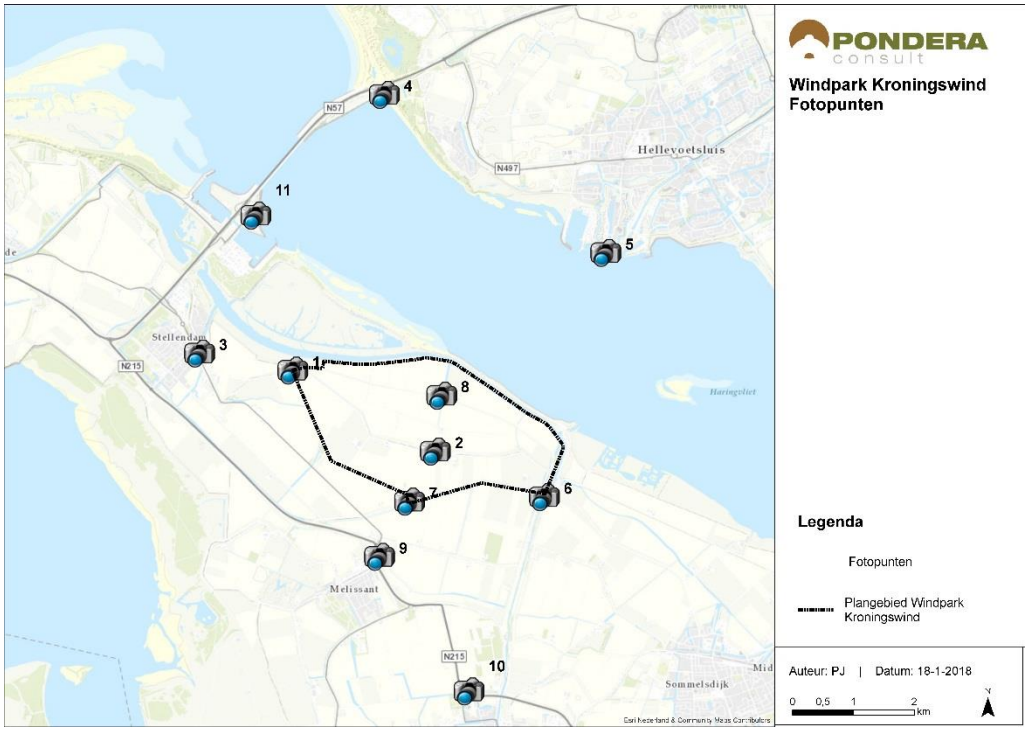


Fotopunten bolfoto's

In het 3D model zijn een tiental bolfoto's opgenomen. Op deze plekken is het windpark gevisualiseerd in een 360 graden foto vanaf een specifiek plek. Dit is gedaan vanaf de locaties zoals opgenomen in figuur 2.

Van vier maatgevende fotopunten zijn uitsneden gemaakt uit het model, die als fotobestand bij het MER zijn gevoegd. Deze afbeeldingen zijn te downloaden via deze link: https://we.tl/8ma9G462qD

Figuur 2: Kaart fotopunten



BIJLAGE 16



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap

Pondera Consult (Zeist)
P. Janssen
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov)

ons kenmerk	16-902/18.02003/HeiPr
datum	27 februari 2018
onderwerp	Quick scan boerderij halsweg 1
uw kenmerk	
aantal blz.	3

Geachte heer Janssen,

Zoals verzocht treft u hierbij een verslag van een quick scan naar de aanwezigheid van beschermde soorten fauna in de boerderij aan de Halsweg 1 te Melissant in het plangebied van Windpark Kroningswind op Goeree-Overflakkee. Op basis van de bevindingen bevelen wij aan om nader onderzoek te verrichten naar de aanwezigheid van verblijfplaatsen van vleermuizen in de gebouwen en omringende opgaande begroeiing. Dit dient te worden uitgevoerd met een batdetector en volgens het vleermuizenprotocol met 2 bezoeken in de maanden juni/juli en 2 bezoeken in de maanden augustus/september. Daarnaast zal sowieso voor sloop van schuur 3 (Zie bijgevoegde figuur) een ontheffing moeten worden aangevraagd van verbodsbepaling Art 3.1 lid 2 Wet natuurbescherming en een vervangende nestgelegenheid moeten worden aangeboden voor de daar verblijvende kerkuil.

Voor vragen, verzoek ik u contact op te nemen met ondergetekende.

Met vriendelijke groet,

Hein Prinsen
teamleider Vogelecologie

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001: 2008
Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus
Bureau Waardenburg hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.

Postadres: Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon: 0345 - 51 27 10
Fax: 0345 - 51 98 49
E-mail: info@buwa.nl
Internet: www.buwa.nl

Bezoekadres: Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg
Handelsregister: KvK nummer 11028826
BTW-nummer: NL8034.26.811.B.01
Bank: IBAN NL57 ABNA 0559 3195 76 BIC ABNANL2A
IBAN NL47 INGB 0000 7105 72 BIC INGBNL2A

Dagverslag bezoek Halsweg op 23-02-2018
D. van Straalen
Y. Radstake
check foto's door E. Korsten

Woonhuis (1)
Het bezoekadres bestaat uit één huis (1), waarvan de voorkant van het dak is ingestort en de rest bewoond wordt door anti-kraak. Het vervallen huis (1) is niet geschikt voor uilen, maar zou nog wel gebruikt kunnen worden door vleermuizen. Dit kan zonder nader onderzoek in het zomerhalfjaar met batdetectoren niet worden uitgesloten.

Rommelloodsen (4,5,6) en schuren (2,3 en 8)
Er staan meerdere schuren op het terrein, 3 grote schuren en 3 kleinere koepelschuren (rommelloodsen). Wij hebben alle schuren kunnen bezoeken behalve de grote schuur net achter het huis (2) en één van de kleine rommelloodsen (4), beiden zaten op slot. Beide gebouwen bevatten echter geen of weinig invliegopeningen. De rommelloods (4) was helemaal afgesloten waardoor er geen dieren in zullen leven. De schuur (2) daarentegen had wel een gat in een ruit welke groot genoeg kan zijn voor vleermuizen om naar binnen te vliegen (uilen niet omdat het gat klein was en met scherpe scherven).

In één van de grote schuren (3) zijn vele sporen van kerkuil gevonden. Deze schuur wordt dan ook met zekerheid gebruikt door kerkuil. Een mogelijke nestlocatie kon niet worden vastgesteld doordat het bovenste deel van de schuur is afgetimmerd (met gaten die voldoende groot zijn voor een uil) en niet kon worden onderzocht. In de andere schuren zitten met zekerheid geen uilen, maar alle schuren zijn mogelijk wel geschikt voor broedlocaties voor algemene broedvogelsoorten, zoals witte kwikstaart, winterkoning, merel, holenduif en/of turkse tortel. Er zijn geen huismussen (meer) aanwezig, deze zijn verdwenen sinds de boerderij niet meer als dusdanig gebruikt werd.

Alle grote schuren (2, 3 en 8) zijn potentieel geschikt voor vleermuizen. Deze zijn niet aangetroffen tijdens het bezoek, maar niet alle hoeken en gaten konden worden onderzocht. Op basis van de aanwezigheid van vleermuisverblijven in de omliggende boerderijen (zie natuurtoets Windpark Kroningswind) en op basis van deskundigenoordeel door een vleermuisdeskundige van ons bureau (op basis van de foto's genomen van binnen en buiten de gebouwen) kan zonder nader onderzoek in het zomerhalfjaar met batdetectoren niet worden uitgesloten dat er verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig zijn.

Bomen
In de bomenrij op het erf (9) zijn holen van groene en grote bonte specht aangetroffen, verder is in een kleine boom in de tuin een eksternest aanwezig. Er zijn geen (aanwijzingen voor de aanwezigheid van) nesten in de bomen aangetroffen van soorten met jaarrond beschermde nesten, zoals ransuil, sperwer, buizerd of havik. De spechtenholen zijn in potentie geschikt als verblijfplaatsen voor boombewonende vleermuizen (bijvoorbeeld rosse vleermuis) of als paarverblijf voor ruige dwergvleermuizen. Dit kan zonder nader onderzoek in het zomerhalfjaar met batdetectoren niet worden uitgesloten.


Halsweg
Halsweg
Halsw
9
1
2
4
5
6
8
3
Google