Bijlagerapport A

Commissie voor de
milieueffectrapportage

Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering

Advies over reikwijdte en detailniveau van het milieueffectrapport

5 juli 2017 / projectnummer: 3224

1. Hoofdpunten van het MER

De Oosterscheldekering is in 2006 door de Provincie Zeeland aangewezen als een concentratielocatie voor windenergie. De gemeenten Veere en Noord-Beveland willen de beschikbare ruimte binnen deze concentratielocatie optimaal benutten door mogelijk te maken dat E-Connection project B.V. nieuwe turbines plaatst en bestaande turbines vervangt door turbines met een groter opgesteld vermogen. De bestaande turbines op de kering hebben een capaciteit van 80 MW. Door de optimalisatie zal de capaciteit vergroot worden naar 130 MW in 2020 tot circa 140 MW in 2027[1]. Om dit plan mogelijk te maken moeten bestemmingsplannen aangepast worden, en zijn diverse vergunningen nodig.

De gemeenteraad van Veere treedt op als het coördinerend bevoegd gezag omdat het merendeel van het plangebied op het grondgebied van de gemeente Veere ligt. De gemeenten Veere en Noord-Beveland hebben de Commissie voor de m.e.r. (hierna 'de Commissie')[2] om advies gevraagd over de gewenste inhoud van het milieueffectrapport.

De Commissie beschouwt de volgende punten als essentiële informatie in het MER. Dat wil zeggen dat voor het meewegen van het milieubelang in de besluitvorming het MER in ieder geval onderstaande informatie moet bevatten:

- een beschrijving met kaart van de gekozen gebiedsafbakening van de concentratielocatie door de betrokken gemeenten;
- een beschrijving met kaartjes van het voornemen en de alternatieven in 2020 en 2027 (de exploitatiefases);
- een beschrijving van de milieugevolgen van het voornemen en de alternatieven in de aanlegfases en de exploitatiefases waaronder de gevolgen voor natuur (o.a. Natura 2000-gebieden), landschap, recreatie en dijkveiligheid);
- een beschrijving van de mogelijkheden om de gevolgen te beperken tijden de aanleg- en de exploitatiefase;
- een publieksvriendelijke samenvatting van het MER, voorzien van helder kaartmateriaal. De samenvatting moet als zelfstandig document leesbaar zijn en een goede afspiegeling vormen van de inhoud van het MER.

In de volgende hoofdstukken beschrijft de Commissie in meer detail welke informatie het MER moet bevatten. De Commissie bouwt in haar advies voort op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering van 28 maart 2017 (hierna: notitie R&D). Dat wil zeggen dat ze in dit advies niet ingaat op de punten die naar haar mening in de notitie R&D voldoende aan de orde komen.

---

1 Uitgaande van circa 3.500 vollasturen komt dit neer op een elektriciteitsverbruik van circa 140.000 woningen.

2 De samenstelling en werkwijze van de werkgroep van de Commissie m.e.r. en verdere projectgegevens staan in bijlage 1 van dit advies. U vindt de projectstukken die bij het advies zijn gebruikt via de link 3224 of door dit nummer op www.commissiemer.nl in te vullen in het zoekvak.

2. Achtergrond en besluitvorming

2.1 Probleemstelling en doel

Het doel van het project om de beschikbare ruimte binnen de provinciale concentratielocatie voor windenergie op de Oosterscheldekering optimaal te benutten, komt voor uit provinciaal beleid. De provincie Zeeland heeft ervoor gekozen de besluitvorming over dit windturbinepark vooral aan de gemeenten over te laten, en zij heeft dan ook afgezien van besluitvorming door de provincie over dit park.[3] Consequentie is ook dat er vanuit de provincie met de gemeenten geen minimale opbrengst/omvang van het park is afgesproken. Geef in het MER aan welke doelen de gemeenten voor dit project hebben, nu zij de bevoegde gezagen zijn voor de procedure.

Ga hierbij ook in op hoe de doelstelling voor dit project (130-140 MW) zich verhoudt tot de opgave vanuit de provinciale taakstelling (570 MW). Geef in het MER aan wat de visie van de gemeenten hierop is.

De Provinciale Verordening geeft in artikel 2.4 ook aan dat het aan de gemeenten is om in hun bestemmingsplannen een gebiedsafbakening op kaart bij te voegen waarbij, ten behoeve van een goede ruimtelijke ordening, de grenzen zijn bepaald van dit windpark. De Commissie adviseert daarom in het MER de afbakening van deze gebiedsgrenzen goed te onderbouwen, zodat ook de (milieu)consequenties hiervan duidelijk zijn.

2.2 Beleidskader

Hoofdstuk 3 geeft al een goed overzicht van de relevante beleidskaders. In aanvulling daarop adviseert de Commissie ook in te gaan op het Energie-akkoord.

3. Voorgenomen activiteit en referentie

3.1 Voornemen en alternatieven

In de notitie R&D is aangegeven dat het voornemen bestaat uit de volgende deelprojecten van het project 'Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering':

- nieuwbouw windpark Mattenhaven (gemeente Veere);
- opschaling windpark Neeltje Jans (gemeente Veere);
- opschaling windpark Noordland-Buiten (gemeente Veere);
- eén of twee turbines op viaduct Poolvoet (gemeente Veere);
- opschaling windpark Jacobahaven (gemeente Noord-Beveland).

Voor het voornemen om de beschikbare ruimte op de Oosterscheldekering optimaal te benutten voor windenergie is een landschappelijke inrichtingsvisie ontwikkeld. Aan de hand van

[3] Zie o.a. artikel 9e en 9f van de Elektriciteitswet 1998. In dit geval besluiten Provinciale Staten daarom niet over een Inpassingsplan en Gedeputeerde Staten niet over de Omgevingsvergunning(en).

deze landschappelijke visie en harde belemmeringen vanuit strandrecreatie, natuur en dijkveiligheid zijn mogelijke inrichtingsalternatieven ontwikkeld die in het MER onderzocht gaan worden. De Commissie vindt dit een goede aanpak.

Geef voor zowel de exploitatiefase in 2020 als in 2027 een heldere beschrijving met kaart- en beeldmateriaal van het voornemen en de alternatieven. Geef daarbij aan of het om op te schalen turbines of nieuwe turbines gaat en toets de verschillende alternatieven tevens aan het gekozen concept van de 'kleine vides' uit de landschappelijke visie.

Beschrijf en illustreer met kaart- en beeldmateriaal tevens de bijkomende (tijdelijke) voorzieningen en activiteiten zoals bekabeling, meetmasten, kraanopstelplaatsen en bouwwegen. Breng ook in beeld hoe de aanlegfase zal verlopen, inclusief de planning en doorlooptijd.

Windpark Roggeplaat West

Op bladzijde 7 van de notitie R&D staat dat het deelproject windpark Roggeplaat West in de gemeente Schouwen-Duiveland als autonome ontwikkeling wordt meegenomen in het MER. Het deelproject bevindt zich in een vergelijkbaar stadium van de besluitvorming als de overige deelprojecten, zo volgt de locatie van dit project uit eerder provinciaal beleid[4] en heeft er ook nog geen besluitvorming op bestemmingsplanniveau plaatsgevonden. Bovendien is het project onderdeel van het plan 'Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering' en de daarin opgenomen landschappelijke visie. Daarom adviseert de Commissie dit deelproject in het MER onderdeel te maken van het voornemen en niet van de autonome ontwikkeling.

Tevens wordt in de notitie R&D gesteld dat geen MER opgesteld hoeft te worden voor het windpark Roggeplaat West omdat natuuronderzoek heeft uitgewezen dat geen Passende beoordeling hoeft plaats te vinden, maar kan worden volstaan met een voortoets. De Commissie kan deze redenering niet goed volgen en adviseert deze conclusie kritisch te beschouwen[5]. Verder merkt de Commissie op dat ook op een grotere afstand sprake kan zijn van cumulatieve effecten op de natuur.[6] Als het MER windpark Roggeplaat West als onderdeel van het voornemen beschouwd wordt is deze beschouwing overigens niet noodzakelijk, omdat het MER dan 'automatisch' al de natuurinformatie geeft waaruit dit opgemaakt kan worden, zowel voor Roggeplaat-west afzonderlijk én in samenhang/cumulatie met de andere turbines op de kering.

3.2 Referentie

Beschrijf de bestaande toestand van het milieu in het studiegebied en de te verwachten toestand van het milieu als gevolg van de autonome ontwikkeling, als referentie voor de te ver-

---

4 Zie o.a. artikel 2.4 van de provinciale verordening voor de regels over windenergie.

5 Initiatiefnemer heeft mondeling toegelicht dat deze conclusie (mede) gebaseerd is op de "Quickscan Natuurwaarden Werkeiland Roggenplaat-West" van 2 maart 2017. Deze memo bevat echter niet de onderbouwing dat een Passende beoordeling niet nodig zou zijn. De Commissie meent dat op voorhand niet kan worden uitgesloten dat aanvaringsslachtoffers, barrièrewerking en/of verstoring (ook rekening houdend met tijdelijke gevolgen, externe werking en cumulatie) gevolgen hebben voor de instandhoudingsdoelstellingen. Mitigerende maatgelen kunnen bovendien alleen in een Passende beoordeling worden onderzocht.

6 Externe werking kan in beginsel tot 10-tallen kilometers van een Natura 2000-gebied optreden, bijvoorbeeld door sterfte onder vogelsoorten die deel uitmaken van de gebiedsdoelen van Natura 2000-gebieden in de omgeving.

wachten milieueffecten. Daarbij wordt onder de 'autonome ontwikkeling' verstaan: de toekomstige ontwikkeling van het milieu, zonder dat de voorgenomen activiteit of één van de alternatieven wordt gerealiseerd. Ga bij deze beschrijving uit van ontwikkelingen van de huidige activiteiten in het studiegebied en van nieuwe activiteiten waarover reeds is besloten.

Zoals in paragraaf 3.1 van dit advies vermeld is, adviseert de Commissie het deelproject windpark Roggeplaat West in het MER onderdeel te maken van het voornemen en niet van de autonome ontwikkeling.

4. Bestaande milieusituatie en milieugevolgen

4.1 Algemeen

De Commissie vindt het van belang om bij de beschrijving van het voornemen en de alternatieven onderscheid aan te brengen in effecten tijdens de aanlegfases en de exploitatiefases in 2020 en 2027.

Geef de kwantitatief vast te stellen effecten van het voornemen en de alternatieven op het milieu en de leefomgeving ook weer per opgewekte kilowattuur (kWh) om een goede vergelijking te kunnen maken. Dit is van belang omdat alternatieven met grote milieueffecten dankzij een hoge opbrengst toch relatief goed kunnen scoren als rekening gehouden wordt met de energieopbrengst.

4.2 Energieopbrengst

Bereken de energieopbrengst van de turbines op basis van betrouwbare windstatistieken en eventuele opbrengstgegevens van operationele turbines. Geef ook aan welke opbrengstdervingen (kunnen) ontstaan door mitigerende maatregelen zoals stilstandsvoorzieningen voor bijvoorbeeld natuur en leefomgeving.

4.3 Landschap

De Oosterscheldekering is een grootschalig kunstmatig landschap van waterkeringen, werkeilanden en havens. Zoals in paragraaf 3.1 van dit advies is aangegeven is een landschappelijke visie ontwikkeld door Bosch Slabbers. Daarvoor is onderzocht hoe het bestaande concept van ‘vierkanten’ te transformeren is naar een visie voor een nieuw energielandschap. Het onderzoek geeft aan dat het doorzetten van de huidige drie vierkanten een niet eenduidig herkenbaar landschapsbeeld oplevert. De toekomstige turbines zullen vanwege de technologische ontwikkelingen groter worden waardoor de maat en schaal van de verschillende deelparken wezenlijk anders zullen zijn. De visie gaat daarom uit van een reeks van afzonderlijk van elkaar leesbare opstellingen afgewisseld met vides. De Commissie vindt dit een helder principe.

Visualisaties
De Commissie adviseert om kwalitatieve visualisaties te maken door middel van fotomontages en/of een interactief 3D-model, gezien vanaf ooghoogte, van dichtbij en van grotere afstand, vanuit de verschillende woon- en recreatiegebieden en vanaf verkeers- en recreatieve

routes, vergezeld van een beschrijving van het beeld en een locatie op de kaart. Kies de standpunten zodat het volgende zichtbaar wordt:

- de vides;
- de afwijking van de gulden snede door een grotere diameter[7] (zie onderstaande paragraaf over verhouding mast/rotordiameter);
- hoe de verschillende windparken als zelfstandige windturbineopstellingen herkenbaar blijven.

Als de goede standpunten worden gekozen in relatie tot de karakteristieke kenmerken van het plangebied, kunnen besluitvormers en belanghebbenden waaronder bewoners en recreanten een goed beeld vormen van het nieuwe landschap.

Verhouding mast/rotordiameter

Afwijking van de ideale mast/rotordiameter verhouding heeft mogelijk een negatieve invloed op de landschappelijke beoordeling. Het is daarom wenselijk om bij de visualisaties ook een turbineopstelling met de meest afwijkende verhouding mast/rotordiameter te visualiseren waarvoor de bestemmingsplannen straks toestemming geven.[8]

Verschillende typen turbines

In het plangebied zullen turbines staan die van elkaar verschillen in hoogte, rotor- en gondeltype en die op verschillende onderlinge afstanden staan. Laat zien wat het landschappelijke effect is van deze hoogte- en vormverschillen.

Verlichting

Hinder als gevolg van turbineverlichting voor de luchtvaartveiligheid is een belangrijk aandachtspunt voor omwonenden van windparken, zo blijkt uit projecten die elders zijn uitgevoerd. Voor turbines met een tiphoogte van hoger dan 150 meter is verlichting verplicht. Onderzoek en beschrijf in het MER daarom ook de invloed van verlichting op de beleving overdag en bij nacht. Beschrijf welke mogelijke maatregelen er zijn om deze hinder terug te dringen zoals vaste lampen in plaats van knipperende lampen of dimmen bij goed zicht en het effect daarvan op de beleving. Maak daarbij gebruik van de nieuwe richtlijn 'Aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland' van 30 september 2016.

Interferentie

Houd rekening met de interferentie van bestaande en in uitvoering zijnde windparken zoals Windpark Jacobapolder-Rippolder.

4.4 Natuur

In de notitie R&D is beschreven dat het plangebied grenst aan de Natura 2000-gebieden ‘Voordelta’ en ‘Oosterschelde’ en aan het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Er zal sprake

[7] Om te voorkomen dat de turbines een signaalverlichting krijgen wordt gekozen voor een lagere masthoogte. Om toch voldoende opbrengst te generen wordt een grotere rotordiameter toegepast waardoor er een afwijking ontstaat van de ideale verhouding mast/rotordiameter. De gulden snede definieert een verhouding van 1,2:1.

[8] Dit kan spelen bij de repowering opgave van Jacobapolder en Roggeplaat.

(kunnen) zijn van overdraai[9] boven deze gebieden. Vogels uit de Natura 2000-gebieden kunnen van het plangebied en de omgeving gebruik maken als hoogwatervluchtplaats, voedselgebied en broedgebied, en het plangebied tijdens foerageer-, getijde- en/of slaaptrekbewegingen passeren. Daarnaast is het plangebied van belang vanwege gestuwde seizoenstrek van vogels en vleermuizen. Omdat de locatie grenst aan het water is op voorhand niet uitgesloten dat zeezoogdieren en vissen hinder ondervinden van werkzaamheden in de aanlegfase, met name indien er sprake zal zijn van heien, resulterend in onderwatergeluid.

De Commissie adviseert daarom in het MER de volgende stappen te doorlopen:

- geef de (relevante) beschermde gebieden aan op kaart en ga in op de grondslag van de bescherming;
- schets op hoofdlijnen het ecologische functioneren van het studiegebied, waaronder de broedfunctie (relevante vogelsoorten en aantallen/dichtheden, de rustfunctie, dus ligging hoogwatervluchtplaatsen en daarmee verbonden vliegbewegingen en eventueel rustfunctie voor zeehonden, en seizoenstrek (van vogels en vleermuizen);
- beschrijf de relevante ingreep-effect relaties in de aanlegfase (zoals verstoring door licht, (onderwater)geluid, beweging en/of ruimtebeslag) en de effecten in de exploitatiefase;
- geef een onderbouwde kwantitatieve (ordegrootte) inschatting van aanvaringsslachtoffers van lokale broedvogels, foeragerende of rustende vogels, trekkende vogels (seizoenstrek) en vleermuizen;
- becijfer voor tenminste het voorkeursalternatief de relevante soorten vogels en vleermuizen de additionele sterfte ten opzichte van de natuurlijke sterfte;
- breng de mogelijkheden voor mitigatie in beeld.[10]

Gevolgen voor Natura 2000-gebieden

De Commissie adviseert indien aan de orde een Passende beoordeling op te nemen in het MER of deze als bijlage toe te voegen.

Beschrijf per ingreep-effectrelatie en per gebruiksfunctie[11] de gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Voordelta en Oosterschelde en (via externe werking) eventuele andere relevante Natura 2000-gebieden.

Toets de mogelijke gevolgen van dit voornemen/alternatieven aan de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden, rekening houdend met verbeteropgaven. Daarbij is ook van belang of de soort zich boven of onder de instandhoudingsdoelstelling bevindt. Geef aan in welke mate en op grond waarvan met zekerheid kan worden gesteld of significante negatieve gevolgen voor Natura 2000-gebieden (afzonderlijk en in cumulatie met andere activiteiten en projecten[12]) zijn uit te sluiten. Ga daarbij na of al dan niet in cumulatie de 1%-mortaliteitsnorm door aanvaringen met turbines wordt overschreden, en hoe deze overschrijding moeten worden beoordeeld in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen.

---

9 Daarmee wordt bedoeld dat de fundering buiten beschermd gebied ligt maar dat de rotorbladen wel boven beschermd gebied kunnen draaien en de beschermde waarden aldus kunnen beïnvloeden.

10 Zoals aanleg in de ecologisch minst gevoelige periode, het weglaten van turbines op relatief kwetsbare locaties, stilstandvoorziening, inzet van andere funderingstechnieken dan heien en/of verbetering leefgebied in de omgeving.

11 Broeden, ruien, slapen etc. (ook rekening houdend met soortspecifiek dag-nachtritme).

12 Bij cumulatie dienen alle projecten/activiteiten meegenomen te worden die zeker of hoogst waarschijnlijk gerealiseerd zullen worden en die gecombineerd met het voornemen een groter effect op de instandhoudingsdoelstellingen kunnen hebben dan het voornemen afzonderlijk.

Gevolgen voor het Natuur netwerk Nederland (NNN)
Geef de NNN-gebieden (inclusief ecologische verbindingszones) duidelijk aan op kaart en beschrijf de 'wezenlijke kenmerken en waarden' aan de hand van de natuurbeheertypen. Ga na of het voornemen/ alternatieven in de aanleg- of gebruiksfase gevolgen kan hebben voor de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. Indien compensatie noodzakelijk is, geef dan aan waar en op welke wijze deze kan worden uitgevoerd.

Gevolgen voor beschermde soorten
Ga in op de mogelijke gevolgen van het voornemen en de alternatieven voor soorten die op grond van de Wet natuurbescherming zijn beschermd.[13] De gevolgen voor trekvogels (seizoenstrek) door aanvaring kunnen eventueel per groep van soorten in beeld gebracht worden. Ga wanneer aan de orde (o.a. afhankelijk van de becijferde sterfte) in op de gevolgen voor de gunstige staat van instandhouding en bepaal of verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming overtreden kunnen worden. Ga na of de 1%-mortaliteitsnorm cumulatief (in samenhang met andere windparken in het studiegebied) wordt overschreden voor vogel- of vleermuissoorten. Beschrijf de gevolgen van ruimtebeslag en barrièrewerking van turbines voor lokale broedvogels, waaronder kustbroedvogels.

Indien de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten in gevaar komt, geef dan aan op welke wijze mitigerende maatregelen kunnen worden toegepast. Motiveer op grond waarvan verondersteld wordt dat een eventueel benodigde Wet Natuurbescherming-ontheffing wordt ontleend.

4.5 Geluid en slagschaduw

De notitie R&D bevat voor de aspecten geluid en slagschaduw over het algemeen een goede aanpak. De Commissie vindt het wel van belang dat ook de milieueffecten onder de maximale grenswaarden voor geluid en slagschaduw worden onderzocht. Geef tevens aan in hoeverre de geluidbelasting op woningen verandert wanneer wordt gevarieerd met de bronvermogens en posities van de turbines.

Breng bij overschrijding van de norm bij woningen in beeld welke maatregelen mogelijk zijn om wel aan de eisen te voldoen. Daarbij kan worden gedacht aan vermogensbeperking, stilstandregelingen, andere windturbinetypes of opstellingsconfiguraties.

Beschouw ook hoe hoog de cumulatieve geluidbelasting is in combinatie met de andere geluidbronnen, zoals de N57, de bestaande turbines, eveneens uitgedrukt in Lden.

Geef een beschouwing over de (kans op) hinder door laagfrequent geluid.

[13] De Wet natuurbescherming (die de Natuurbeschermingswet 1998, Flora- en faunawet en Boswet per 1-1-2017 heeft vervangen) werkt met drie beschermingsregimes: vogels (art. 3.1), overige Europees beschermde soorten (art. 3.5) en nationaal beschermde soorten (art. 3.10).

4.6 (Dijk)veiligheid

De notitie R&D gaat in op de veiligheid van met name wegverkeer. Onderzoek tevens de risico's voor passanten en schepen in de diverse havens conform het aangegeven Handboek Risicozonering turbines (2014). Beschrijf in het MER op hoofdlijnen de effecten die het voornemen en de alternatieven kan hebben op de scheepvaart. Denk daarbij aan:

- hinder voor walradarstations;
- verstoring van radarbeeld van schepen;
- hinder van het vrije zicht van schippers en sluispersoneel;
- de aanwezigheid van ligplaatsen voor schepen met gevaarlijke stoffen;
- de aanwezigheid van overnachtingsplaatsen;
- de mogelijke gevolgen van een incident (bv. rotorbladbreuk, ijsafwerping), met inbegrip van de milieugevolgen. Beschouw daarbij ook de risico's op plaatsen die bestemd zijn voor recreatie (waaronder bezoekers van de Delta Expo), de Koninklijke Nederlandse Redding Maatschappij en op het sluizencomplex (werknemers sluizen en scheepvaart).

Geef ook een beschouwing van de risico's voor recreanten op het nabijgelegen strand. Tijdens het locatiebezoek van de Commissie aan het plangebied op 13 juni 2017 is aangegeven dat de Oosterscheldekering bij zeer harde wind gesloten zal zijn voor alle verkeer.

5. Overige aspecten

Voor de onderdelen 'vergelijking van alternatieven' en 'leemten in milieu-informatie' heeft de Commissie geen aanbevelingen naast de wettelijke voorschriften.

5.1 Samenvatting

De samenvatting is het deel van het MER dat vooral wordt gelezen door besluitvormers en insprekers en het verdient daarom bijzondere aandacht. Het moet als zelfstandig document leesbaar zijn en een goede afspiegeling zijn van de inhoud van het MER. Daarbij moeten de belangrijkste zaken zijn weergegeven, zoals:

- de doelen/ ambities;
- de voorgenomen activiteit en de alternatieven daarvoor;
- de belangrijkste effecten voor het milieu bij het uitvoeren van de voorgenomen activiteit en de alternatieven, de onzekerheden en leemten in kennis die daarbij aan de orde zijn;
- de vergelijking van de alternatieven en de argumenten voor de selectie van het voorkeursalternatief.

5.2 Monitoringprogramma

Neem in het MER een monitoring- en evaluatieprogramma op voor het weergeven van de daadwerkelijke effecten. De Commissie vindt het van belang om daarbij expliciet aandacht te besteden aan de sterfte onder vogels en vleermuizen. Op basis van de monitoringresultaten kunnen eventueel stilstandvoorzieningen worden toegepast of indien al aanwezig worden geoptimaliseerd. De aanvaringskans onder vogels en vleermuizen kan zo indien wenselijk (nog verder) worden verminderd.

BIJLAGE 1: Projectgegevens reikwijdte en detailniveau MER

Initiatiefnemer: Burgemeester en wethouders Veere (bestemmingsplannen) en E-Connection project B.V. (vergunningen)

Bevoegd gezag: Gemeenteraad Veere (bestemmingsplannen) en burgemeester en wethouders van Veere en Noord-Beveland (Omgevingsvergunningen)

Besluit: vaststellen van bestemmingsplannen en omgevingsvergunningen

Categorie Besluit m.e.r.: D22.2

Activiteit: De gemeenten Veere en Noord-Beveland willen de beschikbare ruimte op de Oosterscheldekering optimaal benutten voor windenergie door mogelijk te maken dat E-connection nieuwe turbines plaatst en bestaande turbines vervangt. De bestaande turbines op de kering hebben een capaciteit van 80 MW. Door de optimalisatie zal de capaciteit vergroot worden naar 130 MW in 2020 tot circa 140 MW in 202

Procedurele gegevens:
Adviesaanvraag bij de Commissie m.e.r.: 18 april 2017
Aankondiging start procedure: 26 april 2017
Ter inzage legging van de informatie over het voornemen: 2 mei 2017 t/m 12 juni 2017
Advies reikwijdte en detailniveau uitgebracht: 5 juli 2017

Samenstelling van de werkgroep:
Per project stelt de Commissie een werkgroep samen bestaande uit enkele deskundigen, een voorzitter en een werkgroepsecretaris. Bij dit project bestaat de werkgroep uit:
dhr. ir. P. van der Boom
mw. drs. J.P. Siedsma (secretaris)
dhr. ing. C.P. Slijpen
mw. M.A.J. van der Tas (voorzitter)
dhr. ing. R.L. Vogel

Werkwijze Commissie bij advies reikwijdte en detailniveau:
In dit advies geeft de Commissie aan welke onderwerpen naar haar mening behandeld dienen te worden in het MER en met welke diepgang. De informatie die ze van het bevoegde gezag heeft ontvangen, vormt het uitgangspunt van haar advies. Om zich goed op de hoogte te stellen van de situatie heeft de Commissie overlegd met het bevoegd gezag, de initiatiefnemer en zijn adviseurs. Meer informatie over de werkwijze van de Commissie vindt u op onze website, op de pagina *Wat doet de Commissie* in het hoofdstuk Advisering. *(www.commissiemer.nl/advisering/watbiedtdecommissie)* .

Betrokken documenten:
U vindt de projectstukken die bij het advies zijn gebruikt, door op www.commissiemer.nl projectnummer 3224 in te vullen in het zoekvak.

De gemeente Veere heeft geen zienswijzen ontvangen, daarom heeft de Commissie ook geen zienswijzen in haar advies verwerkt.

Bezoekadres
A. v. Schendelstraat 760
3511 MK Utrecht

Postadres
Postbus 2345
3500 GH Utrecht

t 030-2347666
e mer@eia.nl
w commissiemer.nl

OPTIMALISATIE WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING

Notitie Reikwijdte & Detailniveau

OPTIMALISATIE WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING

Notitie Reikwijdte & Detailniveau

Energieke Ruimte B.V.

auteur	mr. ing. R.A.J. Schonis
versie	28 maart 2017
documentstatus	eindconcept
projectnummer	201713
opdrachtgever	E-Connection Project B.V.

INHOUD

1	**Aanleiding en procedure**	**3**
1.1	Achtergronden en projectdoelstelling	4
1.2	Ligging plangebied, studiegebied en de planhorizon	5
1.3	Waarom een m.e.r.-procedure?	6
1.4	Doel en inhoud van deze Notitie Reikwijdte & Detailniveau (NRD)	8
1.5	Procedure en besluitvorming	9
1.6	Leeswijzer	12
2	**Project Optimalisatie windparken Oosterscheldekering**	**13**
2.1	Inleiding	14
2.2	Huidige situatie	15
2.3	Projectbeschrijving	20
2.4	Alternatieven en varianten	28
2.5	Samenhang met andere projecten	33
2.6	Referentiesituatie en autonome ontwikkelingen	34
3	**Ruimtelijk beleid en regelgeving**	**35**
3.1	Inleiding	36
3.2	Rijksbeleid	37
3.3	Provinciaal beleid	41
3.4	Gemeentelijk beleid	42
4	**Te verrichten onderzoeken**	**45**
4.1	Hoofdlijnen van de onderzoeksopzet	46
4.2	Ecologie	47
4.3	Landschap en cultuurhistorie	52
4.4	Geluid	53
4.5	Slagschaduw	54
4.6	Dijkveiligheid	55
4.7	Externe veiligheid	56
4.8	Bodem, archeologie en water	57
4.9	Energieproductie en vermeden emissies	58

Bijlagen:

1	Literatuurlijst	59
2	Verklarende woordenlijst	61

I

AANLEIDING EN PROCEDURE

1.1 ACHTERGRONDEN EN PROJECTDOELSTELLING

ACHTERGRONDEN

Windenergie op de Oosterscheldekering

Al snel na de afronding van de bouw in 1986 is de Oosterscheldekering in beeld geraakt als een locatie die bij uitstek geschikt is voor het plaatsen van windturbines. Vanaf het begin van de jaren 1990 zijn windturbines geplaatst op de voormalige werkeilanden. Figuur 1.1 geeft de ligging weer van alle bestaande windparken Roggeplaat, Neeltje-Jans, Noordland Buiten, Jacobahaven en Bouwdokken op en rondom de Oosterscheldekering. De bouw van Windpark Bouwdokken is in 2016 gestart.

Concentratiebeleid provincie Zeeland

De Provincie Zeeland heeft de Oosterscheldekering in 2006 aangewezen als zogenaamde concentratielocatie voor windenergie. Dit houdt in dat deze locatie bij uitstek geschikt is voor grote windparken. Het aantal concentratielocaties voor windenergie in de provincie Zeeland is beperkt (zie hoofdstuk 3). Daarom moet alle beschikbare ruimte binnen een concentratielocatie optimaal worden benut. Uiteraard moet daarbij rekening worden gehouden met andere belangen (zoals natuur, recreatie en dijkveiligheid) die binnen deze concentratielocatie vertegenwoordigd zijn.

Beter benutten van mogelijkheden

E-Connection Project (hierna: de initiatiefnemer) heeft daarom in overleg met de betrokken gemeenten, de provincie en Rijkswaterstaat gezocht naar mogelijkheden om op de resterende vrije locaties nieuwe windturbines te bouwen. Deze mogelijkheden zijn gevonden in de vorm van de volgende deelprojecten.

- Een mogelijkheid om aan de zuidzijde van Neeltje Jans nieuwe windturbines te realiseren (rondom de Mattenhaven en/of de Binnenhaven). Dit is het deelproject Mattenhaven.
- Ook ten westen van de bestaande windparken Roggeplaat en Bouwdokken is nog ruimte voor het bouwen van één of twee nieuwe windturbines: het gaat om deelproject Roggeplaat West en de studie naar de invulling van het zoekgebied rondom het viaduct over de N57 Poolvoet.
- Daarnaast is onderzocht of de bestaande windturbinelocaties beter konden worden benut, bijvoorbeeld door het vernieuwen van de bestaande windturbines. Ook daarvoor bleek voor sommige locaties ruimte te bestaan. Het gaat om het opwaarderen (ook wel aangeduid als repoweren) van de bestaande windturbines van de windparken Roggeplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten.

Deze deelprojecten tezamen vormen het project voor het optimaliseren van de windparken Oosterscheldekering.

Projectdoelstelling

Doel van het project is om de beschikbare ruimte binnen de concentratielocatie voor windenergie op de Oosterscheldekering zo optimaal mogelijk te benutten. Het streven is om in 2027 de bestaande opwekkingscapaciteit van de windparken op de Oosterscheldekering (inclusief Windpark Jacobahaven) te vergoten. Eerst van 80 MW in de bestaande situatie naar 130 MW in 2020 en door verdere optimalisatie van de bestaande windturbines in de jaren daarna tot circa 140 MW in 2027.

Figuur 1.1 Windparken op de Oosterscheldekering

1.2 LIGGING PLANGEBIED, STUDIEGEBIED EN DE PLANHORIZON

PLANGEBIED

Het plangebied is het gebied waarbinnen de te onderzoeken ontwikkeling is voorzien. In figuur 1.2 is de ligging van het plangebied weergegeven: het gaat om het hele voormalige werkeiland Neeltje Jans, Roggenplaat en de Jacobahaven.

STUDIEGEBIED

Het studiegebied is het gebied waar effecten, als gevolg van de voorgenomen activiteit, (kunnen) optreden. Het betreft veelal het plangebied en de directe omgeving ervan. De omvang van het studiegebied kan niet bij voorbaat worden begrensd. Uit het milieuonderzoek, dat in het kader van de m.e.r.-procedure wordt uitgevoerd, zal blijken hoever eventuele milieugevolgen zich uitstrekken. Dit kan per milieuaspect verschillen en zal per aspect worden aangegeven in het uiteindelijke milieueffectrapport (MER). Naar verwachting zal het studiegebied zich voor de meeste milieuaspecten niet ver buiten het plangebied uitstrekken.

PLANHORIZON

De planhorizon is het moment in de tijd tot waarop de effecten worden beoordeeld in het MER. De planhorizon is in dit geval de periode waarbinnen de optimalisatie van het windpark in elk geval zal zijn afgerond. Deze periode is in beginsel gekoppeld aan planperiode van het bestemmingsplan en de andere besluiten waarvoor het MER wordt opgesteld. Op grond van de Wet ruimtelijke ordening is die periode 10 jaar. De afronding van het optimaliseren van het windpark zal naar verwachting ook binnen deze planperiode gereed zijn (2028). De planhorizon is daarom gesteld op het jaar 2028.

Figuur 1.2 Windparken op de Oosterscheldekering

1.3 WAAROM EEN M.E.R.-PROCEDURE?

MILIEUEFFECTRAPPORTAGE VOOR WINDPARK MATTENHAVEN EN WINDPARK JACOBAHAVEN

Wettelijk kader

Om de milieueffecten van de nieuwe windturbines in kaart te brengen, wordt ervoor gekozen om de procedure om te komen tot een milieueffectrapportage (MER) te doorlopen. Een MER heeft tot doel het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over activiteiten met mogelijk belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu. Het MER beschrijft zo objectief mogelijk welke milieueffecten te verwachten zijn wanneer een bepaalde activiteit in een bepaald gebied wordt ondernomen. De procedure om te komen tot een MER is wettelijk geregeld in de Wet milieubeheer.

Hierbij wordt onderscheid in gemaakt in:

- een MER voor plannen: planMER;
- een MER voor projecten: projectMER.

Inhoudelijk bestaat weinig verschil tussen een planMER of een projectMER daarom wordt hierna kortweg gesproken over het MER.

Verplichting tot het opstellen van een MER

Een MER staat niet op zichzelf, maar is een hulpmiddel bij de besluitvorming over een plan of project. Een MER is gekoppeld aan de besluiten of plannen van de overheid die een kader scheppen voor een activiteit waarvoor een MER moet worden opgesteld. Een MER is tevens aan de orde indien voor een project een zogenaamde passende beoordeling is vereist op grond van de Wet natuurbescherming omdat effecten op een natuurgebied dat deel uitmaakt van het Europese natuurnetwerk (Natura 2000) niet zijn uit te sluiten.

Verplichting tot het opstellen van een MER voor Windpark Mattenhaven

Op grond van het natuuronderzoek dat reeds is uitgevoerd, kan op voorhand niet met zekerheid worden uitgesloten dat de bouw van Windpark Mattenhaven tot effecten leidt op de Natura 2000-gebieden Oosterschelde en Voordelta. Daarom kan een passende beoordeling aan de orde zijn en moet voor dit project een MER worden opgesteld. Daarbij komt dat op Neeltje Jans reeds de windparken Bouwdokken en Neeltje Jans aanwezig zijn. De samenhangende effecten (cumulatieve effecten) van het nieuwe Windpark Mattenhaven met die van de bestaande windturbines moeten daarbij ook nadrukkelijk in beeld worden gebracht. De vorm waarin dat het beste plaats kan vinden is een MER.

Verplichting tot het opstellen van een MER voor Windpark Jacobahaven

Ook voor mogelijk het opwaarderen van de drie bestaande windturbines op de Jacobahaven kan op grond van het natuuronderzoek dat reeds is uitgevoerd, niet op voorhand met zekerheid worden uitgesloten dat de opwaardering niet tot effecten leidt op het Natura 2000-gebied Oosterschelde. Daarom kan een passende beoordeling aan de orde zijn en moet voor dit project ook een MER worden opgesteld. Door Windpark Jacobahaven mee te nemen in de MER, zijn de milieueffecten van een mogelijke opschaling op voorhand goed in beeld gebracht. Daarbij komt dat in de polder ten zuiden van de Jacobahaven momenteel de planvorming plaats heeft voor het opwaarderen van Windpark Jacobapolder-Rippolder. De cumulatieve effecten van de nieuwe windturbines in de Jacobahaven moeten met die van de toekomstige windturbines van Windpark Jacobapolder-Rippolder in beeld worden gebracht. Ook hiervoor geldt dat een MER daarvoor het meest geschikte instrument is.

Gecombineerd MER voor beide deelprojecten

De wet schrijft voor dat wanneer voor meerdere plannen en projecten tezamen een MER moet worden opgesteld, dat dan één MER wordt gemaakt voor alle projecten gezamenlijk. Het MER maakt te zijner tijd deel uit van de besluitvormingsprocedure voor de besluiten en plannen zoals opgenomen in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Overzicht van de besluiten waarvoor het MER wordt opgesteld

Windpark Mattenhaven	Windpark Jacobahaven	Windpark Neeltje Jans	Windpark Noordland-Buiten	Invulling zoekgebied Viaduct Poolvoet
bestemmingsplan		bestemmingsplan	bestemmingsplan	bestemmingsplan
omgevingsvergunning	omgevingsvergunning	omgevingsvergunning	omgevingsvergunning	omgevingsvergunning
natuurvergunning	natuurvergunning	natuurvergunning	natuurvergunning	natuurvergunning
watervergunning	watervergunning	watervergunning	watervergunning	watervergunning

Samenhang met deelproject Windpark Roggeplaat West

Voor de beoogde ontwikkeling van Windpark Roggeplaat West geldt, in tegenstelling tot de andere deelprojecten, niet de verplichting om een MER op te stellen. Het natuuronderzoek heeft al uitgewezen dat geen passende beoordeling hoeft plaats te vinden, maar dat kan worden volstaan met een voortoets. Vanwege de grote afstand tot de andere windparken op Neeltje Jans (ruim 1.200 meter) zijn cumulatieve effecten met de andere windparken ook uit te sluiten. Dat wordt in de ruimtelijke onderbouwing die ten behoeve van dit project is opgesteld, nader toegelicht en onderbouwd.

Tegelijkertijd met het vooroverleg (zie hierna) worden de wettelijke adviseurs en de betrokken maatschappelijke instanties en overheidsorganen ook uitgenodigd te reageren op het concept van deze ruimtelijke onderbouwing, gelijktijdig met dit concept NRD voor het MER. De Commissie voor de milieueffectrapportage (Cie. m.e.r.) wordt in die fase ook gevraagd om in te stemmen met de wijze waarop de effectbeoordeling in deze ruimtelijke onderbouwing heeft plaatsgevonden. Het advies van de commissie wordt te zijner tijd bij deze aanvraag om omgevingsvergunning betrokken. De uitbreiding van het bestaande Windpark Roggeplaat wordt overigens als autonome ontwikkeling wel meegenomen in het MER voor de andere deelprojecten. In zoverre worden de cumulatieve milieueffecten te zijner tijd wel in beeld gebracht en betrokken in de besluitvormingsprocedures.

1.4 DOEL EN INHOUD VAN DEZE NOTITIE REIKWIJDTE & DETAILNIVEAU (NRD)

DOEL NRD

De NRD is de eerste stap in de procedure om te komen tot het MER voor de beoogde optimalisatie van de windparken. Het doel van de NRD is in de eerste plaats bekendmaken dat de betrokken gemeenten de besluitvormingsprocedure in gang zetten.

INHOUD NRD

In deze NRD wordt aangegeven wat de voorgestelde reikwijdte en het voorgestelde detailniveau van het MER zal zijn. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt wat de aard en het doel is van de ontwikkeling, welke alternatieven worden bekeken en welke milieuaspecten worden onderzocht. Belanghebbenden krijgen de mogelijkheid om advies te geven of hun zienswijze kenbaar te maken op de in deze concept NRD beschreven reikwijdte en aanpak voor het MER. Op basis van de adviezen en zienswijzen die worden verkregen naar aanleiding van het concept van deze NRD bereidt het bevoegd gezag de definitieve NRD voor en stelt deze vast. De initiatiefnemer houdt bij het opstellen van het MER rekening met de op basis van deze NRD verkregen adviezen en reacties.

1.5 PROCEDURE EN BESLUITVORMING

Het MER wordt opgesteld voor zowel het bestemmingsplan Windpark Mattenhaven van de gemeente Veere als voor de omgevingsvergunning voor Windpark Jacobahaven waarvoor het college van burgemeester en wethouders van de gemeente Noord-Beveland het bevoegd gezag is. Aangezien het merendeel van het project op het grondgebied van de gemeente Veere is gelegen, is de gemeenteraad van Veere het bevoegd gezag dat in deze fase als coördinerend bevoegd gezag optreedt voor het MER. Namens alle betrokken overheidspartijen bereidt het college van burgermeester en wethouders de procedure voor om te komen tot het MER.

VOORFASE

Het bevoegde gezag raadpleegt betrokken overheidsorganen en wettelijk voorgeschreven adviseurs over de reikwijdte en het detailniveau van het MER. Verder wordt eenieder in de gelegenheid gesteld om naar aanleiding van deze NRD een zienswijze kenbaar te maken over het voornemen en de opzet van het milieuonderzoek. Gedurende de periode dat de NRD ter inzage ligt, kan eenieder zijn reactie sturen aan het bevoegd gezag:

Gemeenteraad van gemeente Veere
Postbus 1000
4357 ZV Domburg

Betrokkenheid Commissie voor de m.e.r.

In deze fase is het raadplegen van de Commissie voor de m.e.r. wettelijk niet verplicht, maar op vrijwillige basis wel mogelijk. De initiatiefnemers hebben in overleg met de gemeente Veere ervoor gekozen om deze NRD aan de Commissie voor de m.e.r. ter advisering voor te leggen. Op deze manier kunnen de aanbevelingen van de commissie in een zo vroeg mogelijk stadium worden meegenomen bij het opstellen van het MER.

BESLUITVORMINGSFASE

Het opstellen van het MER zelf en de vervolgfase verloopt parallel met het bestemmingsplanproces. Naast het opstellen van het MER en het bestemmingsplan dienen een aantal toestemmingsvereisten (vergunningen aanvragen en meldingen uitvoeren) verkregen te worden. In tabel 1.2 wordt dit proces schematisch weergegeven.

Tabel 1.2 Overzicht besluitvormingsprocedure

MER	Bestemmingsplan	Vergunningen
voorbereiden MER	voorbereiden (voor)ontwerpbestemmingsplan	voorbereiden aanvragen vergunningen en toestemmingen op grond van: • Waterwet • Wet natuurbescherming • Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
terinzagelegging MER + voorontwerpbestemmingsplan + toetsingsadvies Commissie voor de m.e.r.		
afronden MER	opstellen ontwerpbestemmingsplan	voorbereiden ontwerp vergunningen
terinzagelegging ontwerp van alle besluiten		
	vaststellen bestemmingsplan	verlenen vergunningen

Terinzagelegging MER met het voorontwerpbestemmingsplan en advisering Commissie voor de m.e.r.

De gemeente geeft kennis van het (concept) MER en het voorontwerpbestemmingsplan en legt beide informeel ter inzage. Eenieder kan gedurende de inspraakperiode een reactie naar voren brengen op zowel het (concept) MER als het voorontwerpbestemmingsplan. De Commissie voor de m.e.r. brengt in deze fase ook haar toetsingsadvies uit over het MER. De inspraakreacties worden, waar ze leiden tot aanpassingen, verwerkt in het ontwerpbestemmingsplan. Indien nodig wordt naar aanleiding van binnengekomen inspraakreacties of het advies van de Commissie voor de m.e.r. een aanvullende memo of notitie bij het (concept) MER opgesteld dat daarmee definitief wordt gemaakt.

Terinzagelegging ontwerpbestemmingsplan en vaststelling

Het ontwerpbestemmingsplan wordt voor een periode van zes weken ter inzage gelegd. Binnen deze periode kan eenieder een zienswijze kenbaar maken over het bestemmingsplan en het MER. Naar aanleiding van de binnengekomen zienswijzen wordt bekeken of het uiteindelijke bestemmingsplan nog moet worden gewijzigd ten opzichte van het ontwerp en of het opnemen van aanvullende informatie ten opzichte van het MER noodzakelijk is. Het bestemmingsplan wordt hierna vastgesteld door de gemeenteraad. Het MER vormt voor zowel het ontwerp als het definitieve bestemmingsplan een separate bijlage waarin de milieu-informatie ter onderbouwing van het bestemmingsplan is opgenomen.

GEMEENTELIJKE COÖRDINATIEREGELING

Om tot een snelle uitvoering van de transformatie van het gebied over te kunnen gaan, vraagt de initiatiefnemer aan de gemeenteraad van alle betrokken gemeenten om toepassing te geven aan de gemeentelijke coördinatieregeling. Deze bestaat uit de ruimtelijke module en een uitvoeringsmodule.

Ruimtelijke module: bestemmingsplan Windpark Mattenhaven, Noordland Buiten, Neeltje Jans en de invulling van het zoekgebied

Het ontwerpbestemmingsplan wordt in concept ter advisering voorgelegd voor een periode zes weken aan de maatschappelijke instanties en overheidspartijen die in de verdere besluitvormingsprocedure betrokken zijn. Hiermee wordt invulling gegeven aan de wettelijke verplichting om met maatschappelijke instanties vooroverleg te voeren. Het ontwerpbestemmingsplan wordt vervolgens voor een periode van zes weken ter inzage gelegd. Binnen deze periode kan eenieder een zienswijze kenbaar maken over het bestemmingsplan.

Naar aanleiding van de binnengekomen zienswijzen wordt bekeken of in het uiteindelijke bestemmingsplan nog wijzigingen ten opzichte van het ontwerp moeten worden doorgevoerd. Het bestemmingsplan wordt vervolgens door de gemeenteraad van Veere vastgesteld.

Ruimtelijke module: omgevingsvergunning Windpark Jacobahaven

De ontwerpvergunning wordt in concept ter advisering voorgelegd voor een periode zes weken aan de maatschappelijke instanties en overheidspartijen die in de verdere besluitvormingsprocedure betrokken zijn. Hiermee wordt invulling gegeven aan de wettelijke verplichting om met maatschappelijke instanties vooroverleg te voeren. De ontwerpvergunning wordt vervolgens voor een periode van zes weken ter inzage gelegd. Binnen deze periode kan eenieder een zienswijze kenbaar maken over het voornemen.

Naar aanleiding van de binnengekomen zienswijzen wordt bekeken of in de uiteindelijke vergunning nog wijzigingen ten opzichte van het ontwerp moeten worden doorgevoerd. Het college van burgemeester en wethouders van de gemeente Noord-Beveland verleent vervolgens de definitieve vergunning.

Uitvoeringsmodule

De uitvoeringsmodule houdt kort gezegd in dat alle voor het project benodigde besluiten gezamenlijk worden voorbereid, gecoördineerd en bekendgemaakt door de gemeente Veere voor Windpark Mattenhaven, dan wel door de gemeente Noord-Beveland voor Windpark Jacobahaven. Voor een windturbineproject, zoals deze, zijn veel besluiten nodig. Denk aan de omgevingsvergunning, een watervergunning en een ontheffing op grond van de Wet natuurbescherming. Voor al die besluiten zijn verschillende overheden verantwoordelijk, zoals Rijkswaterstaat, de gemeente of de provincie. In het geval van het doorlopen van de uitvoeringsmodule blijven alle overheden verantwoordelijk voor de inhoud van hun eigen besluit, maar de gemeente Veere, respectievelijk Noord-Beveland, bepaalt binnen welke termijnen alle (ontwerp) vergunningen afgegeven moeten worden en zorgt dat alle besluiten inhoudelijk goed op elkaar afgestemd zijn. De gemeenten Veere en Noord-Beveland zorgen ervoor dat alle (ontwerp)besluiten tegelijkertijd ter inzage worden gelegd.

De voorbereiding van deze besluiten gaat op dezelfde manier als bij het bestemmingsplan: eerst wordt van alle besluiten een ontwerp gemaakt waartegen het geven van een zienswijze door eenieder mogelijk is. Vervolgens worden de besluiten, rekening houdend met de ontvangen zienswijzen, definitief vastgesteld.

Het bestemmingsplan wordt in beginsel tegelijkertijd met de andere besluiten voorbereid en bekendgemaakt. De procedure voor de omgevingsvergunning voor Windpark Jacobahaven is hieraan identiek.

Tegen de vastgestelde besluiten kan door belanghebbenden die tegen een of meerdere ontwerpbesluiten een zienswijze hebben ingediend, rechtstreeks beroep worden ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

CRISIS- EN HERSTELWET

Omdat de uitbreiding van het windpark een project betreft als bedoeld in het eerste lid van artikel 9b van de Elektriciteitswet, is op grond van artikel 1.1, eerste lid, onder a in samenhang met categorie 1.1 van bijlage I van de Crisis- en herstelwet, de Crisis- en herstelwet van toepassing. Dit brengt onder meer met zich mee dat:

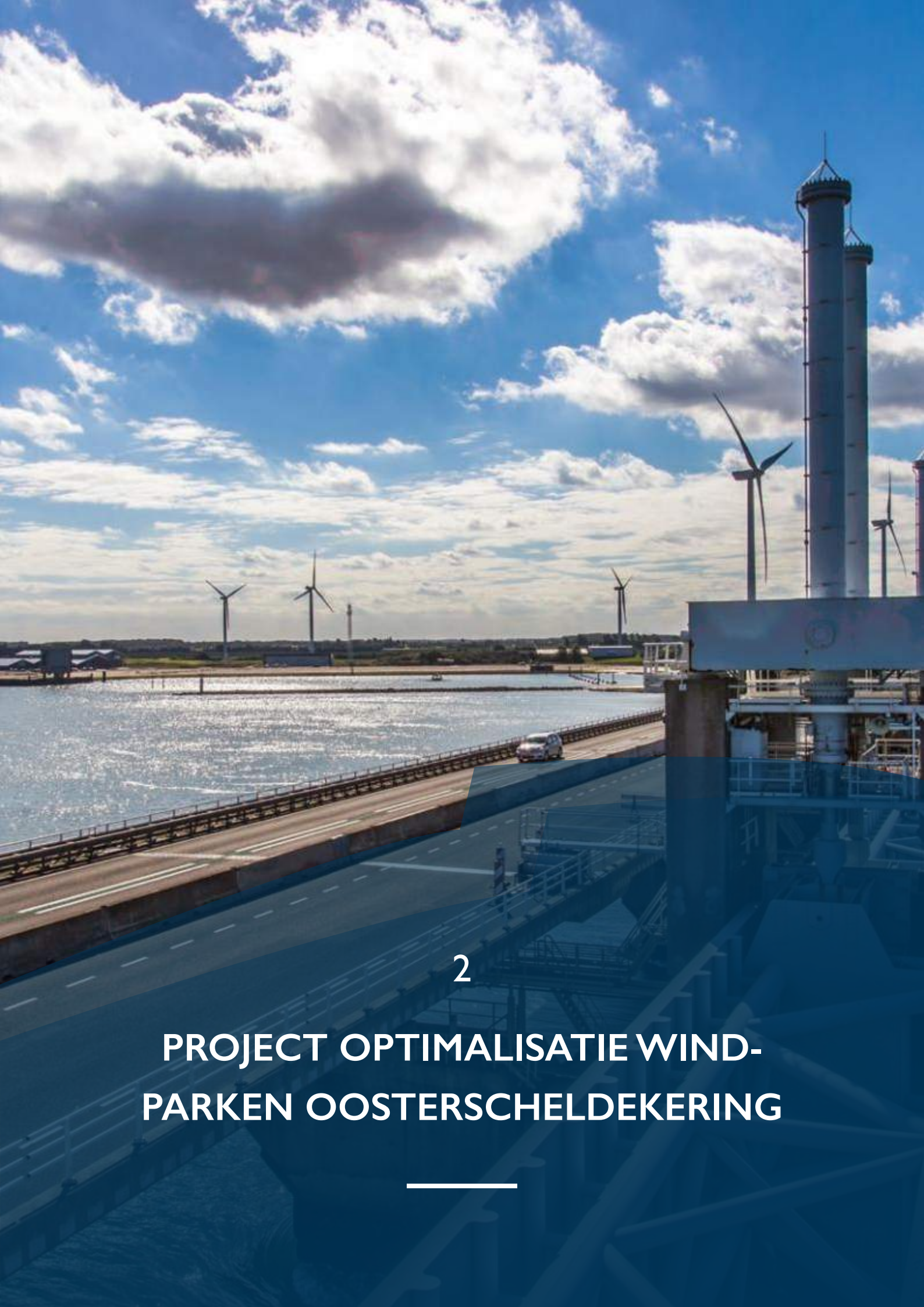
- de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State, na afloop van de beroepstermijn, een termijn van 6 maanden heeft voor het doen van een uitspraak op een beroep;
- dat het beroepschrift meteen de gronden van beroep moet bevatten (het indienen van een pro-forma beroepschrift is niet mogelijk).

1.6 LEESWIJZER

In deze Notitie Reikwijdte & Detailniveau komen achtereenvolgens de volgende onderwerpen aan de orde.

- Een beschrijving van de deelprojecten die deel uitmaken van het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering is opgenomen in hoofdstuk 2.
- Hoofdstuk 3 bevat het relevante beleidskader waarbinnen het project zich afspeelt.
- Hoofdstuk 4 ten slotte geeft de onderdelen weer, beschreven per milieuthema, die ten behoeve van het MER worden onderzocht.

Op enkele plaatsen wordt verwezen naar literatuur door middel van de aanduiding: [lit.] gevolgd door een nummer. De nummering en de gebruikte literatuur is terug te vinden in de literatuurlijst in bijlage 1. Omdat in deze NRD veel technische termen worden gebruikt, is in bijlage 2 een verklarende woordenlijst opgenomen.



2

PROJECT OPTIMALISATIE WIND-PARKEN OOSTERSCHELDEKERING

2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt het project Optimalisatie windparken Oosterscheldekering (hierna: project OWO) toegelicht. Als eerste wordt stilgestaan bij de huidige situatie en de bestaande windparken op en rondom de Oosterscheldekering (paragraaf 2.2). Het project OWO bestaat uit meerdere deelprojecten die in paragraaf 2.3 verder worden toegelicht. Het MER wordt opgesteld voor alle deelprojecten tezamen, alleen voor het deelproject Windpark Roggeplaat West is een zelfstandig onderzoek verricht naar de milieueffecten. De relatie tussen het MER en de aanvraag voor Windpark Roggeplaat West komt in die paragraaf ook aan bod.

Vanwege de bestaande dijken, natuurgebieden en wegen zijn maar weinig plaatsen beschikbaar op Neeltje Jans waar nieuwe windturbines kunnen worden gerealiseerd. Voorgesteld wordt daarom om te werken met twee windturbineopstellingen als alternatieven in het MER om alle milieueffecten te onderzoeken. Dat wordt in paragraaf 2.4 verder toegelicht. Uiteraard zijn ook nog varianten denkbaar voor wat betreft de afmetingen van de nieuwe windturbines. Ook dat komt in die paragraaf aan bod. In paragraaf 2.5 wordt ingegaan op de samenhang tussen project OWO en andere projecten in de directe omgeving van de Oosterscheldekering. De milieueffecten worden tot slot in paragraaf 2.6 getoetst aan de referentiesituatie, oftewel ten opzichte van de huidige situatie met de effecten die op zullen treden als gevolg van projecten waarvoor reeds vergunning is verleend (autonome ontwikkelingen) waaronder de bouw het Windpark Bouwdokken.

2.2 HUIDIGE SITUATIE

WINDPARK MATTENHAVEN

Aan de zuidzijde van het voormalige werkeiland Neeltje Jans bevindt zich de voormalige mattenhaven. Deze locatie wordt op dit moment nog niet benut voor het opwekken van windenergie door middel van windturbines, zie figuur 2.1.

Figuur 2.1 Huidige situatie Mattenhaven

WINDPARK NEELTJE JANS

De windturbines staan opgesteld op de Vluchthavendam aan de noordwestelijke zijde op het voormalig werkeiland Neeltje Jans. In de zomer van 2006 zijn drie windturbines in bedrijf genomen. In 2012 is hier een vierde windturbine aan toegevoegd, zie figuur 2.2 en tabel 2.1.

Figuur 2.2 Bestaand Windpark Neeltje Jans

Tabel 2.1 Bestaande situatie Windpark Neeltje Jans

Windpark Neeltje Jans	
windturbinetype	Vestas V90
aantal turbines	4
bouwjaar	NJ1-NJ3: 2006 NJ4: 2012
vermogen per windturbine	3,0 MW
masthoogte	78 meter
tiphoogte	123 meter
elektriciteitsproductie	37,1 miljoen kWh per jaar

WINDPARK NOORDLAND BUITENHAVEN

De windturbines dit windpark staan opgesteld op strekdammen rondom de Buitenhaven aan de zuidwestelijke zijde van het voormalig werkeiland Neeltje Jans. Vanwege de nabije ligging bij het sluizencomplex wordt dit windpark ook wel aangeduid als Windpark Roompotsluis.

Figuur 2.3 Bestaand Windpark Noordland Buitenhaven (Windpark Roompotsluis)

Tabel 2.2 Bestaande situatie Windpark Buitenhaven Neeltje Jans

Windpark Noordland Buitenhaven	
windturbinetype	Vestas V90
aantal turbines	4
bouwjaar	NB1 en NB2: 2006 NB3 en NB4: 2012
vermogen per windturbine	3,0 MW
masthoogte	78 m
tiphoogte	123 m
elektriciteitsproductie	38,1 miljoen kWh per jaar

WINDPARK ROGGEPLAAT

De windturbines van het bestaande Windpark Roggeplaat staan opgesteld op het voormalige werkeiland Roggenplaat aan noordzijde van de Oosterscheldekering. Tabel 2.3 geeft de kenmerken weer van het bestaande windpark. De lay-out (windturbineopstelling) van het bestaande windturbinepark is weergegeven op figuur 2.4.

Figuur 2.4 Bestaande Windpark Roggeplaat

Tabel 2.3 Overzicht van het bestaande Windpark Roggeplaat

Windpark Roggeplaat: bestaande situatie	
windturbinetype	Enercon E82
aantal turbines	4
bouwjaar	2012
vermogen per windturbine	2,3 MW
masthoogte	78 meter
tiphoogte	119 meter
elektriciteitsproductie	32 miljoen kWh per jaar

WINDPARK JACOBAHAVEN

De drie bestaande windturbines op en rondom de Jacobahaven, aan de voet van de Oosterscheldekering, zijn gebouwd in 2006. De gegevens van de huidige situatie van dit windpark zijn weergegeven in tabel 2.4. Figuur 2.5 geeft de ligging van dit windpark weer.

Figuur 2.5 Windpark Jacobahaven

Tabel 2.4 Huidige situatie Windpark Jacobahaven

Windpark Jacobahaven: bestaande situatie	
windturbinetype	Vestas V90
aantal turbines	3
bouwjaar	2006
vermogen per windturbine	3,0 MW
masthoogte	78 meter
tiphoogte	123 meter
elektriciteitsproductie	25,6 miljoen kWh per jaar

2.3 PROJECTBESCHRIJVING

PROJECTDOELSTELLING

Doel van het project is om de beschikbare ruimte binnen de concentratielocatie voor windenergie op de Oosterscheldekering zo optimaal mogelijk te benutten. Het streven is om in de periode 2017-2027 de bestaande opwekkingscapaciteit van de windparken op en rondom de Oosterscheldekering te vergoten, eerst van 80 MW nu naar 130 MW in 2020, en door verdere optimalisatie in de jaren daarna tot circa 140 MW in 2027. Het opgestelde vermogen zal naar verwachting overeenkomstig de volgende fasering doorgroeien (tabel 2.5).

Tabel 2.5 Verwachte fasering en doorgroei in productievermogen

Verwachte fasering (doorgroei opgesteld productievermogen)					
2018-2020				2021-2028	
deelproject	toename vermogen	deelproject	toename vermogen	deelproject	toename vermogen
Roggeplaat West	4-8 MW	repowering WP Neeltje Jans (NJ1-NJ3)	3-9 MW	repowering WP Roggelaat	4 MW
Mattenhaven	16-20 MW	repowering WP Noordland (NB1 en NB2)	2-4 MW	repowering WP Neeltje Jans (NJ4)	1-2 MW
zoekgebied	4-8 MW	repowering WP Jacobahaven	3-6 MW	repowering WP Noordland (NB3 en NB4)	2-4 MW
totaal	**24-36 MW**		**8-19 MW**		**7-10 MW**

Het project omvat meerdere deelprojecten (windparken). In deze paragraaf worden de betrokken deelprojecten nader toegelicht.

WINDPARK MATTENHAVEN

Windpark Mattenhaven is de benaming voor de invulling van het gehele zuidelijke deel van Neeltje Jans voor de verdere optimalisatie van de productie van windenergie op deze locatie. In het kader van dit MER wordt onderzocht hoeveel windturbines op deze locatie gerealiseerd zouden kunnen worden. Tabel 2.6 geeft de maximale invulling weer van het beoogde nieuwe windpark. De mogelijke nieuwe windturbineopstelling (in twee opstellingsvarianten van elk vier nieuwe windturbines) van de nieuwe windturbines wordt in paragraaf 2.4 besproken.

Tabel 2.6 Overzicht van het toekomstige windpark Mattenhaven

Windpark Mattenhaven: nieuwe situatie	
aantal turbines	4
vermogen per windturbine	4,0 – 5,0 MW
masthoogte	100 tot 140 meter
rotordiameter	120 tot 140 meter
tiphoogte	160 tot 210 meter
elektriciteitsproductie	circa 80 miljoen kWh per jaar

REPOWERING BESTAANDE WINDTURBINES WP NEELTJE JANS

De repowering van de drie van de vier bestaande windturbines van Windpark Neeltje Jans wordt verwacht in 2020. Deze turbines zullen worden vervangen door grotere turbines, met ieder een opwekkingsvermogen tussen de 4 en de 6 MW, een maximale ashoogte van 140 meter en een maximale tiphoogte van 210 meter. Bekeken wordt tevens of alle, dan wel enkele, van deze turbines kunnen worden vervangen door windturbines met een groter opwekkingsvermogen. De repowering van de vierde turbine van Windpark Neeltje Jans, met hetzelfde vermogen en dezelfde dimensies als de andere drie windturbines, wordt vanwege het recente bouwjaar (2012) pas in 2027 verwacht.

Figuur 2.6 Toekomstige situatie Windpark Neeltje Jans

REPOWERING BESTAANDE WINDTURBINES WP NOORDLAND BUITEN (WINDPARK ROOMPOTSLUIS)

De repowering van de twee noordelijke van de vier bestaande windturbines van Windpark Noordland Buiten wordt verwacht in 2020. Deze turbines zullen worden vervangen door grotere turbines met ieder een opwekkingsvermogen tussen de 4 en 5 MW, een maximale ashoogte van 140 meter en een maximale tiphoogte van 210 meter.

De repowering van beide andere (zuidelijke) turbines van dit windpark, met hetzelfde vermogen en dezelfde dimensies als de twee noordelijke windturbines, wordt pas in 2027 verwacht. Deze zullen dan worden vervangen door hetzelfde type turbine als de twee turbines aan de noordzijde.

Figuur 2.7 Toekomstige situatie Windpark Noordland Buiten

ZOEKGEBIED VIADUCT POOLVOET

In het gebied rondom het Viaduct Poolvoet (zie figuur 2.8) is mogelijk nog ruimte voor het plaatsen van één of twee nieuwe windturbines. Deze windturbines zullen vergelijkbaar zijn qua productievermogen en afmetingen als die genoemd in tabel 2.7. De mogelijkheden voor het plaatsen van één of twee nieuwe windturbines binnen dit zoekgebied, worden vooral bepaald door de volgende aspecten.

- De veiligheidseisen van de aanwezige waterkering en de rijksweg N57.
- De ter plaatse aanwezige natuurwaarden.
- De landschappelijke uitstraling.

Figuur 2.8 Globale begrenzing zoekgebied op en rondom het Viaduct Poolvoet

REPOWERING BESTAANDE WINDTURBINES WINDPARK ROGGEPLAAT

Het opwaarderen (repowering genaamd) van de vier bestaande windturbines van Windpark Roggeplaat wordt verwacht in 2027. Verwachting is dat deze windturbines zullen worden vervangen door turbines met vergelijkbare afmetingen als in de huidige situatie (zie tabel 2.3) en een opwekkingsvermogen van 3 MW.

WINDPARK ROGGEPLAAT WEST

Daarnaast maakt de uitbreiding van het bestaande Windpark Roggeplaat aan de westelijke zijde deel uit van het project OWO. Het doel van dit project is om het bestaande Windpark Roggeplaat uit te breiden en zo het voormalige werkeiland beter te benutten voor het opwekken van windenergie. De aanwezige wegen en dijken stellen daarbij duidelijke grenzen aan de mogelijkheden voor het plaatsen van nieuwe windturbines. Om die reden zijn slechts twee mogelijkheden voorhanden om de gewenste uitbreiding te realiseren.

Variant 1: Landmark

De eerste variant (landmark) bestaat uit het uitbreiden van het bestaande windpark met één windturbine op de westelijke punt van de Roggeplaat. Deze windturbine heeft een opwekkingscapaciteit van 4,0 tot 8,0 MW, een ashoogte tot 140 meter en een tiphoogte tot 210 meter, zie figuur 2.9 en tabel 2.7.

Tabel 2.7 Gegevens variant 1 (Landmark)

Windpark Roggeplaat West: variant 1	
aantal turbines	1
vermogen windturbine	4,0 - 8,0 MW
masthoogte	100 tot 140 meter
rotordiameter	120 tot 140 meter
maximale tiphoogte	210 meter
beoogde elektriciteitsproductie	circa 20 miljoen kWh per jaar

Figuur 2.9 Variant 1 (landmark) voor de beoogde uitbreiding van het windpark

Variant 2: Poort

Daarnaast is het mogelijk om het bestaande windpark met twee windturbines uit te breiden. Beide nieuwe windturbines worden ten westen, in het verlengde van de bestaande windturbines, geplaatst langs de rijksweg N57. De nieuwe windturbines in deze variant hebben een opwekkingscapaciteit tot 3 MW en een ashoogte van circa 80 tot 100 meter en een tiphoogte tot circa 150 meter, zie figuur 2.10 en tabel 2.8.

Tabel 2.8 Gegevens variant 2 (Poort)

Windpark Roggeplaat West: variant 2	
aantal turbines	2
maximale vermogen per windturbine	3,0 - 4,0 MW
masthoogte	75 tot 100 meter
rotordiameter	80 tot 90 meter
maximale tiphoogte	115 - 150 meter
beoogde elektriciteitsproductie	circa 20 miljoen kWh per jaar

Figuur 2.10 Variant 2 (Poort) voor de beoogde uitbreiding van het windpark

WINDPARK JACOBAHAVEN

Het is de bedoeling om de bestaande windturbines te vervangen door nieuwere typen windturbines met een groter opgesteld vermogen. Twee windturbinelocaties blijven daarbij ongewijzigd, de meest zuidelijke turbinelocatie nabij de rijksweg N57 wordt in noordoostelijke richting verschoven. De gegevens van de toekomstige situatie van dit windpark zijn weergegeven in tabel 2.9 en figuur 2.11.

Figuur 2.11 Toekomstige situatie Windpark Jacobahaven

Tabel 2.9 Toekomstige situatie Windpark Jacobahaven

Windpark Jacobahaven: toekomstige situatie*	
aantal turbines	3
vermogen per windturbine	4,0 – 5,0 MW
masthoogte	89 meter
rotordiameter	120 meter
tiphoogte	149 meter
elektriciteitsproductie	circa 50 miljoen kWh per jaar

** In het MER wordt mogelijkerwijs een windturbine onderzocht met een tiphoogte hoger dan 149 meter maar volgens beleid van de gemeente Noord-Beveland geldt als randvoorwaarde dat de nieuwe windturbines niet mogen worden verlicht en bij een tiphoogte van 150 meter of meer is verlichting verplicht voorgeschreven.*

NETAANSLUITING EN TRANSFORMATORSTATION

Naast de bouw van de windturbine(s) wordt voorzien dat deze worden aangesloten op het (bestaande) private kabelnetwerk (OSKneT) waarbij het landelijk hoogspanningsnetwerk wordt aangesloten via de bestaande ondergrondse 150kV-kabelverbinding en het transformatorstation van OSKneT bij Windpark Bouwdokken. Hiertoe dient het transformatorstation te worden uitgebreid met een 20/150kV-transformator met een capaciteit van 55 MVA. Deze uitbreiding was reeds in ontwerp van het transformatorstation voorzien.

Op het graven van de kabels voor de aansluitingen van de nieuwe windturbines na, maakt het aanleggen van een nieuwe aansluiting op het landelijke hoogspanningsnetwerk daarom geen deel uit van dit project. Omdat gebruik kan worden gemaakt van het bestaande transformatorstation van Windpark Bouwdokken, is evenmin de bouw van een nieuw transformatorstation voorzien in dit project.

WINDMEETMAST

De bestaande windmeetmast met een hoogte van 30 meter nabij het Windpark Neeltje Jans, wordt gebruikt voor de registratie van winddata op verschillende hoogten en voor de monitoring van de werking van de windturbines. De windmeetmast zal tevens gebruikt worden voor de monitoring van de aanwezigheid van vleermuizen middels bat-detectoren op verschillende hoogten. Aan de zuidzijde van de Mattenhaven zal een nieuwe windmeetmast gebouwd worden met een hoogte van 120 meter. Deze windmeetmast zal op meerdere hoogte windsnelheden gaan monitoren. Een alternatieve locatie voor de nieuwe windmeetmast is aan de Oosterscheldezijde van de afrit van de N57 op Neeltje Jans.

KRAANOPSTELPLAATSEN EN BOUWWEGEN

Tijdelijke bouw- en opstelplaatsen worden zo ingericht dat deze daarna als permanente onderhoudsplaats worden gebruikt. Het ruimtebeslag van deze locaties is daarmee een permanent effect. De exacte ligging van de bouw- en opstelplaatsen is nog niet bekend. In het MER zal daarom met generieke afmetingen worden gewerkt om de effecten te kunnen bepalen.

2.4 ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN

De wet schrijft voor dat ten behoeve van een MER alle redelijkerwijs in ogenschouw te nemen alternatieven bij de effectenstudie moeten worden betrokken. Op basis van de uitleg die de hoogste bestuursrechter in ons land daaraan heeft gegeven, blijkt dat het moet gaan om reële alternatieven. Oftewel het moet gaan om uitvoerbare alternatieven waarmee hetzelfde doel kan worden bereikt als het alternatief dat de initiële voorkeur heeft.

BEPERKTE RUIMTE VOOR INRICHTINGS-ALTERNATIEVEN

De mogelijke locaties voor nieuwe windturbines op en rondom de Oosterscheldekering zijn beperkt. Dit komt door de technische en operationele beperkingen die samenhangen met de ter plaatse aanwezige waterkeringen en wegen, het bestaande Waterpark en de natuurgebieden. Ook de bestaande windturbines van Windpark Roggeplaat en de windturbines van Windpark Bouwdokken die nu in aanbouw zijn, beperken de plaatsingsmogelijkheden voor nieuwe windturbines in hoge mate.

REPOWEREN UITSLUITEND OP DEZELFDE WINDTURBINELOCATIE

Voor het opwaarderen (repoweren) van de bestaande windturbines geldt dat enkel de bestaande windturbinelocaties van de windparken Roggeplaat, Neeltje Jans, Jacobahaven en Buitenhaven kunnen worden benut. Repoweren van deze windparken houdt uitsluitend in dat de bestaande windturbines worden vervangen door nieuwere windturbinetypen.

LANDSCHAPPELIJKE VISIE: VIDES LANGS DE OOSTERSCHELDEKERING

Ten behoeve van de totstandkoming van deze NRD is door de landschapsarchitecten van het bureau Bosch&Slabbers een landschappelijke visie gemaakt over de landschappelijke uitstraling van nieuwe windturbines op en rondom de Oosterscheldekering, zie het tekstkader.

Landschappelijke analyse: doorzetten van vierkanten levert een onleesbaar landschappelijk beeld op

In de huidige situatie worden drie windturbineopstellingen als drie vierkanten rondom de Buitenhaven (Windpark Roompotsluis), de Vluchthaven (Windpark Neeltje Jans) en de Bouwdokken gerealiseerd. Voor de negen windturbines van Windpark Bouwdokken levert dat een helder landschappelijk beeld op, maar de maat en schaal van dit windpark is wezenlijk anders dan bestaande windturbines rondom Roompotsluis en de Vluchthaven.

Ook de toekomstige windturbines op de andere delen van Neeltje Jans zullen vanwege de technologische ontwikkelingen groter worden. Dat maakt dat het doorzetten van windparken als 'vierkanten' met hogere windturbines, vanuit de optiek van het landschap niet langer als een herkenbare windturbineopstelling zal worden ervaren, zie figuur 2.12.

Landschappelijke visie: werken met 'landschappelijke vides'

De landschapsarchitecten van Bosch&Slabbers hebben daarom voorgesteld om te werken met zones waar wel of geen windturbines worden geplaatst. De vrije zones werken zoals een venster: een landschappelijke vide genaamd. Op het niveau van de gehele Oosterscheldekering is het mogelijk om te werken met enkele grote of meerdere kleinere vides, zie figuur 2.12.

Blokken **Grote vides** **Kleine vides**

Figuur 2.12 Landschappelijke analyse en de mogelijkheden om te werken met blokken of vides (bron: Bosch&Slabbers)

HARDE BELEMMERINGEN VOOR HET KUNNEN PLAATSEN VAN WINDTURBINES

Strandrecreatie

De stranden aan de westelijke zijde van Neeltje Jans worden in het zomerseizoen intensief gebruikt voor strandrecreatie en kitesurfen. De gemeente Veere heeft daarom als randvoorwaarde meegegeven dat bij het plaatsen van windturbines de stranden aan de westelijke zijde zoveel mogelijk vrij moeten blijven van windturbines.

Natuur

Naast de strandrecreatie in het zomerseizoen zijn de duinen aan de westelijke en oostelijke zijde van de Rijksweg N57 belangrijke gebieden voor broedende vogelsoorten. Aan de oostelijke zijde bevindt zich voorts de slufter. Een geul in het duingebied die enkel bij extreem hoogwater met zout water vanuit de Oosterschelde vult. Ook vindt over het gebied gelegen tussen de Mattenhaven en Neeltje Jans trek van vogels plaats bij hoog- en laagwater (zogenaamde getijdentrek). Ook dit stelt een belangrijke beperking aan mogelijke gebieden waar windturbines geplaatst kunnen worden.

Dijkveiligheid

Het dijklichaam waarover de Rijksweg N57 is gelegen, maakt deel uit van de primaire waterkering. Met het publiceren van de wijziging van de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken [lit. 1] biedt Rijkswaterstaat mogelijkheden voor het plaatsen van windturbines in of nabij de primaire waterkering via het principe 'nee, tenzij'. Dat maakt dat het aspect dijkveiligheid op zichzelf geen harde belemmering (meer) is voor het kunnen plaatsen van windturbines in of nabij het dijklichaam.

Rijkswaterstaat heeft voor de totstandkoming van deze NRD aangegeven dat met de recente wijziging van de Waterwet (per 1 januari 2017) het toetsingskader voor wat betreft het beoordelen van risico's van de nieuwe windturbines voor de waterkering als geheel beoordeeld moeten worden. Dat houdt in dat een integrale veiligheidsstudie deel uit zal maken van het MER (zie hoofdstuk 4). Op voorhand is duidelijk dat de theoretische faalkansen van alle windturbines in dat kader bij elkaar worden opgeteld (zogenaamde cumulatieve beoordeling). Het aantal mogelijke windturbinelocaties langs de primaire waterkering is daarmee alsnog beperkt tot het aantal dat qua gezamenlijke faalkansen nog aan de dijkveiligheidsnormen voldoet.

Aan de hand van deze harde randvoorwaarden en de landschappelijke visie van Bosch&Slabbers zijn twee mogelijke inrichtingsalternatieven ontwikkeld die in het MER onderzocht gaan worden.

2.4.1 INRICHTINGSALTERNATIEF 1: MATTENHAVEN

Het eerste inrichtingsalternatief bestaat een nieuwe vierkantige windturbineopstelling rondom de Mattenhaven, zie figuur 2.13. Deze opstelling houdt de westelijke zijde van Neeltje Jans zoveel mogelijk vrij van windturbines en plaats ook zo min mogelijk nieuwe windturbines op of nabij de primaire waterkering.

Figuur 2.13 Lay-out met de te onderzoeken windturbineposities in het Alternatief Mattenhaven

2.4.2 INRICHTINGSALTERNATIEF 2: BINNENHAVEN

Het twee inrichtingsalternatief laat de Mattenhaven juist vrij van windturbines om de landschappelijke werking van de 'vide' tussen het gebied rondom de Roompotsluis en Bouwdokken zoveel mogelijk te versterken. In plaats van een vierkantige windturbine-opstelling rondom de Mattenhaven, worden in dit alternatief de strekdammen rondom de Binnenhaven aan de oostzijde van het sluizencomplex benut voor het plaatsen van nieuwe windturbines.

Op deze wijze blijft in dit alternatief ook het duingebied rondom de slufter vrij van windturbines, zie figuur 2.14.

Figuur 2.14 Lay-out met de te onderzoeken windturbineposities in het Alternatief Binnenhaven

2.4.3 WINDTURBINES

Binnen beide inrichtingsalternatieven wordt gewerkt met een zelfde range als het gaat om de afmetingen en het opgestelde vermogen van de toekomstige windturbines. Daarbij wordt gedacht aan windturbines met een tiphoogte tot 210 meter, zie tabel 2.10.

Tabel 2.10 Range aan mogelijke nieuwe windturbines (turbineklasse) die in het MER worden onderzocht

Turbineklasse*	
vermogen per windturbine	4,0 - 5,0 MW
masthoogte	100 tot 140 meter
rotordiameter	120 tot 145 meter
tiphoogte	150 tot 210 meter

** Voor de variant 'landmark' voor Windpark Roggeplaat West wordt een nog hogere windturbine gehanteerd, zie tabel 2.7.*

Voor het 'repoweren' (opwaarderen) van de bestaande windturbines van de Windparken Roggeplaat, Neeltje Jans en Buitenhaven wordt ervan uitgegaan dat de afmetingen van de nieuwe windturbines zich ook in deze range van afmetingen en vermogen bevinden.

TYPE WINDTURBINE

Het exacte type windturbine is op dit moment nog niet bepaald om keuzevrijheid te houden bij de selectie van turbinefabrikanten en om te kunnen anticiperen op ontwikkelingen. Werken met een range aan mogelijke windturbines sluit nieuwe turbinetypes niet uit, mits ze binnen de reikwijdte van de effecten van de onderzochte range vallen.

2.4.4 VOORKEURSALTERNATIEF

Uit de effectenstudie van het MER volgt een windturbineopstelling die de voorkeur heeft van alle betrokken partijen. Dit is het voorkeursalternatief (VKA) dat wordt opgenomen in het bestemmingsplan (respectievelijk de omgevingsvergunning) en vormt de basis voor de aan te vragen vergunningen en toestemmingen. In dit geval zal het VKA bestaan uit de turbineposities die zijn onderzocht in beide inrichtingsalternatieven.

2.5 SAMENHANG MET ANDERE PROJECTEN

WINDPARK JACOBAPOLDER-RIPPOLDER

Het is de bedoeling om de bestaande vijf windturbines van 2,5 MW te vervangen door vier nieuwere typen windturbines met een groter opgesteld vermogen. Daartoe is door de exploitant in 2016 begonnen met de planontwikkeling en is inmiddels een aanvraag om omgevingsvergunning ingediend, die naar verwachting in 2017 zal worden verleend.

WINDPARK ROGGEPLAAT WEST

Tegelijkertijd met de start van de besluitvormingsprocedure van deze NRD, wordt de besluitvormingsprocedure voor de omgevingsvergunning voor de uitbreiding van Windpark Roggeplaat West gestart. In de vergunningaanvraag zijn vooralsnog beide varianten opgenomen die zijn beschreven in paragraaf 2.4. Uiteraard zal uiteindelijk slechts van een van beide mogelijke windturbineopstellingen worden gerealiseerd. Welke van de twee varianten dat wordt, hangt in zijn geheel af van de nog te verkrijgen watervergunning. De omgevingsvergunning kan uitsluitend worden verleend voor één van beide opstellingsvarianten die in deze ruimtelijke onderbouwing zijn toegelicht. Zodra de uitkomsten van de dijkveiligheidsstudie gereed zijn (naar verwachting medio juni) wordt duidelijk voor welke opstellingsvariant watervergunning verleend kan worden. Dat is dan ook de variant waarvoor omgevingsvergunning gevraagd wordt. Op dat moment wordt de aanvraag om omgevingsvergunning gedeeltelijk ingetrokken en bekend gemaakt welke van de twee opstellingsvarianten uiteindelijk gebouwd gaat worden. De te verwachten milieueffecten worden echter voor beide varianten in het MER in beeld gebracht.

2.6 REFERENTIESITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN

REFERENTIESITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

De autonome ontwikkeling is datgene dat gebeurt wanneer de voorgenomen opwaardering van de drie windparken geen doorgang krijgt. Het is in dit geval geen reëel alternatief om de beoogde doelstelling te bewerkstelligen. De autonome ontwikkeling is daarom alleen van belang als referentiekader (maatstaf) om de milieueffecten van de beide inrichtingsalternatieven (en het VKA) te toetsen.

Naast de twee projecten die hiervoor in paragraaf 2.5 zijn benoemd, is de afronding van de bouw van Windpark Bouwdokken een autonome ontwikkeling die in het MER wordt betrokken.

REALISATIE WINDPARK BOUWDOKKEN

Windpark Bouwdokken is momenteel (2017) in uitvoering. Het windpark is opgenomen in het Bestemmingsplan Bouwdokken en ook de benodigde vergunningen en toestemmingen voor de bouw van dit windpark zijn inmiddels verleend. Volgens planning worden deze windturbines in het voorjaar van 2018 in gebruik genomen.

Omdat dit een geheel nieuw windpark betreft dat voor repowering pas na 15 tot 20 operationele jaren (dus op zijn vroegst in 2033) in beeld komt, maakt dit windpark geen deel uit van de optimalisatieopgave. De gegevens van het windpark zijn weergegeven in tabel 2.11. Figuur 2.15 geeft de ligging van dit windpark weer.

Tabel 2.11 Toekomstige situatie Windpark Bouwdokken

Windpark Bouwdokken: toekomstige situatie	
windturbinetype	Enercon E126-EP4
aantal turbines	9
bouwjaar	2017
vermogen per windturbine	4,2 MW
masthoogte	99 meter
tiphoogte	162,5 meter
elektriciteitsproductie*	140 miljoen kWh per jaar

** schatting*

Figuur 2.15 Windpark Bouwdokken

3

RUIMTELIJK BELEID EN REGELGEVING

3.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt het relevante planologische beleidskader beschreven vanuit het rijk (paragraaf 3.2), provincie (paragraaf 3.3) en de gemeente (paragraaf 3.4). Het project om de bestaande concentratielocatie Oosterscheldekering te optimaliseren wordt in dit hoofdstuk aan dit beleidskader getoetst en daar waar aandachtspunten aan de orde zijn voor het MER wordt dat ook in dit hoofdstuk aangegeven.

3.2 RIJKSBELEID

STRUCTUURVISIE INFRASTRUCTUUR EN RUIMTE EN STRUCTUURVISIE WIND OP LAND

De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) geeft een nieuw, integraal kader voor het ruimtelijk- en mobiliteitsbeleid op rijksniveau en is de 'kapstok' voor bestaand en nieuw rijksbeleid met ruimtelijke consequenties [lit. 2]. In deze structuurvisie schetst het Rijk de ambities tot 2040 en doelen, belangen en opgaven tot 2028.

In het SVIR is aangegeven dat niet alle delen van Nederland geschikt zijn voor grootschalige winning van windenergie. Het Rijk heeft daarom in de Structuurvisie Wind op Land (SvWOL) [lit. 3], op basis van de bestaande provinciale reserveringen voor windenergielocaties, de locaties voor het grootschalig opwekken van windenergie op land aangewezen. Het gaat daarbij om locaties die geschikt zijn voor het opwekken van duurzame energie door windturbines met een gezamenlijk opgesteld vermogen van 100 MW of meer.

Voor windparken met een opgesteld vermogen tot 100 MW is het provinciale beleid leidend voor wat betreft het bouwen van nieuwe windturbines op land. De beoogde windturbinelocatie is aangewezen in het provinciale omgevingsplan voor het opwekken van windenergie (zie paragraaf 3.3). Het optimaliseren van deze concentratielocatie past zodoende in het rijksbeleid.

BESLUIT ALGEMENE REGELS RUIMTELIJKE ORDENING EN DE REGELING ALGEMENE REGELS RUIMTELIJKE ORDENING

Scheepvaart

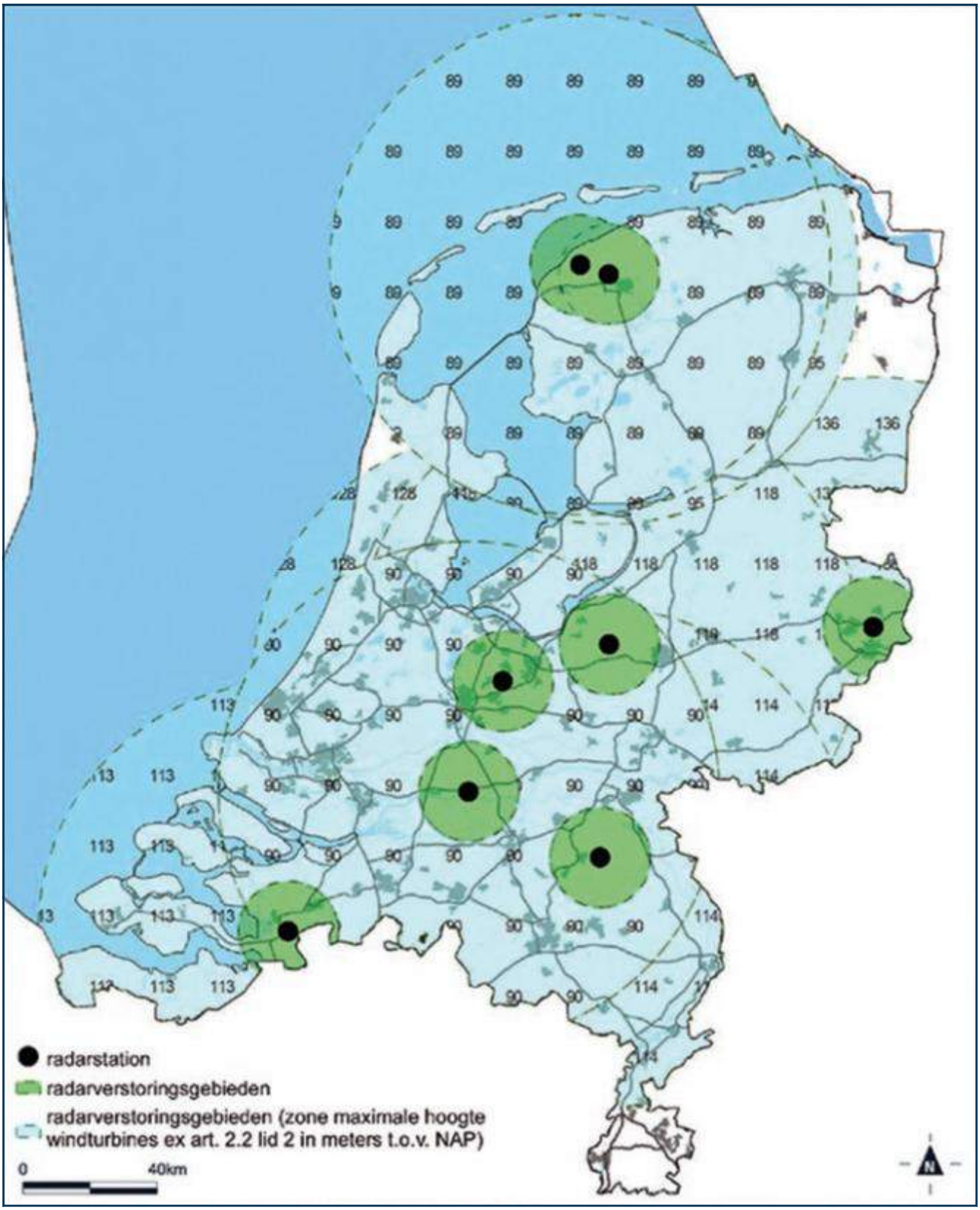
Voor een aantal doelstellingen van het ruimtelijke beleid van het Rijk is een algemene regeling opgenomen in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en de daarop gebaseerde Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro).

In artikel 2.1.3 van het Barro is bepaald dat in een ruimtelijk plan waarbij een bestemmingswijziging gaat plaatsvinden, rekening moet worden gehouden met de belangen van het scheepvaartverkeer dat plaatsvindt over vaarwegen die bij het Rijk in beheer zijn. Het vaarwater van de Roompotsluis en de vaarroute daarheen, zowel vanaf de Oosterschelde als vanaf de Noordzee, is een scheepvaartroute die in beheer is bij het Rijk. Deze route is bestemd voor binnenvaartschepen tot en met CEMT-klasse Va (Groot Rijnschip). De CEMT-klasse betreft de vaarwegklasse zoals vastgesteld door de Conférence Européenne des Ministres de Transport (CEMT) en is gebaseerd op de afmetingen van standaardschepen en duwstellen. Op grond van artikel 2.1.2 van het Barro moet daarom rekening worden gehouden met een vrijwaringszone van 25 meter aan weerszijden van de vaarweg.

Defensieradar

In het Barro is voorts een regeling opgenomen om onaanvaardbare verstoring van de werking van radarposten voor Defensie-inrichtingen te voorkomen. In de Rarro is rondom de vliegveldradar van Vliegbasis Woensdrecht een toetsingsgebied aangewezen met een straal van 75 km waarbinnen de mogelijke radarverstoring door windturbines met een tiphoogte van meer dan 113 m +NAP moet worden onderzocht, zie figuur 3.1.

De projectlocatie is gelegen binnen het toetsingsgebied van de radarpost Vliegbasis Woensdrecht. De beoogde tiphoogte van de windturbines bedraagt meer dan 113 m +NAP. Dat houdt in dat op grond van het Barro en de Rarro een toetsing voor wat betreft het onderwerp radarhinder moet plaatsvinden.



Figuur 3.1 Toetsingszones Defensieradar (Bijlage P, bij bijlage 8.4 Rarro)

Kustfundament

In het Barro is een verbod opgenomen om op gronden die deel uitmaken van het kustfundament (zie figuur 3.2) nieuwe bouwmogelijkheden toe te staan buiten het stedelijk gebied (artikel 2.3.5). De beoogde locaties voor de nieuwe windturbines maken deel uit van het kustfundament. Echter, deze bepaling maakt een expliciete uitzondering voor de bouw van de nieuwe windturbines binnen het kustfundament. Het vragen van een ontheffing van de Minister van Infrastructuur en Milieu (IenM) is dan ook niet noodzakelijk.

Figuur 3.2 Kustfundament (Bijlage 2 van het Barro)

Beleidslijn Kust

In deze Beleidslijn, die dateert van september 2007, staat de bescherming van het kustfundament centraal. Het kustfundament omvat aan de landzijde alle duingebieden en de zeekeringen (ook harde). Deze Beleidslijn bevat een kader vanuit het waterveiligheidsbelang voor toetsing van ingrepen of activiteiten met een ruimtebeslag.

Hoewel de Beleidslijn Kust is vastgesteld voordat de Waterwet in werking is getreden, worden de hierin opgenomen beleidsregels toegepast door de Minister van IenM bij de verlening van vergunningen op grond van de Waterwet. De Beleidslijn Kust is dan ook van belang bij de vergunningverlening voor een windturbine op een primaire waterkering langs de Noordzeekust door de minister.

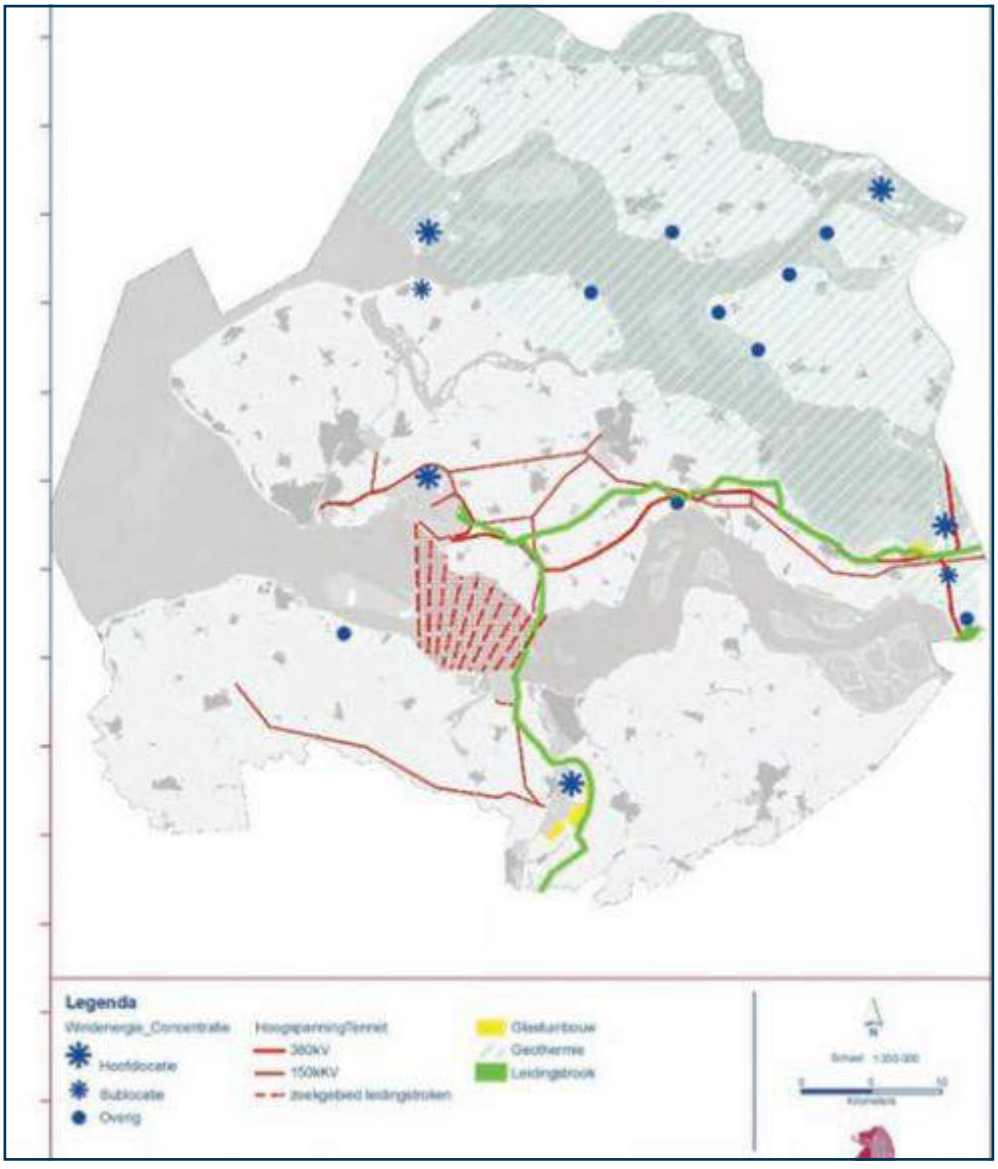
In de Beleidslijn wordt onderscheid gemaakt tussen ingrepen in bestaand bebouwd gebied en ingrepen in onbebouwd gebied. Windturbines kunnen worden aangemerkt als "voorzieningen van openbaar belang" en zijn in beginsel in beide gebieden toegestaan. Daarbij gelden wel voorwaarden vanuit een oogpunt van waterveiligheid, zoals de voorwaarde dat "geen sprake is van een feitelijke belemmering van het meegroeien met de zeespiegel, van de kustlijnzorg of van de versterking van het zandige kustfundament" en de voorwaarde dat "geen sprake is van een feitelijke belemmering van het onderhoud, de huidige veiligheid of de toekomstige versterking van de primaire waterkering inclusief de ruimte nodig voor 200 jaar zeespiegelstijging".

3.3 PROVINCIAAL BELEID

OMGEVINGSPLAN ZEELAND (2012-2018)

In het Omgevingsplan Zeeland [lit. 4] is als uitgangspunt voor ruimtelijk beleid ten aanzien van windenergie de concentratiegedachte opgenomen. De doelstelling in het Omgevingsplan luidt dat de provincie Zeeland in 2020 minimaal 500 MW aan windenergie is gerealiseerd. Nadere invulling aan de concentratiegedachte wordt gegeven door het benoemen van onder andere de locatie Oosterscheldekering als concentratielocatie voor het opwekken van windenergie. De andere locaties zijn het Sloegebied, Kreekraksluizen, Krammersluizen en de Terneuzense Kanaalzone. De locaties zijn weergeven in figuur 3.3.

Het optimaliseren van de turbineopstellingen op en rondom de Oosterscheldekering past binnen en geeft invulling aan het provinciale beleid ten aanzien van windenergie.



Figuur 3.3 Concentratielocaties windenergie in de provincie Zeeland (bron: Omgevingsplan Zeeland 2012-2018)

3.4 GEMEENTELIJK BELEID

Het optimaliseren van de concentratielocatie past eveneens in het gemeentelijk beleid van de drie betrokken gemeenten. Dat wordt in deze paragraaf nader onderbouwd.

3.4.1 SCHOUWEN-DUIVELAND

MODULE ENERGIE EN KLIMAAT VAN HET MILIEUBELEIDSPLAN (2009)

In het milieubeleidsplan is ervoor gekozen om elk onderwerp apart te behandelden. Bij elk onderwerp is aandacht besteed aan de visie, doelstellingen en het uitvoeringsprogramma. Zo'n apart geheel is als een module aangeduid. Elke module heeft een looptijd van 4 jaar en binnen deze periode wordt gewerkt aan het behalen van de gestelde doelen. Voor de module Energie & Klimaat is echter een langetermijnbeleid omschreven voor de periode tot 2030 [lit. 5].

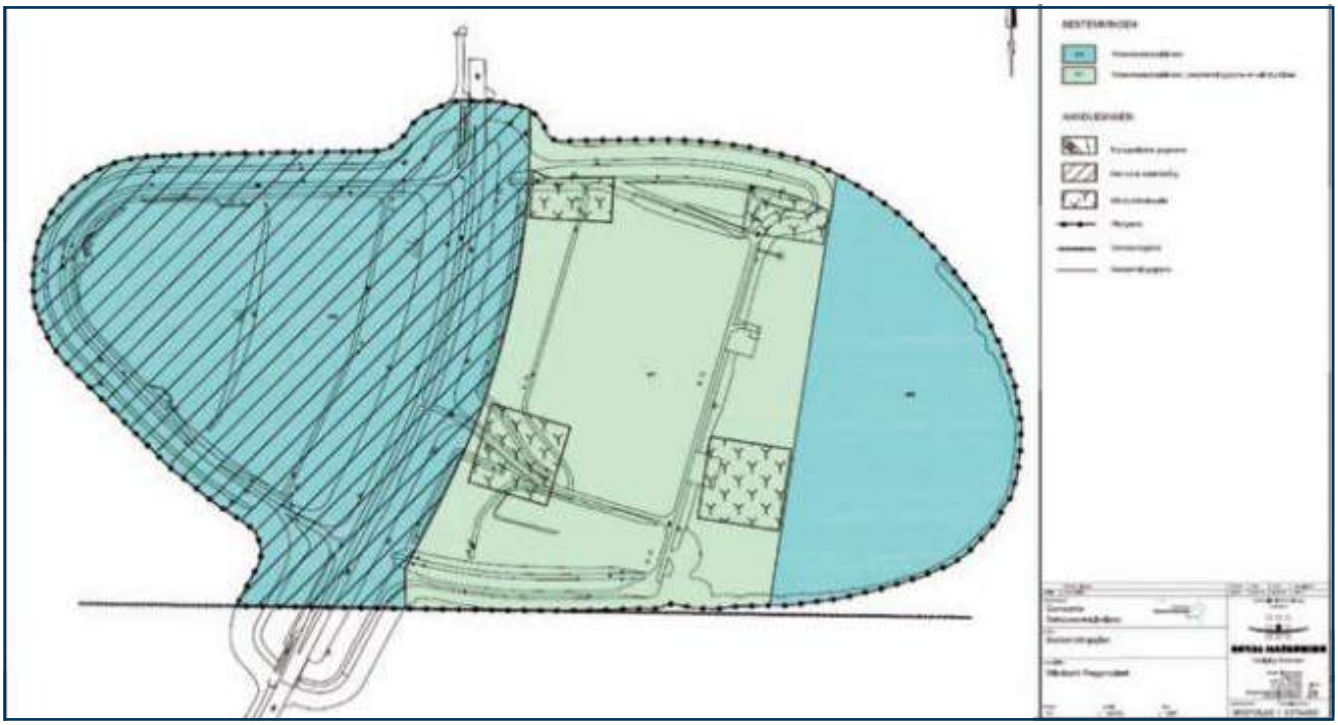
Windenergie

In de module Energie & Klimaat is opgenomen dat, om aantasting van het landschap te voorkomen, de gemeente geen medewerking verleent aan grootschalige windturbineprojecten op het eiland Schouwen-Duiveland. De geplande uitbreiding en repowering van het bestaande windpark op de Roggeplaat is echter passend bij het landschap behorende bij de Oosterscheldekering.

Bestemmingsplan Windpark Roggeplaat (2008)

Windpark Roggeplaat is juridisch-planologisch geregeld in het bestemmingsplan Windpark Roggeplaat van de gemeente Schouwen-Duiveland (goedgekeurd in 2008). De locaties en afmetingen van de huidige windturbines zijn daarbij afgestemd op die van de bestaande windturbines. De gronden waarop de uitbreiding is voorzien, hebben in het bestemmingsplan de bestemming Waterkering gekregen, zie figuur 3.4 De bijbehorende planregels staan ter plaatse enkel bouwwerken behorende tot een waterkering toe.

De beoogde uitbreiding van het windpark past niet binnen de bestemming Waterkering van het geldende bestemmingsplan Windpark Roggeplaat. Daarom moet een omgevingsvergunning worden aangevraagd om van het bestemmingsplan af te kunnen wijken voor de beoogde uitbreiding. Voor wat betreft de toekomstige repowering geldt dat ook hiervoor een omgevingsvergunning noodzakelijk is om af te kunnen wijken van het onderliggende bestemmingsplan wanneer de afmetingen van de windturbines afwijken van die in het bestemmingsplan zijn opgenomen.



Figuur 3.4 Uitsnede bestemmingsplan Windpark Roggeplaat (bron: www.schouwenduiveland.nl)

3.4.2 VEERE

DUURZAAMHEIDSPLAN 2017-2020

In december 2016 heeft de gemeenteraad van Veere het Duurzaamheidsplan 2017-2020 vastgesteld [lit. 6]. Voor wat betreft het opwekken van duurzame energie zet in de gemeente Veere in op wind-, zonne-energie en energie uit water.

Bij het toepassen van vormen van duurzame energie in de gemeente Veere is de landschappelijke inpassing en behoud van de kwaliteit van de omgeving een harde voorwaarde. Windturbines worden op Neeltje Jans geconcentreerd. Op het eiland Walcheren zijn (grote) windturbines niet gewenst. Met het optimaliseren van de bestaande windparken op Neeltje Jans wordt daarmee invulling gegeven aan dit beleid van de gemeente Veere.

BESTEMMINGSPLAN NEELTJE JANS (2011)

Het gehele voormalige werkeiland Neeltje Jans is juridisch-planologisch opgenomen in het bestemmingsplan Neeltje Jans (vastgesteld in 2011). De bestaande windturbines van de windparken Neeltje Jans en Buitenhaven, alsmede de windturbines van Windpark Bouwdokken zijn in dit bestemmingsplan voorzien van een locatie en een specifieke aanduiding. De toelaatbare afmetingen van de windturbines zijn daarbij afgestemd op die van de bestaande (en momenteel in aanbouw zijnde) windturbines. Op locaties die niet van deze aanduiding zijn voorzien, zijn nieuwe windturbines daarmee niet toegestaan en is het vaststellen van een nieuw bestemmingsplan noodzakelijk.

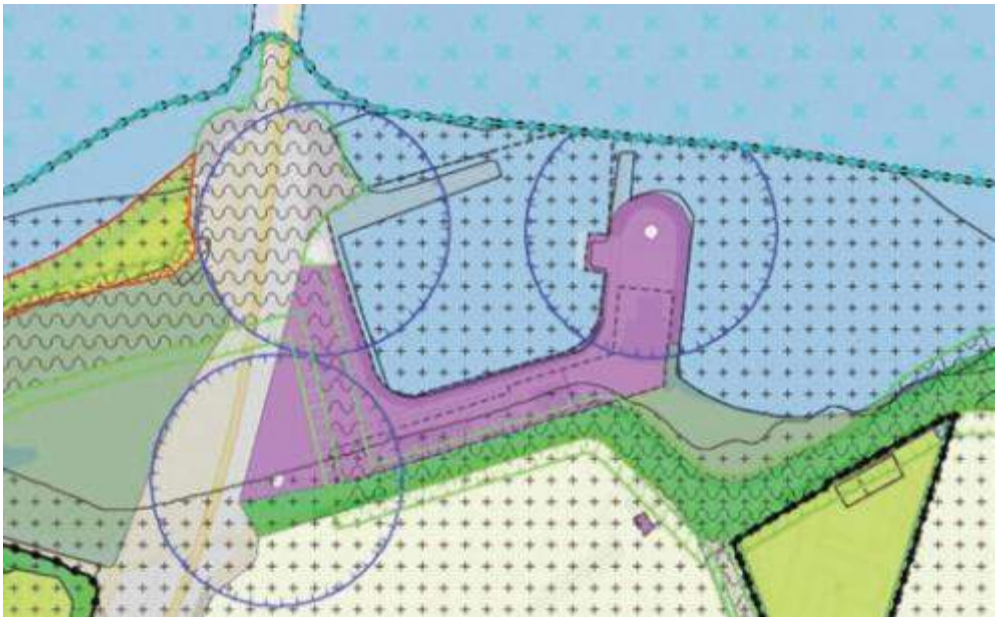
3.4.3 NOORD-BEVELAND

KLIMAATBELEID NOORD-BEVELAND 2016-2020

In april 2016 heeft de gemeenteraad van de gemeente Noord-Beveland de notitie Klimaatbeleid 2016-2020 vastgesteld [lit. 7]. Voor wat betreft het opwekken van duurzame energie zet in de gemeente Noord-Beveland ook in op windenergie om de eigen klimaatdoelstellingen te behalen. De gemeente volgt daarbij het provinciale concentratiebeleid voor windenergielocaties.

BESTEMMINGSPLAN LANDELIJK GEBIED 2013

Windpark Jacobahaven is juridisch-planologisch geregeld in het bestemmingsplan Landelijk Gebied (vastgesteld in 2013). De gronden waarop de uitbreiding is voorzien, hebben in het bestemmingsplan de bestemming Windturbines gekregen, zie figuur 3.5 De bijbehorende planregels staan ter plaatse enkel windturbines toe met dezelfde afmetingen als de huidige windturbines. De beoogde repowering van het windpark wijkt zowel qua turbinelocatie aan de westelijke zijde, als qua afmetingen af van de afmetingen die zijn opgenomen in het bestemmingsplan. Daarom moet een omgevingsvergunning worden aangevraagd om van het bestemmingsplan af te kunnen wijken.



Figuur 3.5 Uitsnede bestemmingsplan Landelijk gebied 2013 (bron: www.ruimtelijkeplannen.nl)

4

TE VERRICHTEN ONDERZOEKEN

4.1 HOOFDLIJNEN VAN DE ONDERZOEKSOPZET

BELANGRIJKSTE AANDACHTSPUNTEN VOOR HET ONDERZOEK

Bij de optimalisatie van de windparken op de Oosterscheldekering zijn vooral ten aanzien van de volgende aspecten mogelijk effecten op het milieu te verwachten.

- De effecten op de natuurwaarden van de aangrenzende Natura 2000-gebieden Oosterschelde en Voordelta.
- De mogelijke verstoring van flora en fauna op de locatie zelf en in de directe omgeving, ook voor wat betreft de periode dat de bouw in uitvoering is.
- Het bouwen op en nabij de waterkering.

TOETSING AAN DE REFERENTIESITUATIE

Alle milieueffecten worden getoetst aan de referentiesituatie zoals beschreven in paragraaf 2.6. De milieueffecten worden in beeld gebracht met een score op een schaal met zeven punten.

+++	sterke verbetering ten opzichte van de referentie
++	verbetering ten opzichte van de referentie
+	lichte verbetering ten opzichte van de referentie
0	geen verschil ten opzichte van de referentie
-	lichte verslechtering ten opzichte van de referentie
--	verslechtering ten opzichte van de referentie
---	sterke verslechtering ten opzichte van de referentie

WETTELIJKE VEREISTEN

Het MER omvat verder alle inhoudelijk onderdelen die wettelijk vereist zijn, waarbij onder andere aandacht wordt besteed aan leemten in kennis. Ook wordt in het MER een aanzet gegeven voor het wettelijke verplichte evaluatieprogramma.

4.2 ECOLOGIE

4.2.1 TOETSINGSKADER

WET NATUURBESCHERMING

Met de Wet natuurbescherming (hierna: Wnb) zijn alle bepalingen met betrekking tot de bescherming van natuurgebieden en dier- en plantensoorten samengebracht in één wet. De Wnb implementeert diverse Europeesrechtelijke regelgeving, zoals de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn in de Nederlandse wetgeving.

Bij de voorbereiding van een ruimtelijk plan dient onderzocht te worden of de Wnb en het beleid van de provincie ten aanzien van de bescherming van dier- en plantensoorten en de bescherming van het Natuurnetwerk Nederland (hierna: NNN) de uitvoering van het plan niet in de weg staan. Indien op voorhand niet valt uit te sluiten dat effecten op natuurgebieden die deel uitmaken van het Europese netwerk van natuurgebieden (Natura 2000), op zullen treden, dan moet op grond van de Wnb een passende beoordeling worden gemaakt. Deze passende beoordeling moet deze zijn verricht ten tijde van de vergunningverlening. Is het treffen van maatregelen noodzakelijk om effecten te compenseren of te mitigeren, dan moeten deze maatregelen in het plan worden opgenomen.

GEBIEDSBESCHERMING

De Wnb kent twee soorten natuurgebieden, te weten:

a. Natuurnetwerk Nederland (NNN);
b. Natura 2000-gebieden.

NATURA 2000-GEBIEDEN

De Minister van Economische Zaken (EZ) wijst gebieden aan die deel uitmaken van het Europese netwerk van natuurgebieden: Natura 2000. Een dergelijk besluit bevat de instandhoudingsdoelstellingen voor de leefgebieden van vogelsoorten (Vogelrichtlijn) en de instandhoudingsdoelstellingen voor de natuurlijke habitats en habitats van soorten (Habitatrichtlijn).

Een project dat afzonderlijk (of in combinatie met andere plannen of projecten) significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, kan uitsluitend vastgesteld worden indien uit een passende beoordeling de zekerheid is verkregen dat het plan de natuurlijke kenmerken van het gebied niet zal aantasten.

Indien deze zekerheid niet is verkregen, kan het plan worden vastgesteld, indien wordt voldaan aan de volgende drie voorwaarden:

1. alternatieve oplossingen zijn niet voor handen;
2. het project is nodig om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard; en
3. de nodige compenserende maatregelen worden getroffen om te waarborgen dat de algehele samenhang van het Natura 2000-netwerk bewaard blijft.

De bescherming van deze gebieden heeft externe werking. Dit houdt in dat ook ingrepen die buiten deze gebieden plaatsvinden en die mogelijk verstoring kunnen veroorzaken moeten worden getoetst op hun effecten op aangewezen soorten en habitats.

Voor dit project zijn de Natura 2000-gebieden zoals weergegeven op figuur 4.1 relevant.

NATUURNETWERK NEDERLAND (NNN)

Gebieden die deel uitmaken van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) worden aangewezen in de provinciale verordening. Voor dit soort gebieden geldt het 'nee, tenzij' principe, wat inhoudt dat binnen deze gebieden in beginsel geen nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen mogen plaatsvinden. De begrenzing van het NNN in relatie tot het project en de bestaande windturbines, is weergegeven op figuur 4.2.

SOORTENBESCHERMING

In de Wnb wordt een onderscheid gemaakt tussen:

a. soorten die worden beschermd in de Vogelrichtlijn;
b. soorten die worden beschermd in de Habitatrichtlijn; en
c. de bescherming van overige soorten.

Figuur 4.1 Relevante Natura 2000-gebieden

Figuur 4.2 Relevante NNN-gebieden

De Wnb bevat onder andere verbodsbepalingen ten aanzien van het opzettelijk vernielen of beschadigen van nesten, eieren en rustplaatsen van vogels als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn. Gedeputeerde Staten (hierna: GS) kunnen hiervan ontheffing verlenen en bij verordening kunnen Provinciale Staten (hierna: PS) vrijstelling verlenen van dit verbod. De voorwaarden waaraan voldaan moet worden om ontheffing of vrijstelling te kunnen verlenen zijn opgenomen in de Wnb en vloeien direct voort uit de Vogelrichtlijn.

Verder is het verboden in het wild levende dieren van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn, bijlage II bij het Verdrag van Bern of bijlage I bij het Verdrag van Bonn, in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen of te verstoren. GS kunnen hiervan ontheffing verlenen en bij verordening kunnen PS vrijstelling verlenen van dit verbod. De gronden voor verlening van ontheffing of vrijstelling zijn opgenomen in de Wnb en vloeien direct voort uit de Habitatrichtlijn. Ten slotte is een verbodsbepaling opgenomen voor overige soorten. Deze soorten zijn opgenomen in de bijlage onder de onderdelen A en B bij de Wnb. De provincie kan ontheffing verlenen van deze verboden.

Verder kan bij provinciale verordening vrijstelling worden verleend van de verboden. De noodzaak tot ontheffing of vrijstelling kan hierbij ook verband houden met handelingen in het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden.

Verordening Wet natuurbescherming Zeeland 2017

Provinciale Staten van de provincie Zeeland hebben op 4 november 2016 de Verordening Wet natuurbescherming Zeeland 2017 vastgesteld. In deze verordening is gebruik gemaakt van de mogelijkheid om vrijstelling te verlenen voor 'overige soorten'. In artikel 6.4 en in bijlage IV van de verordening zijn soorten aangewezen waarvoor de verbodsbepalingen uit de Wnb niet gelden vanwege de noodzaak van de ruimtelijke inrichting.
Het gaat om de volgende soorten:

- Aardmuis
- Bastaardkikker/ Middelste groene kikker
- Bosmuis
- Bruine kikker
- Bunzing
- Dwergmuis
- Dwergspitsmuis
- Egel
- Gewone bosspitsmuis
- Gewone pad
- Haas
- Hermelijn
- Huisspitsmuis
- Kleine watersalamander
- Konijn
- Meerkikker
- Ondergrondse woelmuis
- Ree
- Rosse woelmuis
- Tweekleurige bosspitsmuis
- Veldmuis
- Vos
- Wezel
- Woelrat

Mogelijke effecten zijn:

- fysieke aantasting leefgebied van broedvogels, vleermuizen en/of landzoogdieren;
- al dan niet tijdelijke verstoring van (broed)vogels en zeezoogdieren;
- al dan niet tijdelijke verstoring van beschermde planten- of diersoorten.

4.2.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

GEBIEDSBESCHERMING

De volgende permanente en tijdelijke effecten worden in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb) als relevant gezien en onderzocht.

Permanente effecten

- Verstoring door geluid en licht door het in werking hebben van de windturbines.
- Barrièrewerking voor (trek)vogels en vleermuizen door de komst van de nieuwe windturbines.
- Het onopzettelijk en incidenteel doden van vogels en vleermuizen als gevolg van het in gebruik hebben van de windturbines (aanvaringsslachtoffers).
- Areaal verlies als gevolg van het bouwen van de windturbines met bijbehorende voorzieningen zoals de kraanopstelplaatsen.

Tijdelijke effecten

- Verstoring door geluid van de bouwwerkzaamheden.
- Verstoring door trilling vanwege heiwerkzaamheden.

De toetsing vindt plaats aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen zoals die voor de relevante Natura 2000-gebieden zijn vastgesteld. De effecten worden integraal beoordeeld vanuit de kaders die de Wnb stelt.

Als blijkt dat een Passende Beoordeling nodig is wordt, indien nodig, een optimalisatie van de te treffen maatregelen uitgewerkt (waaronder mitigerende maatregelen) om risico's op nadelige effecten verder te beperken.

Soortbescherming

Het onderzoek bestaat uit een beschrijving van de monitoringsgegevens die sinds 2006 periodiek op en rondom de Oosterscheldekering plaatsvindt. Deze beschrijving wordt aangevuld met gegevens van de recente veldbezoeken. Bij elk veldbezoek wordt gericht gekeken welke beschermde soorten aanwezig zijn en welke mogelijkheden het plangebied biedt voor beschermde soorten. Deze veldinventarisatie vindt in alle vier de jaargetijden plaats om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de soorten die in het studiegebied voorkomen.

Op basis van de veldinventarisaties worden de gevolgen van de voorgenomen optimalisatie van de windparken kwalitatief en waar nodig ook kwantitatief beschreven. Hieruit volgen mogelijk mitigerende en compenserende maatregelen. Voor zover relevant en noodzakelijk voor de uitvoerbaarheid voor het bestemmingsplan en de ontheffingen op grond van de Wnb, worden randvoorwaarden geformuleerd voor de nieuwe windturbines.

4.3 LANDSCHAP EN CULTUURHISTORIE

4.3.1 TOETSINGSKADER

LANDSCHAP EN CULTUURHISTORIE

Voor het voornemen om de bestaande windparken op en rondom de Oosterscheldekering op te waarderen is door de landschapsarchitecten van Bosch&Slabbers een landschappelijke visie ontwikkeld (zie hoofdstuk 2). De alternatieven en varianten voor de beoogde windturbineopstelling worden aan deze landschappelijke visie getoetst.

VERLICHTING

Voor windturbines met een tiphoogte hoger dan 150 meter geldt een verplichting om deze te voorzien van obstakelverlichting. Dit houdt in dat voor windturbines die deel uitmaken van de windturbineklasse 'hoog' het toepassen van obstakelverlichting verplicht is. Dit is een aspect dat in de landschappelijke beoordeling van de windturbineopstellingen meegenomen moet worden.

4.3.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

In het MER wordt de invloed van het optimaliseren van het windpark op het landschap in beeld gebracht en beschreven. Aan de hand van fotovisualisaties, voorzien van een tekstuele toelichting, wordt een indruk en een beschrijving voor de effecten op het landschap gegeven.

Ook wordt bekeken in hoeverre het windpark aansluit bij aanwezige landschappelijke structuren en wordt ingegaan op interferentie met Windpark Jacobapolder-Rippolder. Afhankelijk van de grootte van de turbines zal vanwege de luchtvaartveiligheid verlichting op de gondel van de turbines worden aangebracht. Het effect op duisternis en zichtbaarheid van eventuele verlichting wordt meegenomen in het MER.

Bij de beoordeling van het aspect landschap en cultuurhistorie worden de effecten in beeld worden gebracht met behulp van de volgende beoordelingscriteria.

- Invloed op de landschappelijke structuur.
- Herkenbaarheid van de opstelling.
- Landschappelijke samenhang met Windpark Jacobapolder-Rippolder.
- Zichtbaarheid.

4.4 GELUID

4.4.1 TOETSINGSKADER

ACTIVITEITENBESLUIT

Op de beoogde uitbreiding van het windpark is het toetsingskader voor geluid van windturbines van toepassing dat is opgenomen in het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer (hierna: Activiteitenbesluit). Op grond van artikel 3.14a van het Activiteitenbesluit geldt voor een windturbinepark de Lden dosismaat met 47 dB Lden als norm voor de etmaalperiode en 41 dB Lnight als norm voor de nachtperiode (jaargemiddeld). Aan deze norm moet worden voldaan op de gevel van een gevoelig gebouw of op de grens van een gevoelig terrein. Een gevoelig gebouw betreft een geluidsgevoelig gebouw conform artikel 1 van de Wet geluidhinder, zoals een burgerwoning.

LAAGFREQUENT GELUID

'Gewoon' geluid, dat wil zeggen geluid zoals dat in de buitenlucht natuurlijk voorkomt, ligt meestal in het frequentiegebied tussen 400 en 2.500 Hz Laag Frequent Geluid (LFG) is geluid met een frequentie beneden 100/125 Hz. Het is meestal mechanisch gegenereerd geluid. Windturbines kunnen mogelijk LFG veroorzaken. Hiervoor gelden in Nederland echter geen specifieke wettelijke normen. In Denemarken geldt sinds januari 2012 een geluidsnorm van 20 dB(A) voor LFG van windturbines. Dit betreft het A-gewogen geluidsniveau voor het 2013 frequentiegebied van 10 tot en met 160 Hz binnen de woning.

De Nederlandse geluidsnormen (zie hiervoor) geven een mate van bescherming tegen LFG die vergelijkbaar is met de Deense norm aldus de brief van de Staatssecretaris voor Infrastructuur en Milieu uit 2014 [lit.8]. In de Nederlandse normstelling is LFG daarom geen apart toetsingscriterium en blijft in de beoordeling om die reden achterwege.

PROVINCIALE MILIEUVERORDENING ZEELAND (PMV)

De Provinciale Milieuverordening Zeeland (PMV) stelt milieukwaliteitseisen aan onder andere de Oosterschelde in de vorm van een richtwaarde voor geluid van 40 dB(A). Op grond van artikel 5.2.1.1 lid 4 van de PMV geldt deze richtwaarde echter niet voor windturbinelocaties die in het Omgevingsplan zijn aangewezen. Net zoals bij het bestaande windturbinepark Roggeplaat wordt om deze reden de geluidsbelasting als gevolg van de uitbreiding niet aan deze richtwaarde getoetst. Het akoestisch onderzoek zal overigens wel inzicht in de geluidsbelasting ter plaatse van de Oosterschelde geven vanwege de effecten op de natuurwaarden.

CIRCULAIRE BOUWLAWAAI 2010

Mogelijke (tijdelijke) geluidshinder als gevolg van de bouw- en aanlegwerkzaamheden tijdens de uitvoeringsfase wordt getoetst aan de "Circulaire bouwlawaai 2010". Hierin wordt een normstelling aanbevolen, tijdens de gehele duur van de werkzaamheden, van 60 dB(A) voor het equivalent geluid niveau (Laeq) in de dagperiode (07.00 - 19.00 uur). Indien dat noodzakelijk is, biedt de circulaire de mogelijkheid om tijdelijk (voor ten hoogste een gegeven aantal dagen) een hogere geluidsbelasting, tot ten hoogste 80 dB(A), toe te staan.

4.4.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

PERMANENTE EFFECTEN

De geluidsbelasting als gevolg van de nieuwe windturbines wordt bepaald aan een rekenmodel dat voldoet aan de eisen van het Activiteitenbesluit. Hierbij wordt ook aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten die op kunnen treden als gevolg van de nieuwe windturbines van Windpark Jacobahaven in combinatie met die van Windpark Jacobapolder-Rippolder.

Voor de ecologische beoordeling worden ook de cumulatieve effecten van de windparken op en rondom de Oosterscheldekering gezamenlijk op de aangewezen natuurwaarden in beeld gebracht.

TIJDELIJKE HINDER (BOUW- EN AANLEGACTIVITEITEN)

De daadwerkelijk optredende geluidniveaus in de aanlegfase zijn afhankelijk van de werkwijze, het gebruikte materieel en de duur van de werkzaamheden. In deze fase van de planvorming zijn hierover nog geen concrete gegevens beschikbaar. De tijdelijke hinder wordt daarom kwalitatief beoordeeld.

4.5 SLAGSCHADUW

4.5.1 TOETSINGSKADER

ACTIVITEITENBESLUIT EN DE ACTIVITEITENREGELING

De beoogde windturbines vallen onder de werkingssfeer van het Activiteitenbesluit. Het toetsingskader voor wat betreft het aspect slagschaduw wordt gevormd door de voorschriften die zijn opgenomen in de Activiteitenregeling. De flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van de blootstelling, zijn van invloed op de mate van hinder die kan worden ondervonden.

Bij de normstelling ten aanzien van schaduwwerking wordt aangesloten bij de Activiteitenregeling. In deze Regeling is opgenomen dat een windturbine moet zijn voorzien van een automatische stilstandvoorziening indien de afstand tussen de windturbine(s) en woningen of andere slagschaduwgevoelige objecten minder dan 12x de rotordiameter bedraagt en indien gemiddelde schaduw meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten valt op een raam van een gevoelig object. Dit is vertaald in een toetswaarde voor de maximale schaduwduur van 6 uur per jaar. Een dergelijke norm kan met een contour in een kaartbeeld worden weergegeven.

Echter, aangezien de 6 uur een afronding is, is het mogelijk dat woningen niet worden meegerekend die toch meer dan 340 minuten (17 dagen x 20 minuten) aan slagschaduw worden blootgesteld. Om deze reden wordt ervoor gekozen om een contour in te tekenen waarbinnen objecten aan slagschaduw blootgesteld kunnen worden voor een periode van 5 uur per jaar.

4.5.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

De mogelijke slagschaduwhinder wordt bepaald aan een rekenmodel dat voldoet aan de eisen van de Activiteitenregeling. Hierbij wordt ook aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten die op kunnen treden als gevolg van de nieuwe windturbines van Windpark Jacobahaven in combinatie met die van Windpark Jacobapolder-Rippolder.

4.6 DIJKVEILIGHEID

4.6.1 TOETSINGSKADER

Rijkswaterstaat heeft voor de totstandkoming van deze NRD aangegeven dat met de recente wijziging van de Waterwet (per 1 januari 2017) het toetsingskader voor wat betreft het beoordelen van risico's van de nieuwe windturbines voor de waterkering als geheel beoordeeld moeten worden. Dat houdt in dat een integrale dijkveiligheidsstudie deel uit zal maken van het MER. Het MER zal mede als bijlage dienen voor de aan te vragen vergunning op grond van de Waterwet die voor de bouw- en aanlegwerkzaamheden noodzakelijk is.

4.6.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

In overleg met de beheerders van de waterkering (Rijkswaterstaat) worden verder de technische randvoorwaarden bepaald waaronder de geplande bouw- en aanlegwerkzaamheden in het gebied plaats kunnen vinden. Deze randvoorwaarden worden nader uitgewerkt in de parallel met het MER aan te vragen vergunning op grond van de Waterwet.

4.7 EXTERNE VEILIGHEID

4.7.1 TOETSINGSKADER

Windturbines zijn geen risicovolle inrichtingen als bedoeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Omdat wel sprake kan zijn van externe veiligheidsrisico's, moet aandacht worden besteed aan ongevalsscenario's waarbij (een deel van) de rotor afbreekt, de gondel van de windturbine loskomt of de windturbine omvalt.

Twee begrippen staan in dit beleidsveld externe veiligheid centraal: het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR).

PLAATSGEBONDEN RISICO (PR)

Het PR is omschreven als de kans dat een persoon die gedurende een heel jaar onafgebroken en onbeschermd op een bepaalde plaats verblijft, ten gevolge van een ongewoon voorval met een windturbine komt te overlijden. Voor het PR geldt de risicocontour van de kans één op een miljoen per jaar (10^{-6} per jaar) als grenswaarde voor kwetsbare objecten. Voor kwetsbare objecten kan van deze norm niet worden afgeweken. Voor beperkt kwetsbare objecten werkt deze norm slechts als een richtwaarde waarvan, na een uitgebreide motivering, eventueel wel kan worden afgeweken. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de kans van één op de honderdduizend per jaar (10^{-5} per jaar) als grenswaarde.

GROEPSRISICO (GR)

Het GR is de cumulatieve kans, grafisch weergegeven in een curve (zogeheten fN-curve), dat een groep personen van 10, 100 en 1.000 personen tegelijk komt te overlijden als gevolg van een ongewoon voorval met een windturbine. Het GR is niet wettelijk genormeerd. In de praktijk blijkt overigens dat windturbines zelden of nooit tot een GR leiden.

Dit heeft ermee te maken dat voor veel windturbines geen ongevalsscenario's denkbaar zijn waarbij 10 of meer personen tegelijkertijd, ten gevolge van een calamiteit met de windturbine, om het leven kunnen komen.

WINDTURBINES NABIJ (RIJKS)WEGEN

Windturbines geplaatst op of nabij eigendommen van Rijkswaterstaat vallen onder de Beleidsregel van Rijkswaterstaat [lit. 9].

Rijkswaterstaat hanteert in artikel 3 lid 1 van de Beleidsregel een afstandseis:

- voor turbines met een rotordiameter van 60 meter of kleiner: ten minste 30 meter uit de rand van de verharding;
- voor turbines met een rotordiameter groter dan 60 meter: ten minste een halve rotordiameter.

Ongeacht deze afstanden vastgesteld in de beleidsregel, dient het Individuele Passanten Risico (IPR) en het Maatschappelijk Risico (MR) berekend worden voor wegen ten gevolge van de plaatsing van windturbines binnen de werpafstand bij nominaal toerental ten opzichte van de rand van de verharding.

Individuele Passanten Risico (IPR)

Het IPR sluit aan bij de beleving van de passant, namelijk de overlijdenskans per passant per jaar. Hierbij wordt de passant gevolgd gedurende zijn bezigheden in de nabijheid van het windturbinepark. Het maatschappelijk risico is een maat voor het verwachte aantal doden per jaar en is een risicomaat voor de maatschappelijke beleving. Voor het IPR wordt een passant beschouwd die jaarlijks het meest in de nabijheid van de windturbine(s) verkeert. Als maximaal toelaatbare waarde hanteert Rijkswaterstaat een IPR van 10^{-6} per jaar.

Maatschappelijk Risico (MR)

Voor het MR moet het totaal aantal personen worden bepaald dat jaarlijks door een windturbine(onderdeel) getroffen kan worden. Voor hey MR geldt dat niet meer dan $2*10^{-3}$ passanten per jaar mogen overlijden als gevolg van een ongeval met een windturbine.

Vervoer van gevaarlijke stoffen

Wanneer over de nabij gelegen weg transport van gevaarlijke stoffen kan plaatsvinden (omdat de transportroute is opgenomen in de Regeling Basisnet) dan dient tevens een kwalitatieve risicobeoordeling te worden gemaakt over de vraag of de nieuwe windturbine tot een onaanvaardbare toename van risico's leidt. Voor de Rijksweg N57 is dat het geval.

4.7.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

ACTIVITEITENBESLUIT EN HET HANDBOEK RISICOZONERING WINDTURBINES

De risico's van de nieuwe windturbines wordt bepaald aan de hand van de risicomodellering uit het Handboek Risicozonering Windturbines [lit. 10]. Hierbij worden, naast de maatgevende contouren van het PR, ook de effecten op de Rijksweg N57 in beeld gebracht.

4.8 BODEM, ARCHEOLOGIE EN WATER

4.8.1 TOETSINGSKADER

WATER

Op grond van artikel 3.1.6 lid 1 onder b van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro) dient inzicht te worden gegeven in de gevolgen voor de waterhuishouding die samenhangen met een ruimtelijke ontwikkeling die door middel van een bestemmingsplan mogelijk wordt gemaakt. Vooruitlopend op het bestemmingsplan, wordt in het MER aandacht besteed aan de belangrijkste onderwerpen met betrekking tot het onderwerp water.

BODEM

Op grond van de Wet bodembescherming dient de kwaliteit van de bodem te worden bewaakt en dient verontreinigingen in de bodem te worden voorkomen. Wanneer grond wordt ontgraven of wordt aangevoerd van of naar het projectgebied is sprake van roering van de bodem en moet worden voldaan aan de vereisten uit het Besluit bodemkwaliteit. Op grond van het Besluit bodemkwaliteit worden eisen gesteld aan de kwaliteit van de af te voeren grond.

ARCHEOLOGIE

Het Verdrag van Malta regelt de bescherming en het behoud van deze archeologische waarden. Het Verdrag is geïmplementeerd via de Wet op de Archeologische monumentenzorg. Als gevolg van het Verdrag wordt in het kader van de ruimtelijke ordening het behoud van het archeologisch erfgoed meegewogen zoals alle andere belangen die bij de voorbereiding van het plan een rol spelen. Voor gebieden waar archeologische waarden voorkomen of waar reële verwachtingen bestaan dat ter plaatse archeologische waarden aanwezig zijn, dient door de initiatiefnemers voorafgaand aan bodemingrepen archeologisch onderzoek te worden uitgevoerd. De uitkomsten van het archeologisch onderzoek dienen vervolgens volwaardig in de belangenafweging te worden betrokken.

4.8.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

BODEM

Voor het gehele plangebied wordt een bureaustudie uitgevoerd. Het doel van het onderzoek is op basis van de locatie specifieke informatie (historie en huidige situatie) vast te stellen in hoeverre een verontreiniging van de bodem kan worden verwacht.
Het vooronderzoek wordt conform de NEN 5725 uitgevoerd. Indien uit het vooronderzoek blijkt dat een bodemverontreiniging op specifieke locaties niet kan worden uitgesloten, zal, daar waar grondverzet mogelijkerwijs noodzakelijk is, een verkennend veld- en laboratoriumonderzoek plaatsvinden.

WATER

Het projectgebied ligt binnen het beheersgebied van Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat hanteert een standaard format voor het beoordelen van de effecten van een ruimtelijke ontwikkeling op de waterhuishouding. Dit is de zogeheten watertoetstabel. De watertoetstabel ondersteunt de onderbouwing van de wateraspecten in een ruimtelijk plan. De onderwerpen uit de watertoetstabel worden in het onderzoek bij het MER betrokken.

ARCHEOLOGIE

Voor wat betreft het onderwerp archeologie wordt een bureauonderzoek uitgevoerd naar de archeologische waarden in en nabij de Jacobahaven. Dit bureauonderzoek wordt mede gebaseerd op de archeologische beleidskaarten van de gemeente Noord-Beveland. Voor de overige windparken geldt dat deze worden voorzien op de voormalige werkeilanden van de Oosterscheldekering waarvoor de kans op het aantreffen van archeologisch waardevolle resten als erg klein wordt ingeschat.

4.9 ENERGIEPRODUCTIE EN VERMEDEN EMISSIES

4.9.1 TOETSINGSKADER

Windenergie is een duurzame vorm van elektriciteitsproductie en levert een bijdrage aan de invulling van het klimaatbeleid. Wat het windpark bijdraagt aan de invulling van het klimaatbeleid wordt in het MER berekend. Zo wordt aangegeven wat de elektriciteitsopbrengst is in MWh per jaar en hoeveel reductie ten opzichte van reguliere opwekking van elektriciteit (met voornamelijk kolen en gas) dit tot gevolg heeft voor de stoffen die het broeikaseffect en dus de klimaatverandering veroorzaken: CO_2 (koolstofdioxide), NO_x (stikstofoxide) en SO_2 (zwaveldioxide).

4.9.2 ONDERZOEKSMETHODIEK

ENERGIEPRODUCTIE

De te verwachten jaarlijkse energieproductie wordt bepaald aan de hand van een rekenmodel. In dit model wordt ook rekening gehouden met eventuele productieverliezen die op kunnen treden als gevolg van het moeten stilzetten van de windturbines vanwege natuurwaarden, beperken van geluidhinder etc.

VERMEDEN EMISSIES

De omvang van de jaarlijks vermeden emissies wordt bepaald aan de hand van het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie voor CO_2 (0,61 kg CO_2/kWh) [lit. 11] respectievelijk de gegevens van het Energy research Centre of the Netherlands (ECN) voor NO_x (0,07 kg NO_x/kWh) en SO_2 (0,02 kg SO_2/kWh).

Bijlage I

LITERATUURLIJST

LITERATUURLIJST

[lit. 1] Miniserie van Infrastructuur en Milieu, Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken, herziene versie 21 november 2015.

[lit. 2] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, 2012.

[lit. 3] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Structuurvisie Windenergie op Land, 2014.

[lit. 4] Provincie Zeeland, Omgevingsplan Zeeland 2012-2018, 2012.

[lit. 5] Gemeente Schouwen-Duiveland, Module Energie en Klimaat, Onderdeel van het milieubeleidsplan Gemeente Schouwen-Duiveland, vastgesteld tijdens de raadsvergadering van 25 juni 2009.

[lit. 6] Gemeente Veere, Duurzaamheidsplan gemeente Veere 2017-2020, 2 november 2016.

[lit. 7] Gemeente Noord-Beveland, Nota Klimaatbeleid 2016-2020.

[lit. 8] Brief van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu van 31 maart 2014, met kenmerk IENM/BSK-2014/44564 aangaande laagfrequent geluid van windturbines.

[lit. 9] Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken, Stcr. 2002, 123 zoals laatst gewijzigd in Stcr. 2015, 40363.

[lit. 10] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Handboek Risicozonering Windturbines, Herziene versie 3.1 september 2014.

[lit. 11] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en het Centraal Bureau voor de Statistiek, Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie Herziening 2015.

Bijlage 2

VERKLARENDE WOORDENLIJST

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Activiteit	Een set van samenhangende handelingen, gespecificeerd naar aard, omvang en plaats en geformuleerd vanuit het oogpunt van de initiatiefnemer.
Akoestisch	Betreffende geluid.
Alternatief	Manier waarop de voorgenomen activiteit kan worden gerealiseerd.
Archeologie	Wetenschap van oude historie op grond van bodemvondsten en opgravingen.
Archeologische waarde	De aan een gebied toegekende (verwachtings)waarde in verband met de in dat gebied voorkomende fysieke menselijke bewonings- en / of gebruiksporen.
Ashoogte	De hoogte gemeten vanaf het maaiveld tot aan de as van de rotor van de windturbine. De ashoogte is niet te maximale bouwhoogte, dat is de tiphoogte (zie daar).
Aspect	Het te onderzoeken thema dat relevant wordt geacht voor het beoordelen van alternatieven.
Autonome ontwikkelingen	Ontwikkelingen die zullen plaatsvinden als de voorgenomen activiteit niet wordt ondernomen.
Barrièrewerking	Geheel dat een versperring vormt (visueel of fysiek); een element dat uitwisseling bemoeilijkt of verhindert.
'Best case'	Het best denkbare geval, zie ook 'worst case'.
Bevoegd gezag	De overheidsinstantie die bevoegd is het besluit te nemen waarvoor het MER wordt opgesteld.
Biotoop	Woongebied van een soort; ruimtelijke eenheid met een karakteristieke homogeniteit, beschouwd vanuit de soort; leefgebied van een groep organismen.
Bodem	Het bovenste gedeelte van de aardkorst, ontstaan onder invloed van organismen in wisselwerking met klimaat, reliëf en moedergesteente.
Commissie m.e.r.	Onafhankelijke commissie die het bevoegde gezag adviseert over de inhoud en de kwaliteit van het MER.
Compenserende maatregel	Maatregel waarbij getracht wordt nieuwe waarden te creëren die vergelijkbaar zijn met de verloren gegane waarden.
Contour	Een lijn getrokken door een aantal punten van gelijke (geluids)belasting. Door contouren te berekenen, is het mogelijk het gebied vast te stellen dat een bepaalde (geluids)belasting onder vindt.
Cultuurhistorie	De geschiedenis van de beschaving.
Cumulatieve gevolgen	Verschillende vormen van verontreiniging en aantasting van het milieu, waarbij de gevolgen van elke vorm afzonderlijk niet ernstig behoeven te zijn, maar van de verschillende vormen samen wel.

dB / dB(A)	Decibel, maat voor geluidsniveau. Maat voor het geluidsdrukniveau waarbij een frequentieaf hankelijke correctie wordt toegepast voor de gevoeligheid van het menselijke oor.
EHS	Ecologische Hoofdstructuur (EHS); nu Natuurnetwerk Nederland (NNN) Een samenhangend stelsel van natuurkerngebieden, ontwikkelingsgebieden en verbindingszones.
Ecosysteem	Een stelsel van levende organismen en de onderdelen van niet levende natuur, inclusief alle onderlinge betrekkingen in een bepaald geografisch gebied.
Emissie	De hoeveelheid van een stof of geluid die door bronnen in het milieu worden gebracht.
Fauna	De verzameling van diersoorten die in een gebied wordt aangetroffen.
Flora	De verzameling van plantensoorten die in een gebied voorkomen.
Foerageergebied	Gebied dat dieren regelmatig gebruiken om zich te voeden.
Geluidshinder	Gevaar, schade of hinder als gevolg van geluid.
Geluidsbelasting in dB/dB(A)	De geluidsbelasting is de etmaalwaarde van het equivalente geluidsniveau op een bepaalde plaats afkomstig van bepaalde geluidsbronnen.
Geluidscontour	Een zone waarbinnen een geluidsniveau met een bepaalde hoogte heerst, afkomstig van een bepaalde geluidsbron.
Geomorfologie	Wetenschap die de natuurlijke vorm van het landschap bestudeert, zoals die ontstaan is door geologische processen en eventueel beïnvloed is door menselijk handelen.
Gevoeligheidsanalyse	Analyse naar de gevoeligheid van onderzoeksresultaten bij gewijzigde omstandigheden.
Habitat	Leefgebied van een soort.
Initiatiefnemer	Diegene die de activiteit wil ondernemen waarvoor het MER wordt opgesteld.
Kwalificerende habitattypen en soorten	Habitattypen en soorten die de aanleiding zijn om een gebied als Natura 2000-gebied aan te merken.
Kwalitatieve effecten	Effecten op de samenstelling (kwaliteit).
Kwantitatieve effecten	Effecten op de hoeveelheid (effecten op de maat).
Landschap	De waarneembare ruimtelijke verschijningsvorm van het aardoppervlak, die wordt bepaald door de onderlinge samenhang en wederzijdse beïnvloeding van de factoren reliëf, bodem, water, klimaat, flora en fauna alsmede de wisselwerking met de mens.
Langzaam verkeer	Fietsers en wandelaars.

Leefgebieden	Gebieden waarin een bepaalde soort leeft [zie ook biotoop; habitat].
Maaiveld	De hoogte van het grondoppervlak ten opzichte van de referentiehoogte (NAP, Normaal Amsterdams Peil).
MER	Milieueffectrapport.
Mitigerende maatregelen	Maatregelen voor het verminderen van nadelige effecten op het milieu door het treffen van bepaalde maatregelen.
Natuurdoeltype	Een nagestreefde combinatie van abiotische en biotische kenmerken op een bepaalde ruimtelijke schaal.
NRD	Notitie reikwijdte en detailniveau. Het document op basis waarvan het bevoegd gezag en de Commissie voor de milieu-effectrapportage gaan adviseren.
Omgevingsvergunning	De vergunning als bedoeld in artikel 2.1 van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht voor het bouwen, oprichten en inwerking hebben van het windturbinepark.
Permanente effecten	Effecten van de ingreep, die optreden zolang de voorgenomen activiteit aanwezig is.
Plangebied	Het gebied waarin de voorgenomen activiteit wordt ondernomen.
Populatie	Een zich min of meer handhavende groep individuen van een soort in een bepaald gebied; verzameling van individuen van één soort die in een bepaald gebied voorkomt.
Referentie	Vergelijkingsmaatstaf.
Referentiesituatie	De situatie waarbij de voorgenomen activiteit niet gerealiseerd wordt maar de autonome ontwikkeling wel plaatsvindt.
Repowering	Het opwaarderen van een bestaande windturbine door het vervangen van een bestaande windturbine met een nieuwer windturbinetype met een hogere opwekkingscapaciteit. De bestaande afmetingen van de windturbine hoeven daarbij niet te wijzigen.
Studiegebied	Gebied waar relevante effecten op kunnen treden veroorzaakt door het windturbineproject ten behoeve waarvan het MER wordt opgesteld.
SVIR	De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte van het Ministerie Infrastructuur en Milieu, vastgesteld 2012.
SvWOL	De Structuurvisie Wind op Land van het Ministerie Infrastructuur en Milieu, vastgesteld 2014.
Tijdelijke effecten	Het begrip wordt in dit verband gebruikt voor effecten die optreden bij de aanleg van het windturbineproject ten behoeve waarvan het MER wordt opgesteld.

Tiphoogte	De hoogte gemeten vanaf het maaiveld tot aan de tip van de rotor van de windturbine. In tegenstelling tot de ashoogte (zie hiervoor), is de tiphoogte te beschouwen als de maximale bouwhoogte van de windturbine.
Variant	Alle verdere onderverdelingen op de alternatieven worden aangeduid als varianten.
Vegetatie	De ruimtelijke verschijningsvorm van planten in samenhang met de plaatsen waar zij groeien en in de rangschikking die zij uit zichzelf hebben ingenomen.
Watervergunning	De vergunning als bedoeld in artikel 6.5 van de Waterwet voor het bouwen op of nabij een waterkering, het onttrekken van (grond)water en/of het lozen op het oppervlaktewater.
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht.
Wm	Wet milieubeheer.
Wro	Wet ruimtelijke ordening.
Wtw	Waterwet.
'Worst case'	Het slechts denkbare geval, zie ook 'best case'.

COLOFON

Optimalisatie windparken Oosterscheldekering
Notitie Reikwijdte & Detailniveau

auteur	mr. ing. R.A.J. Schonis
versie	28 maart 2017
documentstatus	eindconcept
projectnummer	201713

Bijlagerapport B

WINDENERGIE OOSTERSCHELDEKERING

Landschappelijke verkenning

bosch slabbers

COLOFON

OPGESTELD DOOR
Bosch Slabbers Landschapsarchitecten;
Jan Van Minnebruggen,
Jeroen Matthijssen.

OPDRACHTGEVER
E-Connection;

DATUM
juni 2017

WINDENERGIE OOSTERSCHELDEKERING

Landschappelijke verkenning

VOORWOORD

In het verleden heeft Bosch Slabbers onderzoek gedaan naar de opstellingsmogelijkheden voor windenergie op Neeltje Jans. Het rapport van 'lijn naar vierkant' schetste het gewenste ontwikkelingsperspectief. Basis voor dit model is het werken met vierkantopstellingen van windturbines. 3 vierkantopstellingen met in totaal 12 turbines leveren momenteel volop duurzame energie aan de Zeeuwse bevolking.

De laatste 4 turbines zijn niet gebouwd vanwege grote bezwaren van de milieu-organisaties op de beoogde locatie van deze turbines. Dit verzet heeft mede geleid tot het ontwerp en de nabije realisatie van een groot blok van 9 grote turbines op de bouwdokken. Echter de techniek evolueert snel en nood aan duurzame energie blijft groot. Daarom is het zinvol om opnieuw na te denken over een verdere optimalisatie van de windenergie concentratielocatie Neeltje Jans.

Op basis van gemaakte schetsen zijn verschillende varianten van mogelijke optimalisaties bestudeerd. Deze zijn voorgelegd en besproken met de windwerkgroep Neeltje Jans. Voor u ligt een rapportage waarin de schetsen verder zijn uitgewerkt en voorzien van 3D beelden. Aan de hand van de beelden wordt de landschappelijke onderbouwing inzichtelijk gemaakt.

E-Connection

bosch slabbers

Huidige turbines op de Sluizen

INTRODUCTIE

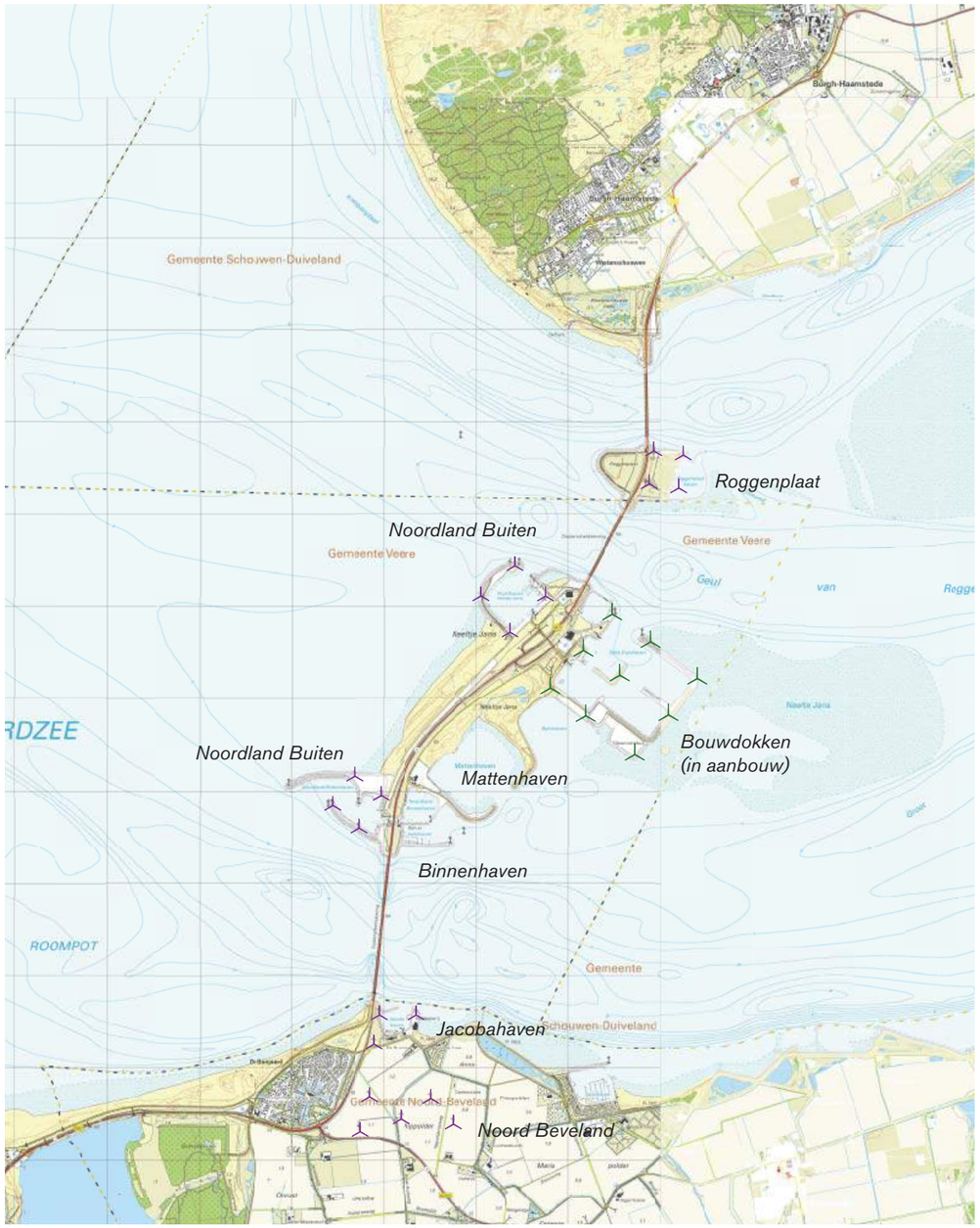
Vroeger was Neeltje Jans een zandplaat in de monding van de Oosterschelde. Door de zandplaat verder op te hogen is een werkeiland gecreëerd dat ten tijde van de bouw van de stormvloedkering werd gebruikt. Toen het werk in 1986 klaar was hebben Natuurmonumenten en het Zeeuwse Landschap het eiland opgekocht en omgevormd tot natuurgebied dat onderdeel is van Nationaal Park Oosterschelde.

De Oosterscheldekering vormt een bijzonder landschap. Het werkeiland Neeltje Jans is hier een belangrijk onderdeel van. Hier bevindt zich een attractiepark waar informatie over de Deltawerken wordt aangeboden.

Sinds 1991 wordt het landschap van de Oosterscheldekering ook gevormd door de aanwezigheid van windenergie. Door de jaren heen zijn er verschillende opstellingen bijgekomen en momenteel beslaat Windpark Neeltje Jans 8 molens op Schouwen Duiveland, 8 molens op Neeltje Jans en nog eens 4 op Roggenplaat. Deze turbines zijn echter verouderd en toe aan vervanging. Daarnaast is er ook vernieuwing. Recent is begonnen aan de realisatie van een grid van negen turbines op Bouwdokken. Dit vormt een volgende stap in de ontwikkeling van het energielandschap van Neeltje Jans.

De landschappelijke opgave bestaat uit het onderzoeken van de bandbreedte in de uitbreiding van het windenergiepotentiaal op Neeltje Jans. In het bijzonder zullen de gevolgen voor de ruimtelijke beleving/beeldkwaliteit van dit unieke landschap nader bekeken worden.

Hoofdstuk 1 geeft een beeld van de hoofdstructuur van energielandschap Neeltje Jans. Mogelijke plaatsingsconcepten en de onderlinge sequentie worden nader uiteen gezet in hoofdstuk 2. Ten slotte geeft hoofdstuk 3 een beeld van de mogelijke optimalisaties per deelgebied. De deelgebieden die nader bestudeerd zijn worden gevormd door: Sluizen, Bouwdokken + Vluchthaven en Roggenplaat.



Huidige situatie windmolenopstellingen (Bouwdokken wordt momenteel gerealiseerd)

Vogelvlucht over de Oosterscheldekering gezien vanaf de zuidzijde

avondbeeld Oosterscheldekering

Oosterscheldekering gezien vanaf de noordzijde op Roggenplaat

1 HET LANDSCHAP VAN DE OOSTERSCHELDEKERING

1.1 EEN UNIEK LANDSCHAP

Het unieke landschap van de Oosterscheldekering wordt dagelijks door velen beleefd. Of dit nou is vanuit de auto op weg naar werk, als toerist die een bezoekje brengt aan het Deltapark of als recreant op het strand of vanaf het water. Een ieder heeft er de mogelijkheid te genieten van een landschap met hoge natuurwaarden en wat zich bovenal kenmerkt als bouwkundig meesterwerk om ons landje te beschermen tegen het wassende water. Kenmerkend voor de beeldkwaliteit van het landschap zijn de vergezichten over het water in beide richtingen bij het passeren over de dam.

Met uitbreiding van het aantal windmolens krijgt langzaam maar gestaag het energielandschap Neeltje Jans steeds meer gestalte. De windmolens zijn zeer aanwezig in het beeld van de Oosterscheldekering en vormen hiermee ook het karakter van Neeltje Jans als energielandschap. Nu de wens is uitgesproken het windpark uit te breiden ligt hier een kans deze nieuwe identiteit van de Oosterscheldekering verder te ontwikkelen. Van belang is in het bijzonder de belevingswaarde van de passant over de dam en die van de recreant langs de kust en op het water. Het doel is om Neeltje Jans als energielandschap verder te ontwikkelen met behoud/versterking van zijn landschappelijke kwaliteiten. Daarnaast tellen als vanzelfsprekend aspecten als natuurwaarden, recreatie en waterveiligheid mee in de verdere ontwikkeling van het landschap Oosterscheldekering.

1.2 BELEVINGSWAARDE OP VERSCHILLENDE NIVEAUS

De beleving van dit landschap kan worden gedefinieerd op verschillende niveaus. Allereerst de beleving op de macroschaal, waar we het landschap van de Oosterscheldekering lezen als één samenhangend energielandschap. Daarnaast is er beleving op mesoschaal wanneer we onszelf in het energielandschap begeven en waar er ervaring van afzonderlijke opstellingen plaats vindt. In deze schaal speelt de onderlinge afstand tussen opstellingen een grote rol. De leesbaarheid van het ontwerp van de opstellingen kan gemakkelijk vertroebelen wanneer zich meerdere opstelling dicht bij elkaar bevinden. De afzonderlijke opstellingen moeten leesbaar zijn als losse elementen, maar zullen samen het verhaal van één enerigielandscahp moeten vertellen.

Opstelling op Roggenplaat, maart 2014

2 VOORAFGAANDE ANALYSE

2.1 VAN LIJN NAAR VIERKANT

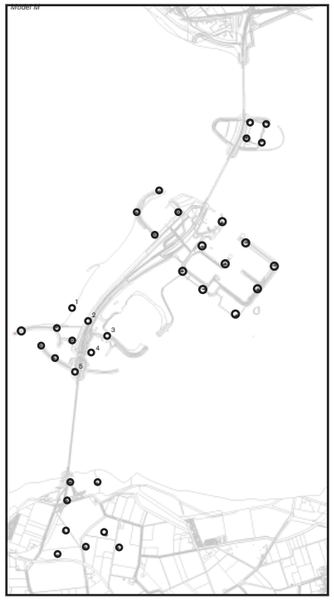
Al in 2004 werd er gekeken naar de mogelijkheid om werkeiland Neeltje Jans op te waarderen tot energielandschap. Verschillende modellen werden beoordeeld op afstemming met de Europese vogel- en habitatrichtlijnen, de beleidsregels van Rijkswaterstaat, de inpassing in het bestaande landschap en de beleving van het windmolenpark.
In eerste instantie werd landschappelijk de voorkeur gegeven aan een lijnopstelling van windturbines. Deze lijn sluit aan bij de kering en de N57. Vanuit de natuurorganisaties waren er grote bezwaren tegen deze lijn opstelling omdat deze fourageerbewegingen van vele kustvogels hindert en leidt tot significante aantallen vogelslachoffers.

Door Bosch Slabbers zijn in 2004 opnieuw verschillende modellen ontwikkeld voor de plaatsing van de nieuwe generatie windturbines. Middels ontwerpend onderzoek zijn totaal vijf modellen geanalyseerd: mikado, strooisel, vierhoek, boog en vlak. Uit deze analyse kwamen strooisel, vierhoek en vlak als sterkste opties naar voren en uit eindelijk werd aan het model vierhoek de voorkeur gegeven. Dit model is verder verfijnt tot het model vierkant, bestaande uit 4 carrés (4x4 turbines). Vooral op landschappelijke waarden scoort het vierkant goed. Zo is de openheid van het landschap goed te ervaren, passen de grootschalige elementen goed in het ruime landschap en zijn de verschillende opstellingen duidelijk leesbaar als verschillende elementen, maar vormen samen één geheel. Bovendien sluit het vierkant goed aan bij de verschillende functies en is het opstellingsprincipe flexibel genoeg om het ontwerp af te kunnen stemmen op de verschillende belanghebbenden.

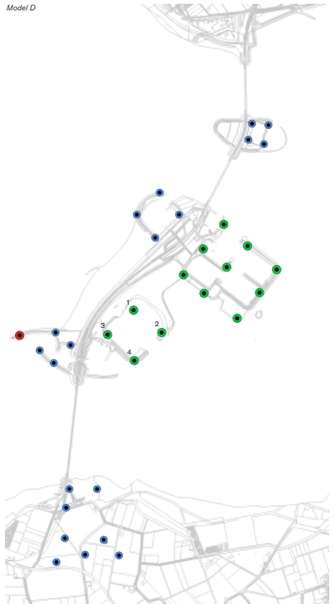
Een vervolgonderzoek in 2006 heeft geleid tot een eerste optimalisatie van het vierkantenmodel. Meer technisch inzicht maakte het mogelijk ook op bouwdokken windenergie te ontwikkelen. De turbines in de Mattenhaven zijn ‘on hold’ gezet, terwijl op de bouwdokken een groot vierkant van 9 turbines is toegevoegd.

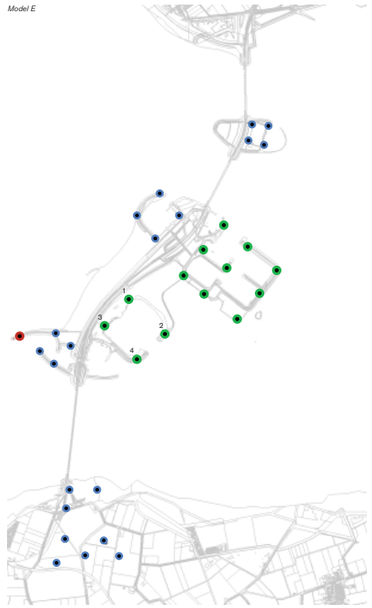
verbeelding van het model vierkant 2004

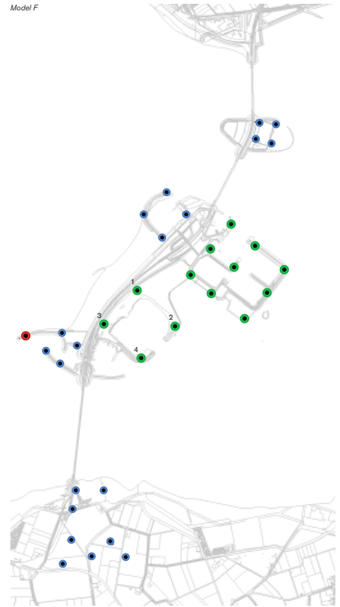
verbeelding van het model vierkant 2006

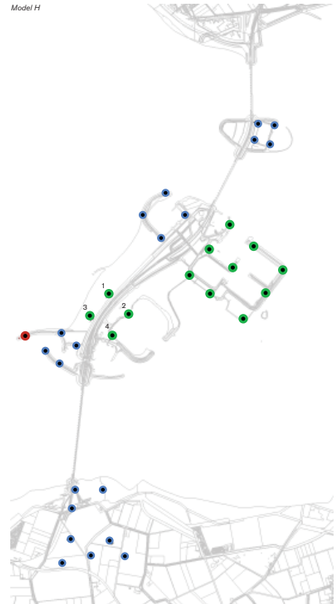


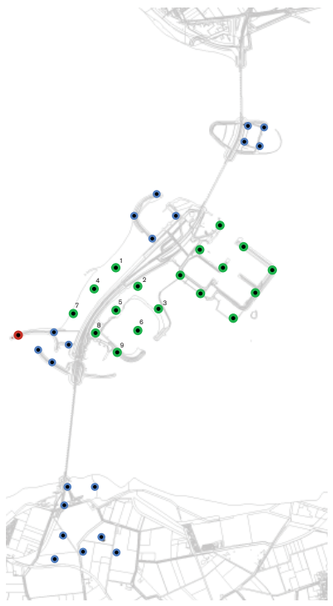
Voorkeursmodel

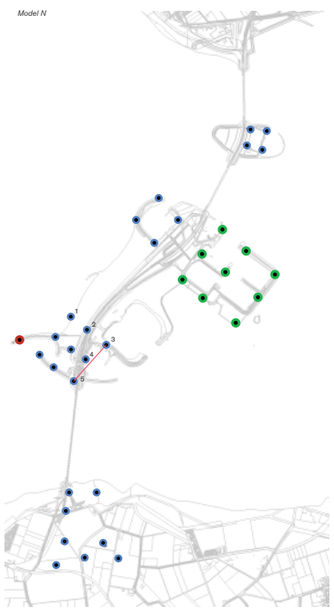


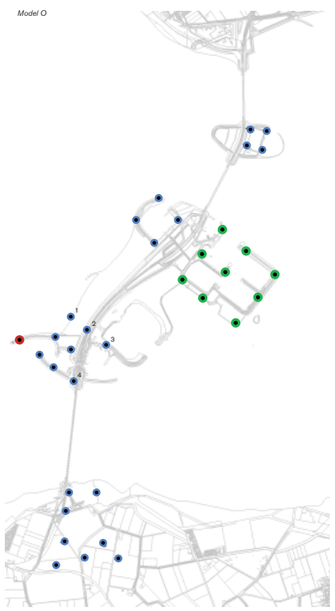


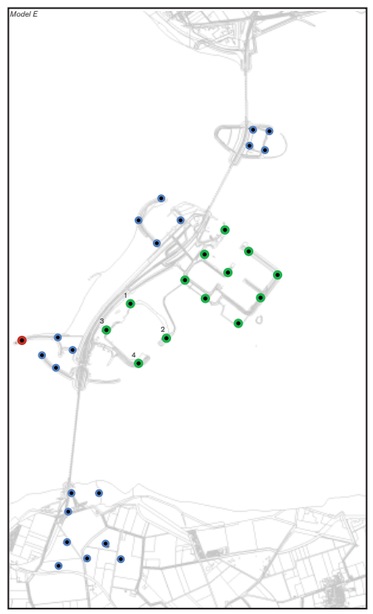












Deze modellen geven de zoektoch weer naar een verdere optimalisatie.

2.2 VAN VIERKANT NAAR RASTER

Door de toenemende maaschappelijke vraag naar duurzame energie en het beleidsmatig aanduiden van windenergie concentratiegebieden zijn in 2012 samen met de werkgroep Windenergie Neeltje Jans de verdere optimalisaties onderzocht. Op dit principe van vierkanten werd vervolgens in 2013 in het rapport *Optimalisatie Windenergie Neeltje Jans - tweede fase* verder gebouwd bij de planning voor de mogelijke uitbreiding van het windpark. Er is onderzocht op welke wijze er windturbines konden worden toegevoegd aan het model 'vierhoek'.

De voorkeur is uitgegaan naar model R1, linksboven weergegeven op de pagina hiernaast. Er worden in dit model aan het bestaande carré bij de Roompotsluis 5 windmolens in de zelfde stijl en hoogte toegevoegd. Hierdoor kan het bestaande carré worden opgenomen in het nieuwe ontwerp en wordt de bestaande beeldkwaliteit behouden. Deze opstelling sluit namelijk aan bij zowel het principe van 'vierhoeken' als op het geplande raster bij de Bouwdokken. Daarnaast was er de mogelijkheid een vijfde vierkant toe te voegen rondom de Mattenhaven (model E).

BEZWAREN

Ondanks dat het nieuwe ontwerp goed aansloot bij de bestaande principes zoals die waren opgesteld bij de ontwikkeling van de eerste fase van het windmolenpark op Neeltje Jans, is het plan niet tot uitvoering gekomen. Aangezien de nieuwe opstelling gebruik maakt van de bestaande vierhoek bij de Roompotsluis is het ontwerp minder flexibel. Meerdere redenen hebben ertoe geleid dat zowel model R1 als model E niet zijn gerealiseerd.

Model M3 gezien vanaf Burghsluis uit: rapport Optimalisatie Windenergie Neeltje Jans - Tweede fase

Vogelvlucht variant 1: één cluster met grote vides

Vogelvlucht variant 2: meerdere clusters met een viertal kleine vides

3 LANDSCHAPPELIJK CONCEPT

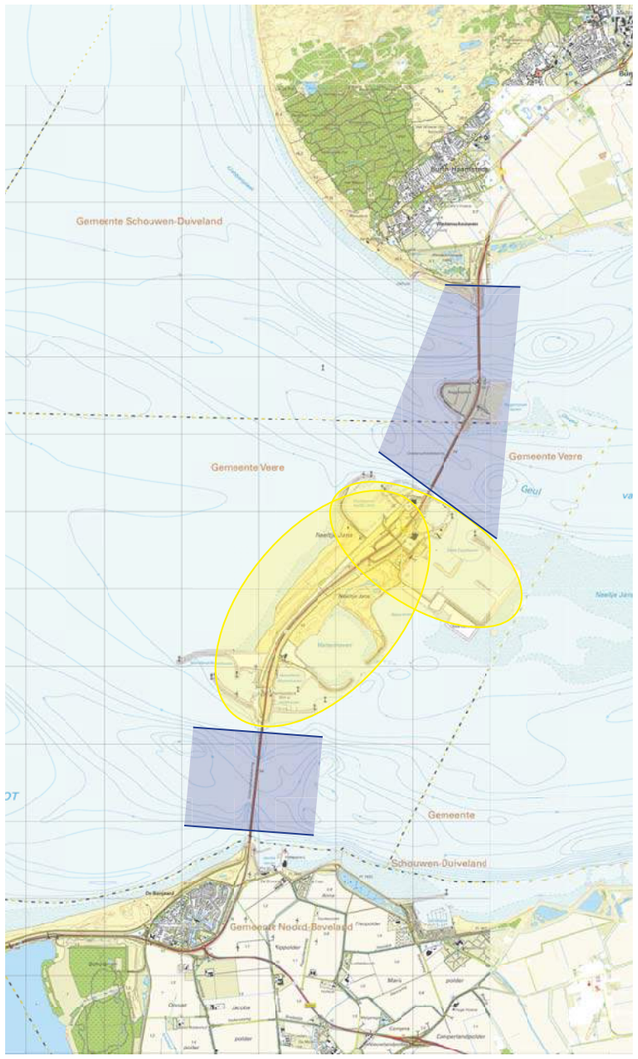
3.1 GROTE OF KLEINE VIDES

In de studie van 2012 is vastgehouden aan rasteropstelling (concept 'Vierkant') voor windturbines op de Oosterscheldekering. Deze rasteropstelling sluit aan bij het man-madekarakter van het landschap. Landelijke doelstellingen voor windenergie voeden de noodzaak om bestaande windenergielocaties maximaal te benutten. Omdat met de realisatie van de turbines op de bouwdokken het netaansluitingsprobleem verholpen wordt, zijn in 2016 opnieuw studies uitgevoerd naar verdere optimalisatiemogelijkheden.
Eerdere studies hebben elke mogelijke wijze van rasteropstellingen in beeld gebracht. Telkens stuitte deze op eisen die gesteld werden vanuit anderen belangen als: veiligheid, techniek, scheepvaart en natuur. Daarom is in 2016 met een frisse blik en een nieuwe stand der techniek gekeken naar de mogelijkheden om rekening houdend met deze belangen het areaal windenergie op Neeltje Jans te vergroten. In een open dialoog is in de werkgroep gekeken naar de mogelijkheden.

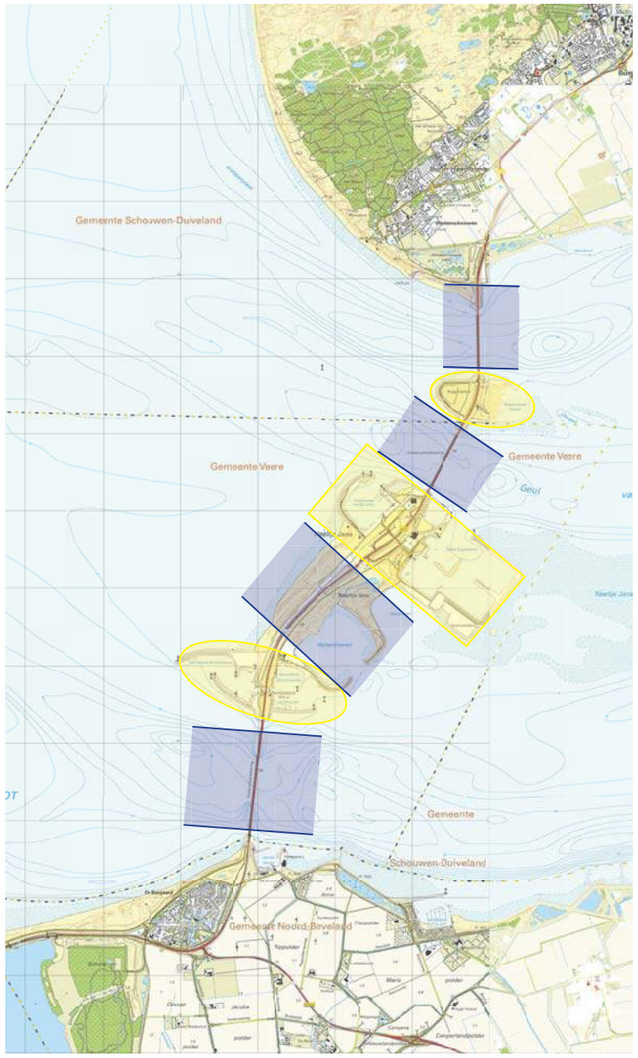
Concluderend uit ontwerpend onderzoek en de dialoog in de werkgroep gaat het dus om het vertellen van het verhaal van één energielandschap, met toch afzonderlijke van elkaar leesbare opstellingen dat hand in hand gaat met natuur, recreatie en waterveiligheid is een uitdaging maar kan bereikt worden op verschillende manieren.

1. Optie 1 bestaat uit grote vides: Door de clustering van alle nieuwe windmolens op het eiland Neeltje Jans blijven twee grote ononderbroken open ruimtes over aan beide zijden van het eiland. De vides zelf worden sterker ervaren als grote open ruimtes en de ervaring van de windmolens op het eiland zijn krachtig en leesbaar door de hoeveelheid van de molens.
2. Optie 2 bestaat uit een viertal kleine vides: Door tussen iedere opstelling een kleinere tussenruimte vrij te laten ontstaat een interessante ritmiek in de beleving van het windpark. Bovendien ligt de nadruk op de onderlinge variatie en/of overeenkomsten tussen de plaatsingsprincipes van verschillende clusters doordat je ze als losse clusters beter kan lezen.

Naast de voordelen voor natuur maar ook vanwege de flexibiliteit en het meer dynamische karakter van het tweede concept geniet deze de voorkeur. De keuze op het model van de kleine vides is unaniem door de werkgroep genomen. Het belooft een fraai beeld voor de ontwikkeling van het toekomstige energielandschap, maar verdere verfijning en afstemming van de concentratiezones met overige disciplines is vereist.



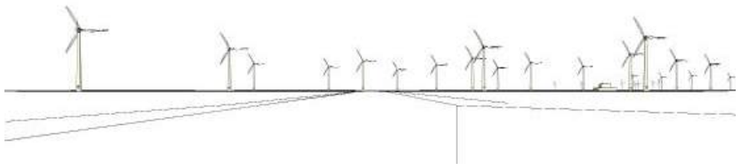
Optie 1: twee grote vides



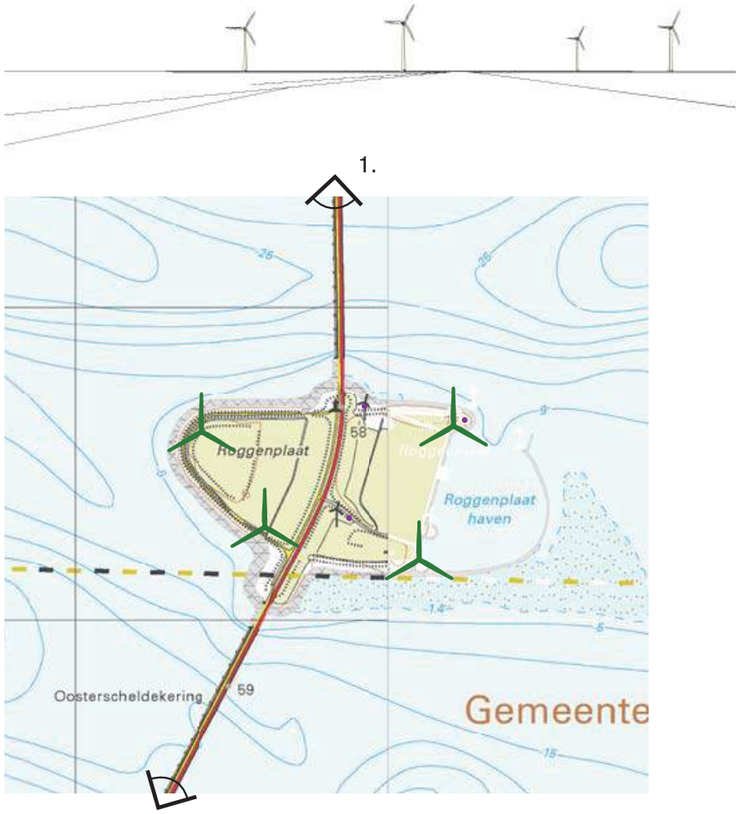
Optie 2: meerdere kleine vides

VARIANT 1: 4 nieuwe molens
(4x 4-5MW)

1. beeld vanaf aanlanding Schouwen



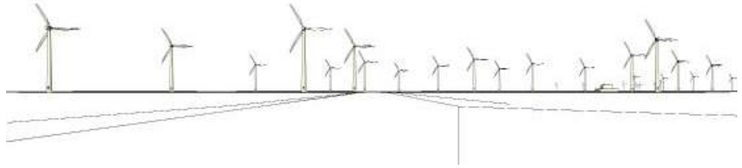
2. beeld vanaf aanlanding Topshuis



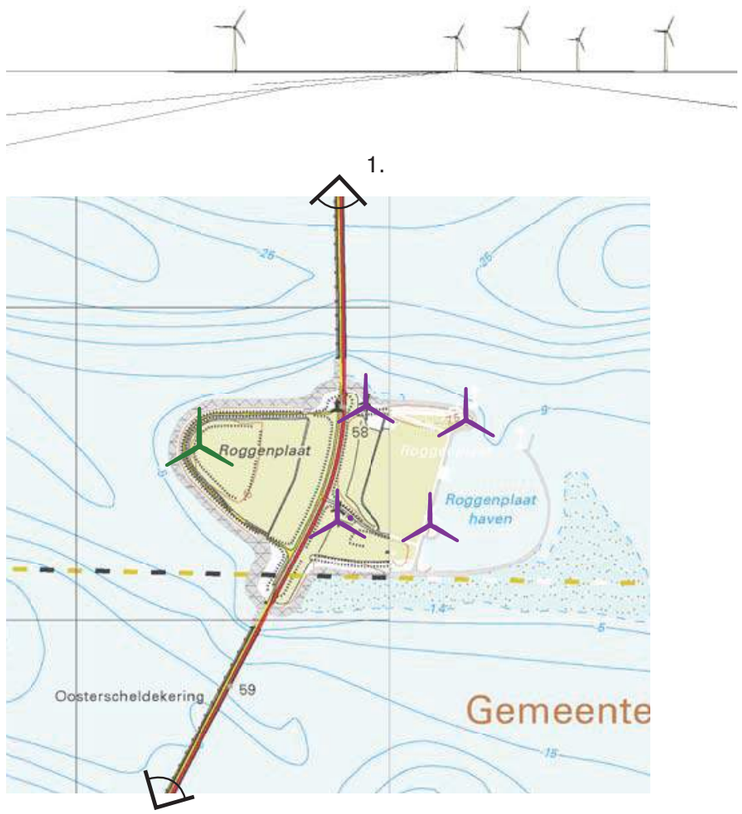
2.

VARIANT 2: 4 bestaande + 1 solitair
(4x 2.3MW + 4-8MW)

1. beeld vanaf aanlanding Schouwen



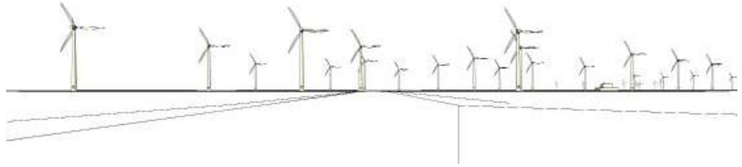
2. beeld vanaf aanlanding Topshuis



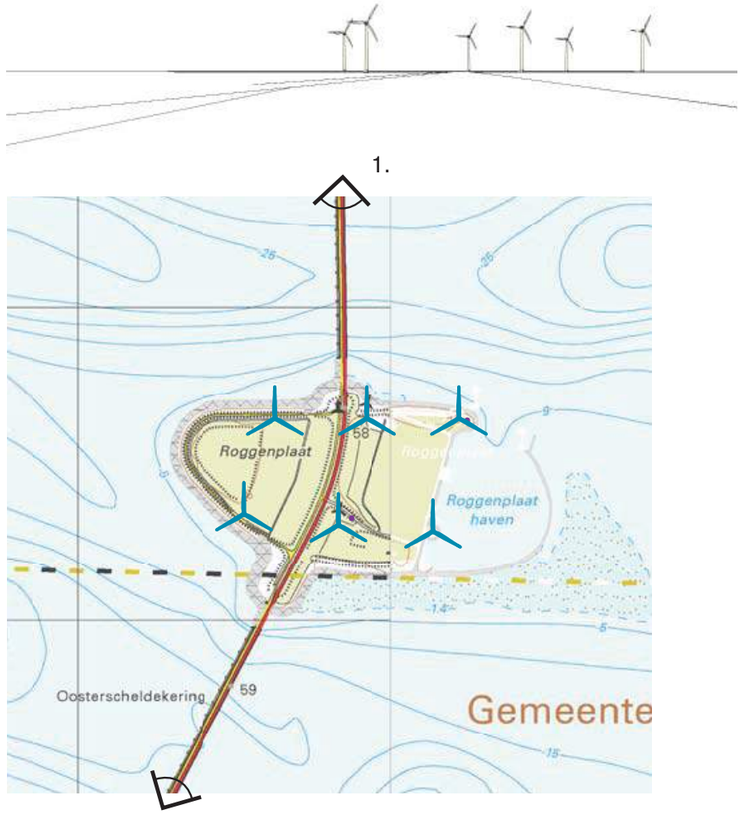
2.

VARIANT 3: grid van 6
(6x 2.3MW)

1. beeld vanaf aanlanding Schouwen



2. beeld vanaf aanlanding Topshuis



2.

4 DEELGEBIEDEN

Dit hoofdstuk laat een uitwerking zien van de verschillende deelgebieden met ieder een aantal denkbare varianten. Deze varianten zijn voorzien van een eerste landschappelijke beoordeling.

4.1 ROGGENPLAAT

Voor de optimalisatie van de opstelling op Roggenplaat wordt er onderscheid gemaakt in drie varianten. Enkele van deze varianten gaan uit van een opwaardering van de bestaande turbines waarbij één variant voor geheel nieuwe turbines gaat. De varianten hebben hierdoor ook een verschillend resultaat wat betreft de beoogde energieopbrengst. Achterliggende gedacht is een zo optimaal mogelijke benutting van de voorziene investering. Hierna volgt een korte omschrijving van de op de pagina hiernaast in beeld gebrachte varianten:

1. Variant 1: 4 nieuwe, grotere windmolens met vermogen 4-5 MW. Deze molens staan in een wolkopstelling en wijken daarmee af van de bestaande cluster op Roggenplaat en op Neeltje Jans zelf.
2. Variant 2: 4 bestaande molens van 2.3 MW en een nieuwe, grotere molen van 4-8 MW. Deze opstelling gebruikt 2 verschillende formaten windmolens, waardoor deze niet langer als één opstelling gelezen wordt. Hiermee sluit deze opstelling niet aan op de gekozen plaatsingsconcept voor Neeltje Jans.
3. Variant 3: Bij deze opstelling wordt gekozen voor 6 windmolens van 2.3 MW. Vier daarvan zijn bestaande molens. Daarnaast worden twee nieuwe molens van hetzelfde model aan de opstelling toegevoegd. Deze opstelling sluit aan bij de bestaande stijl van vierkanten en raster op Neeltje Jans.

Voorkeur:

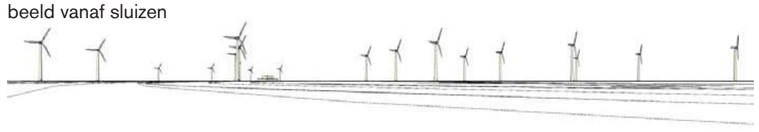
Vanuit het gekozen concept heeft variant 3 de voorkeur. Het raster sluit aan bij het man-made karakter van Neeltje Jans. Het zorgt voor een stevige articulatie van het begin van het windenergielandschap Oosterscheldekering voor de automobilist komend vanuit het noorden. Er ontstaat een extra dimmensie aan het belevingsaspect doordat men door de opstelling gaat rijden. Afwijkende windmolentypes binnen één cluster zoals in variant 2 zijn niet gewenst aangezien zij de zuiverheid en hiermee leesbaarheid van dit cluster aantasten.

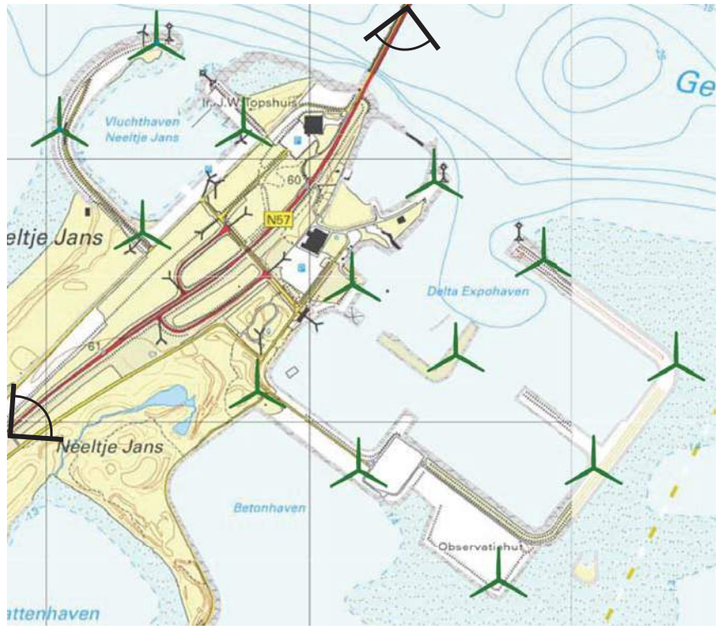
bestaande (blok)opstelling op Roggenplaat

VARIANT 1: rasters van 4 + 9
(4x 4.5MW + 9x 4.5MW)

beeld vanaf aanlanding Roggenplaat

beeld vanaf sluizen

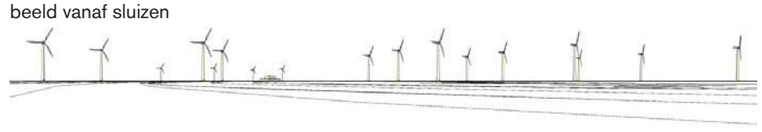


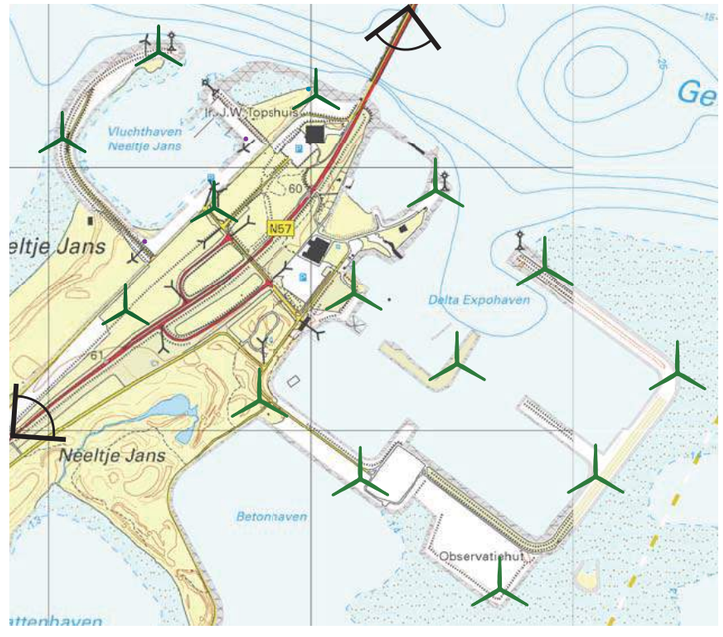


VARIANT 2: raster van 12 + 2
(5x 4.5MW + 9x 4.5MW)

beeld vanaf aanlanding Roggenplaat

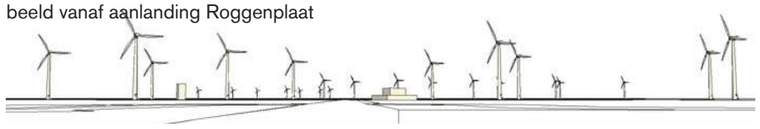
beeld vanaf sluizen



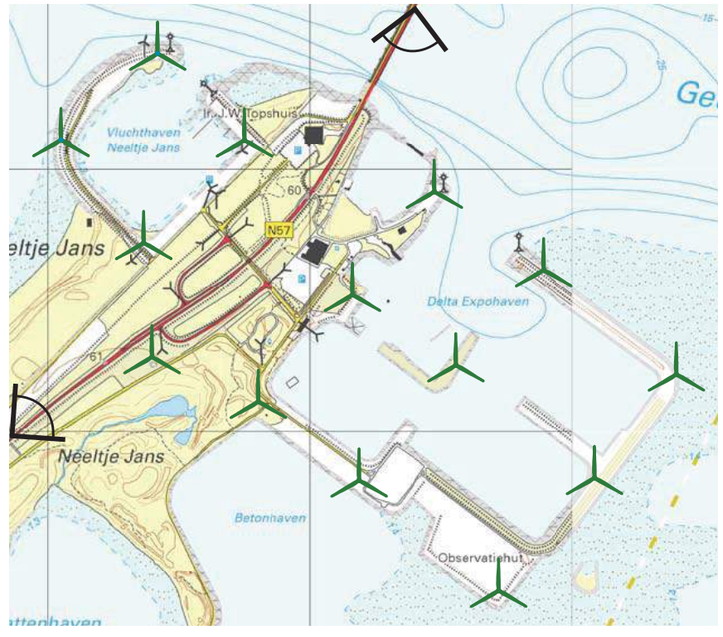


VARIANT 3: rasters met BD10
(4x 4.5MW + 9x 4.5MW + 1x 4.5MW)

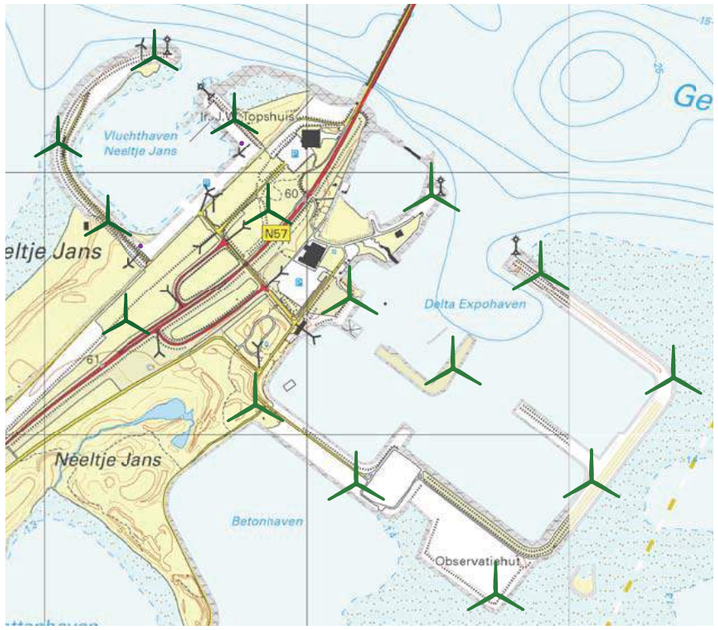
beeld vanaf aanlanding Roggenplaat



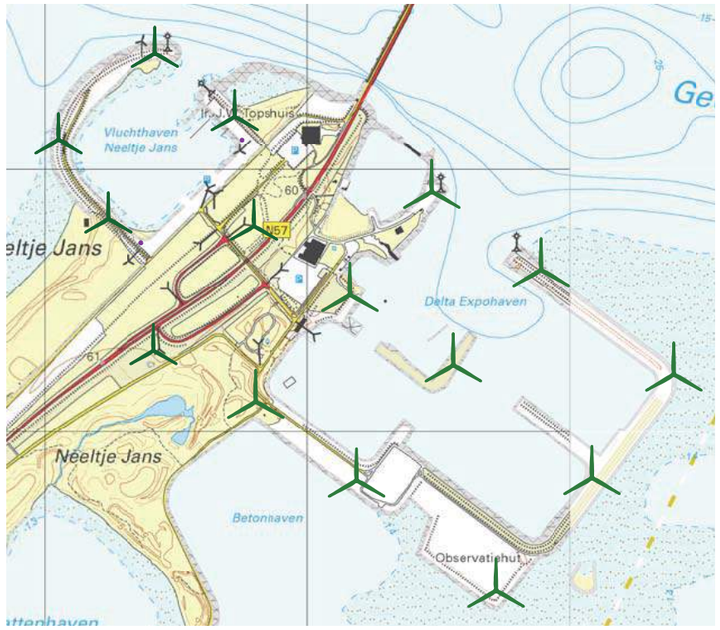
beeld vanaf sluizen



VARIANT 4: Poolvoet v4
(6x 4.5MW + 9x 4.5MW)



VARIANT 5: Poolvoet v5
(6x 4.5MW + 9x 4.5MW)



4.2 BOUWDOKKEN, POOLVOET EN NOORDLAND BUITEN

Een rasteropstelling bestaande uit negen windmolens wordt momenteel gerealiseerd op Bouwdokken. Nog onduidelijk is wat aan de andere zijde van de N57 zal gebeuren. Hier op Noordland Buiten bevindt zich een blokopstelling die over een bepaalde tijd afgeschreven is en waar een kans ontstaat voor verdere optimalisatie van dit cluster.

1. Variant 1: Deze variant bevat het opschalen van de vier bestaande molens op Noordland Buiten naar het formaat van de nieuwe molens die momenteel gerealiseerd worden op Bouwdokken. De bestaande gridopstelling blijft gehandhaafd en vormen daarmee samen met het grid van 9 één familie.
2. Variant 2: Het raster van 9 windmolens wordt doorgezet tot de overzijde van de N57. In totaal gaat het in deze variant om 5 nieuwe windmolens. Hierdoor ervaar je als weggebruiker dat je je midden door de opstelling begeeft wat een sterke meerwaarde vormt voor de landschappelijke beleving van deze variant. Het is echter al wel geweten dat de turbine bij het topshuis om veiligheidsredenen moeilijk realiseerbaar is.
3. Variant 3: Zoals in variant 1 omvat deze het opschalen van de vier bestaande molens naar het formaat van de nieuwe turbines op Bouwdokken. Daarnaast wordt er een extra windmolen toegevoegd nabij de afslag naar Deltapark Neeltje Jans. Deze molen wijkt af van de gridopstellingen en vormt hiermee een incident. Resultaat is een vertroebelde beleving van het overige grid.
4. Variant 4: Door het vierhoek rondom Noordland Buiten wat compacter te maken ontstaat ruimte voor twee molens nabij viaduct Poolvoet. Deze twee molens zoeken aansluiting bij de rasteropstellingen maar vallen er net buiten.
5. Variant 5: Ook in deze variant is het vierhoek rondom Noordland Buiten wat compacter gemaakt om ruimte te scheppen voor twee molens nabij viaduct Poolvoet. In dit geval sluiten de turbines beter aan op het grid van 9 turbines op Bouwdokken. Nadeel is wel dat ze één van de twee molens de N57 oversteekt waardoor het onderscheid tussen de twee opstellingen lastiger te herkennen is voor de weggebruiker.

VISUALISATIES VANAF N57 VANUIT DE RICHTING SLUIZEN

Bouwdokken variant 1: Vier windmolens aan de Noordzeekant opgesteld in vierkant

Bouwdokken variant 2: Vijf windmolens, waarvan er 3 aanhaken op het raster aan de overkant

Bouwdokken variant 3: Een extra windmolen los opgesteld bij de afslag naar het Deltapark

VISUALISATIES VANAF N57 VANUIT DE RICHTING ROGGENPLAAT

Bouwdokken variant 1: Vier windmolens aan de Noordzeezijde opgesteld in vierkant

Bouwdokken variant 2: Vijf windmolens, waarvan er 3 aanhaken op het raster aan de overzijde

Bouwdokken variant 3: Een extra windmolen nabij de afslag naar het Deltapark

De visualisaties op deze pagina's (18-19) geven een idee van de landschappelijke beleving van een aantal van de afzonderlijke varianten. Variant 1 geeft een helder beeld van de twee afzonderlijke gridopstellingen. Ze vormen 2 op zichzelf staande opstellingen maar zijn duidelijk familie van elkaar. De beelden van variant 2 geven de beleving weer die je als weggebruiker het gevoel geeft je 'door' het windpark te begeven. De opstelling wordt op deze manier meer als één samenhangend cluster ervaren. Variant 3 geeft de impact weer van de extra windmolen (BD10). Het beeld wordt negatief beïnvloed doordat de helderheid van de gridopstellingen aangetast wordt. Hij vormt een vreemde solitair. Ook voor variant 4 en 5 zullen nog nadere beeldstudies verricht worden.

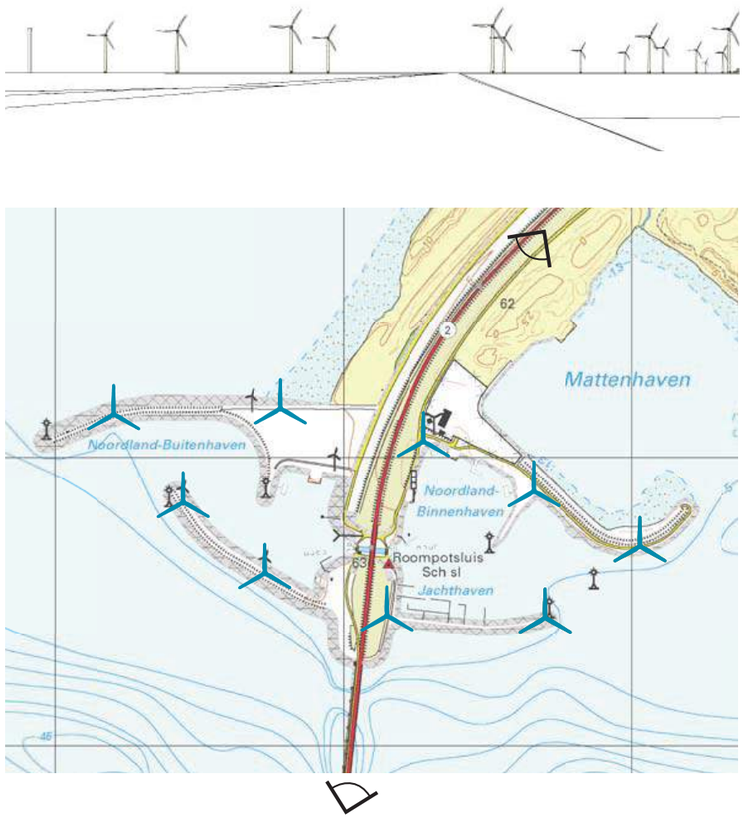
Beoordeling:

Vanuit de landschappelijke beleving geeft variant 2 bestaande uit 5 windmolens het sterkste beeld. Door de gridopstelling van 9 door te zetten over de N57 krijg je als weggebruiker het gevoel door een corridor van windmolens te rijden. Helaas hebben de wettelijke belemmeringen tot gevolg dat deze variant lastig tot niet te realiseren is. Tweede keus vanuit de landschappelijke beleving zijn variant 4 en 5 waarbij de locatie Poolvoet wordt aangewend voor windmolens. De extra windmolen van variant 3 vormt een incident en tast de helderheid van de overige gridopstellingen aan.

VARIANT 1: Binnenhaven I
(9x 4.5MW)

beeld vanaf Topshuis

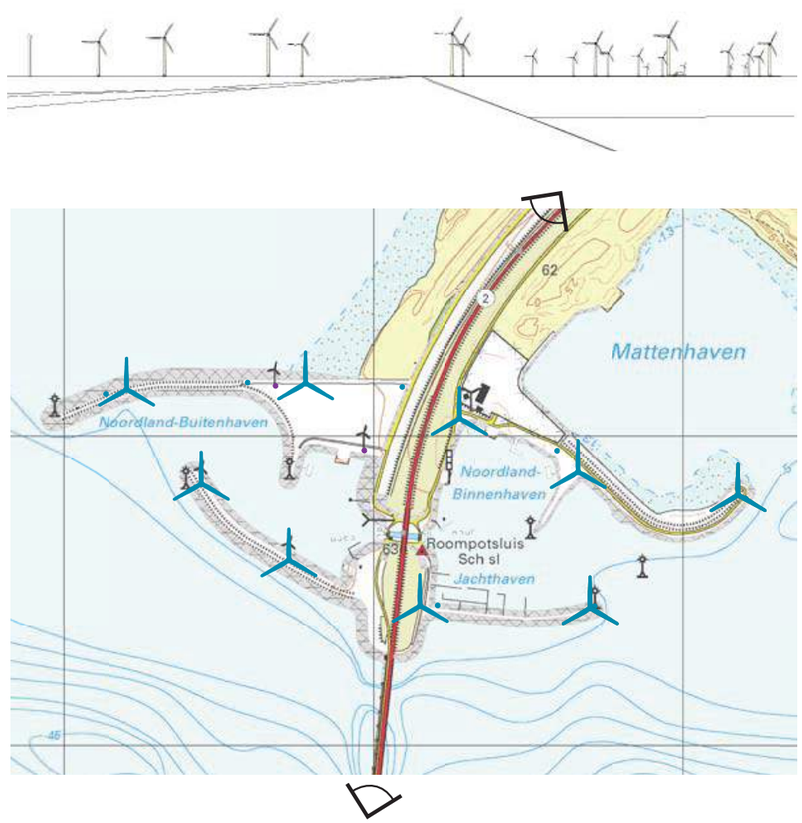
beeld vanaf aanlanding Noord Beveland



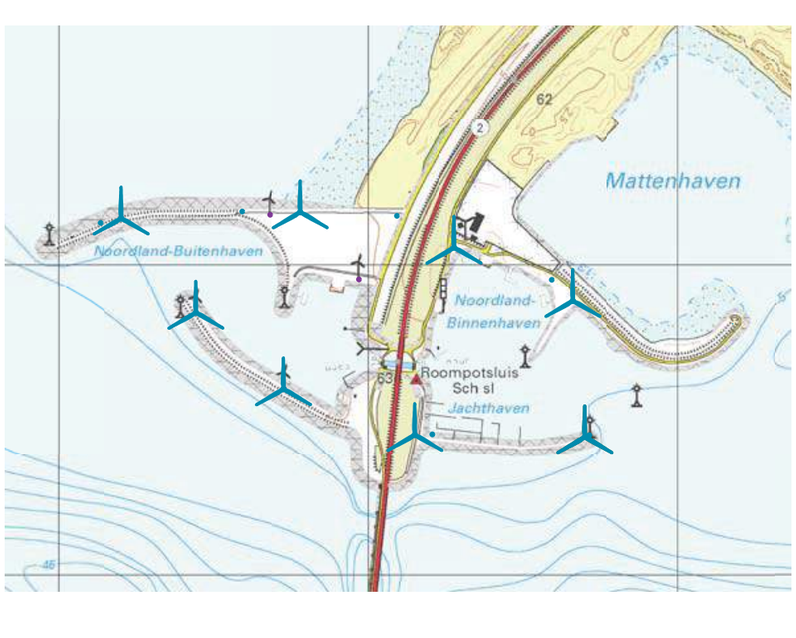
VARIANT 2: Binnenhaven II
(9x 4.5MW)

beeld vanaf Topshuis

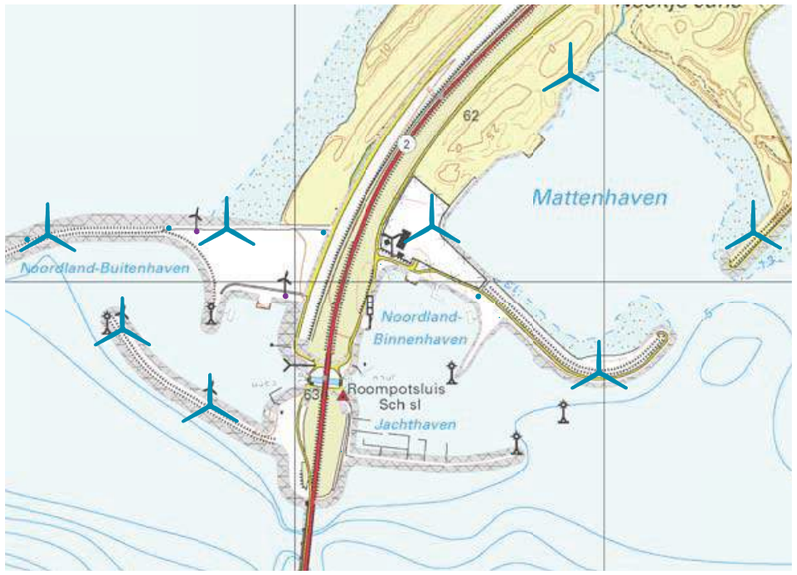
beeld vanaf aanlanding Noord Beveland



VARIANT 3: Binnenhaven III
(8x 4.5MW)



VARIANT 4: Mattenhaven
(8x 4.5MW)



4.3 NOORDLAND BUITEN, BINNENHAVEN EN MATTENHAVEN

Voor de optimalisatie rondom Noordland Buiten wordt enerzijds verder gebouwd op de bestaande opstelling die de structuur van de strekdammen volgt, anderzijds wordt Mattenhaven aangewend voor turbines. Vier varianten zijn nader onderzocht, namelijk:

1. Variant 1: Deze variant bestaat uit een opstelling met twee gebogen lijnen die nagenoeg exact de kromming van de twee strekkendammen volgen. Hierdoor wordt de landschappelijke structuur van Neeltje Jans extra kracht bij gezet en beleefbaar gemaakt voor de weggebruiker/recreant. Dit concept wijkt duidelijk af van de bestaande vormgeving van vierkanten. Hierdoor wordt het onderscheidt tussen de opstellingen onderling versterkt.
2. Variant 2: Deze variant volgt hetzelfde principe als variant 1 en voegt zich naar de structuur van de strekdammen. Echter wijkt de meest noordelijke boog af richting Mattenhaven. Hierdoor ontstaat een verspringing in deze boog en tast het de helderheid van deze opstelling aan. Bovendien vernauwd het de landschappelijke vide.
3. Variant 3: Ook deze variant volgt het principe van de strekdammen. Echter de meest oostelijke turbine vervalt binnen deze opstelling. Hierdoor ontstaat een wat meer compacte opstelling die vooral op mesoschaalniveau beleefbaar wordt.
4. Variant 4: Deze variant wend in tegenstelling tot de overige varianten de Mattenhaven aan voor de plaatsing van windturbines. Hierdoor wordt de kleine vide tussen Binnenhaven en Bouwdokken volledig dichtgezet en is het landschappelijk concept van de kleine vides teniet gedaan.

Beoordeling:
Vanuit het gekozen concept geredeneerd passen deze varianten met zijn twee bogen goed in het verhaal van het creëren van een sequentie van onderling afwijkende opstellingen. Ook het feit dat de opstellingen zich voegen naar de aanwezige onderliggende landschapsstructuur sluit aan bij het concept. Zowel variant 1 als variant 3 volgen deze principes het meest zuiver en genieteb daarom de voorkeur vanuit de landschappelijke beleving. Naast dat variant 2 de helderheid van de opstelling aantast verkleint het ook de vide ter hoogte van Mattenhaven waardoor de onderlinge afstand tussen de opstelling van Binnenhaven en Bouwdokken verkleint en deze minder leesbaar maakt. Variant 4 is vanuit landschappelijk oogpunt ongewenst aangezien deze het landschappelijk concept van de kleine vides aantast.

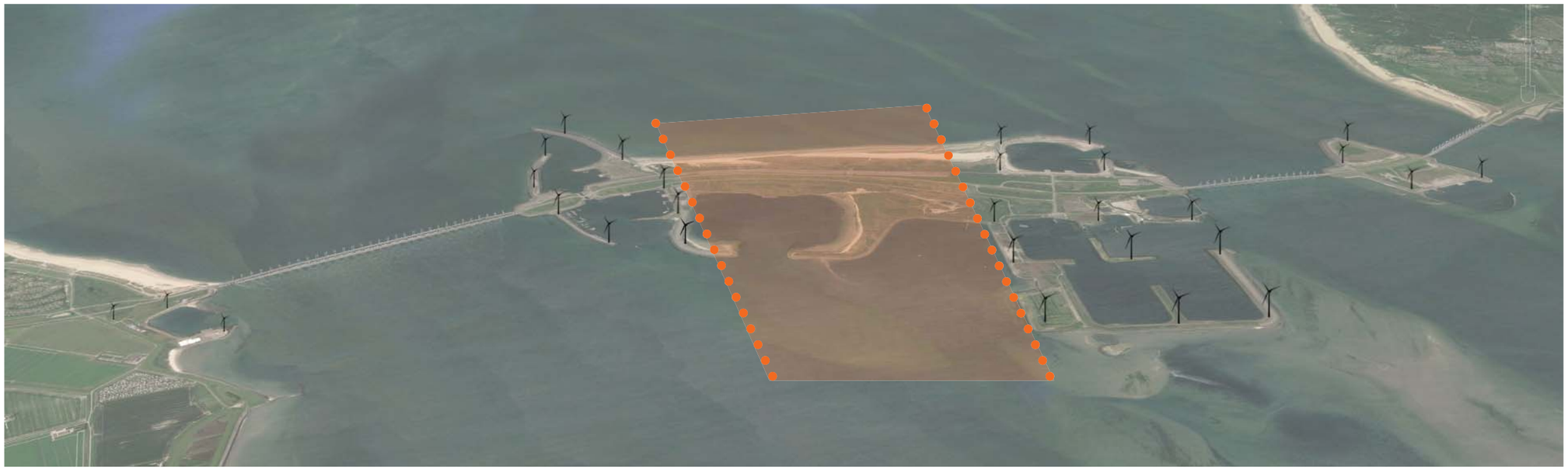
bestaande opstelling Noordland Buiten

VISUALISATIES VANAF DE N57 RICHTING DE VIDE OVER MATTENHAVEN

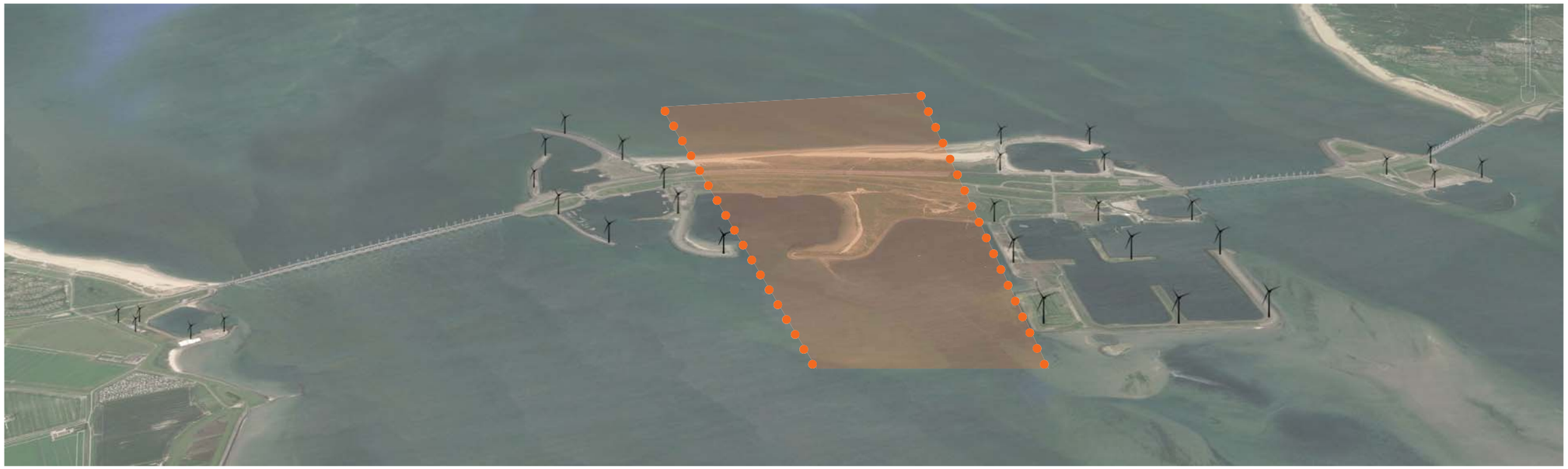
Sluizen variant 1: de vloeiende boog

Sluizen variant 2: afwijking richting Mattenhaven

VOGELVLUCHT EN DE INVLOED OP DE GROOTTE VAN DE VIDE



Sluizen variant 1: de vloeiende boog



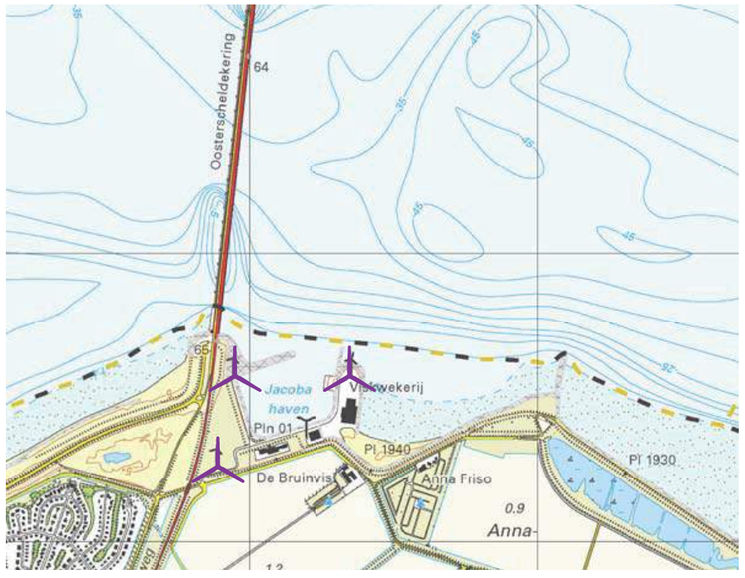
Sluizen variant 2: afwijking richting Mattenhaven

4.4 JACOBAHAVEN

Voor de optimalisatie rondom Jacobahaven wordt voorzien in het opwaarderen van de huidige windmolens (het zogenaamde repoweren). De opstelling blijft hiermee in stand. Het vormt een losse compositie die op zichzelf staat en in de toekomst de mogelijkheid heeft onderdeel te vormen met windpark op Noord-Beveland. Doordat quasi de huidige locaties worden aangewend is slechts een variant aan de orde:

1. Variant 1: Een opstelling bestaande uit drie turbines die Jacobahaven ruimtelijk inkaderen. De opstelling staat in de nabijheid van de N57 en articuleert hiermee voor de weggebruiker het begin van energielandschap Oosterscheldekering.

VARIANT 1: opwaarderen huidige opstelling
(3x 4.5MW)



Oude Vlissingseweg 1
4336 AA Middelburg
T: 0118 592288
F: 0118 591233
middelburg@bosch-slabbers.nl
www.bosch-slabbers.nl

Bijlagerapport C

bosch slabbers

OPTIMALISATIE WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING

M.E.R. landschap en ruimtelijke kwaliteit

COLOFON

OPGESTELD DOOR
Bosch Slabbers Landschapsarchitecten;
Jan Van Minnebruggen,
Jeroen Matthijssen.

OPDRACHTGEVER
E-Connection;
Ton Hirdes,
Matthijs Jansen.

i.s.m
Rutger Schonis, Energieke Ruimte

DATUM
november 2017

OPTIMALISATIE WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING

M.E.R. landschap en ruimtelijke kwaliteit

VOORWOORD

In het verleden heeft Bosch Slabbers onderzoek gedaan naar de opstellingsmogelijkheden voor windenergie op Neeltje Jans. Het rapport 'een landschappelijke verkenning' geeft een overzicht van het traject voorafgaand aan dit rapport.

Voor u ligt de Effectrapportage Landschap en Ruimtelijke Kwaliteit behorende bij de M.E.R. optimalisatie windparken Oosterscheldekering. De in de N.R.D. omschreven alternatieven en varianten worden in deze Effectrapportage op het gebied van landschap belicht aan de hand van een aantal beoordelingscriteria. Aan de hand van de plankaarten en visualisaties wordt de landschappelijke onderbouwing inzichtelijk gemaakt.

E-Connection

bosch slabbers

LEESWIJZER

Voorliggend Effectrapport Landschap en Ruimtelijke Kwaliteit fungeert als onderbouwing van de effecten die in het Milieueffectrapport Windparken Oosterscheldekering zijn opgenomen en heeft een groter detailniveau. In dit rapport zijn de resultaten voor de landschappelijke aspecten opgenomen voor de onderzochte aspecten:

- Landschap
- Ruimtelijke kwaliteit

Opzet rapport

Na een beknopte inleiding waarin de te onderzoeken alternatieven en varianten en werkwijze zijn toegelicht wordt in hoofdstuk 2 een uiteenzetting gegeven van de aspecten landschap en ruimtelijke kwaliteit. Allereerst wordt de aanpak beschreven waarbij het relevante wettelijk en beleidsmatig kader is opgenomen. Vervolgens wordt het beoordelingskader beschreven waarbij inzicht wordt gegeven op de wijze van beoordelen door middel van een toelichting op de toegepaste beoordelingscriteria en de wijze van toekenning van de waardering ten aanzien van de effecten. In hoofdstuk 3 volgt de feitelijke beoordeling welke start met een beschrijving van de huidige situatie en een overzicht van de autonome ontwikkelingen (samen de referentiesituatie). Vervolgens zijn de effecten van het voornemen beschreven en beoordeeld. Dit gebeurd per variant met ondersteuning van plankaart en relevante visualisaties. Indien mogelijk en noodzakelijk is er aangegeven wat de mitigerende maatregelen zijn om negatieve effecten te verzachten en wat de eventuele compenserende maatregelen zijn.

Bijlagen

Het Effectrapport bevat de volgende bijlage:

- A. begrippenlijst
- B. zichtbaarheid, kwantitatieve studie
- C. visualisaties

1 INHOUDSOPGAVE

LEESWIJZER

1 INLEIDING 06
1.1 Aanleiding 07
1.2 Te onderzoeken alternatieven 08
1.3 Werkwijze beoordeling alternatieven 11
1.4 Overzicht windparken 13

2 LANDSCHAP & RUIMTELIJKE KWALITEIT 14
2.1 Aanpak 15
2.1.1 Wettelijk kader en beleidskader 15
2.2 Beoordelingskader en uitgangspunten 16
2.2.1 Invloed op landschapsstructuren - macro schaalniveau 16
2.2.2 Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso schaalniveau 16
2.2.3 Configuratie en herkenbaarheid - lokaal schaalniveau 16
2.2.4 Zichtbaarheid 17
2.2.5 Obstakelverlichting 17
2.2.6 Verhouding mast/rotordiameter 17
2.3 Beoordelingsschaal 18

3 BEOORDELING ALTERNATIEVEN 20
3.1 Referentiesituatie 21
3.2 Alternatief 1: Repowering bestaande parken 22
3.3 Alternatief 2A: Mattenhaven 26
3.4 Alternatief 2B: Mattenhaven 30
3.5 Alternatief 2C: Mattenhaven 34
3.6 Alternatief 2D: Mattenhaven 38
3.7 Alternatief 3A: Binnenhaven 42
3.8 Alternatief 3B: Binnenhaven 46
3.9 Alternatief 3C: Binnenhaven 50
3.10 Alternatief 3D: Binnenhaven 54
3.11 Effecten situatie 2020 58
3.12 Effecten situatie 2028 59

4 VOORKEURSALTERNATIEF 61
4.1 Beoordeling voorkeursalternatief (VKA) 61

BIJLAGEN 63
A. begrippenlijst
B. zichtbaarheid
C. visualisaties

Huidige turbines op de Sluizen

1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Vroeger was Neeltje Jans een zandplaat in de monding van de Oosterschelde. Door de zandplaat verder op te hogen is een werkeiland gecreëerd dat ten tijde van de bouw van de stormvloedkering werd gebruikt. Toen het werk in 1986 klaar was hebben Natuurmonumenten en het Zeeuwse Landschap het eiland omgevormd tot natuurgebied dat onderdeel is van Nationaal Park Oosterschelde.

De Oosterscheldekering vormt een bijzonder landschap. Het werkeiland Neeltje Jans is hier een belangrijk onderdeel van. Hier bevindt zich een attractiepark waar informatie over de Deltawerken wordt aangeboden.

Sinds 1991 wordt het landschap van de Oosterscheldekering ook gevormd door de aanwezigheid van windenergie. Door de jaren heen zijn er verschillende opstellingen bijgekomen en momenteel zijn op Neeltje Jans twee windparken gevestigd (Windpark Neeltje Jans bestaande uit vier windturbines en Windpark Noordland Buiten, evenees bestaande uit vier windturbines). Op de Roggenplaat bevindt zich thans het Windpark Roggenplaat die eveneens uit vier windturbines bestaat. Deze windturbines zullen binnen nu en enkele jaren het einde van hun technische levensduur bereiken en worden vervangen door nieuwe typen windturbines. Daarnaast is er ook vernieuwing. Recent is begonnen aan de realisatie van een grid van negen turbines op Bouwdokken. Dit vormt een volgende stap in de ontwikkeling van het energielandschap van Neeltje Jans.

De landschappelijke opgave bestaat uit het onderzoeken van de bandbreedte in de uitbreiding van het windenergiepotentiaal op deze concentratielocatie voor windenergie. In het bijzonder zullen de gevolgen voor de ruimtelijke beleving/beeldkwaliteit van dit unieke landschap nader bekeken worden.

Hoofdstuk 2 behandeld de aspecten landschap en ruimtelijke kwaliteit. Het toegepaste beoordelingskader wordt in dit hoofdstuk nader omschreven. In hoofdstuk 3 volgt de beoordeling van de verschillende alternatieven en varianten. Nadat de referentiesituatie beschreven is volgt de beoordeling per variant aan de hand van visualisaties.

Referentiesituatie windmolenopstellingen (Bouwdokken wordt momenteel gerealiseerd)

1.2 TE BEOORDELEN ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN

De volgende paragraaf geeft een korte omschrijving van de 8 varianten, welke zijn onder te verdelen in drie alternatieven: Repowering bestaande parken, Mattenhaven en Binnenhaven. Binnen alternatieven is de repowering van windparken Neeltje Jans, Noordland Buiten en Jacobahaven op de zelfde wijze meegenomen.

1.2.1 Alternatief 1: Repowering bestaande windparken

Het eerste alternatief bevat enkel een repowering van bestaande windparken. Repowering houdt in dat bestaande turbines worden vervangen door een windturbine van een nieuwe generatie met een hogere opbrengst. Dit eerste alternatief vormt een zogenaamde minimale variant. Allereerst wordt in 2020 locatie Jacobahaven gerepowered waarbij enkel de zuidwestelijke windturbine enkele tientallen meters in zuidwestelijke richting wordt geschoven. Verder worden in

Alternatief 1

2020 drie turbines van windpark Neeltje Jans en de twee noordelijke turbines van opstelling Noordland Buiten gerepowerd. De overige turbines binnen voorgenoemde opstellingen plus locatie Roggenplaat worden in 2028 opgewaardeerd.

1.2.2 Alternatief 2: Mattenhaven

Aan de zuidzijde van het voormalig werkeiland Neeltje Jans bevindt zich de voormalige Mattenhaven. Deze locatie wordt op dit moment nog niet benut voor het opwekken van duurzame energie door middel van windturbines. Dit alternatief omvat 4 varianten voor het plaatsen van maximaal 8 nieuwe windturbines. Naast de Mattenhaven variëren ze betreffende de invulling in het zoekgebied Poolvoet en WP Roggenplaat West.

Variant 2A

Naast de vier turbines op Mattenhaven omvat deze variant 1 nieuwe windturbine (Landmark) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Neeltje Jans.

Variant 2B

Naast de vier turbines op Mattenhaven omvat deze variant 1 nieuwe windturbine (Landmark) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Bouwdokken.

Variant 2C

Naast de vier turbines op Mattenhaven omvat deze variant 2 nieuwe windturbines (Poort) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Neeltje Jans.

Variant 2D

Naast de vier turbines op Mattenhaven omvat deze variant 2 nieuwe windturbines (Poort) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Bouwdokken.

Variant 2A

Variant 2B

Variant 2C

Variant 2D

1.2.3 Alternatief 3: Binnenhaven

Het tweede inrichtingsalternatief laat de Mattenhaven juist vrij van windturbines om de landschappelijke werking van de 'vide' tussen de Roompotsluis en Bouwdokken zoveel mogelijk te versterken. In plaats van een vierkantige windturbineopstelling rondom de Mattenhaven, worden in dit alternatief de strekdammen rondom de Binnenhaven aan de oostzijde van het sluizencomplex benut voor het plaatsen van nieuwe windturbines. Dit alternatief omvat tevens 4 varianten voor het plaatsen van maximaal 8 nieuwe windturbines. Naast de Mattenhaven variëren ze betreffende de invulling in het zoekgebied Poolvoet en WP Roggenplaat West.

Variant 3A

Naast de vier turbines op Binnenhaven omvat deze variant 1 nieuwe windturbine (Landmark) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Neeltje Jans.

Variant 3B

Naast de vier turbines op Binnenhaven omvat deze variant 1 nieuwe windturbine (Landmark) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Bouwdokken.

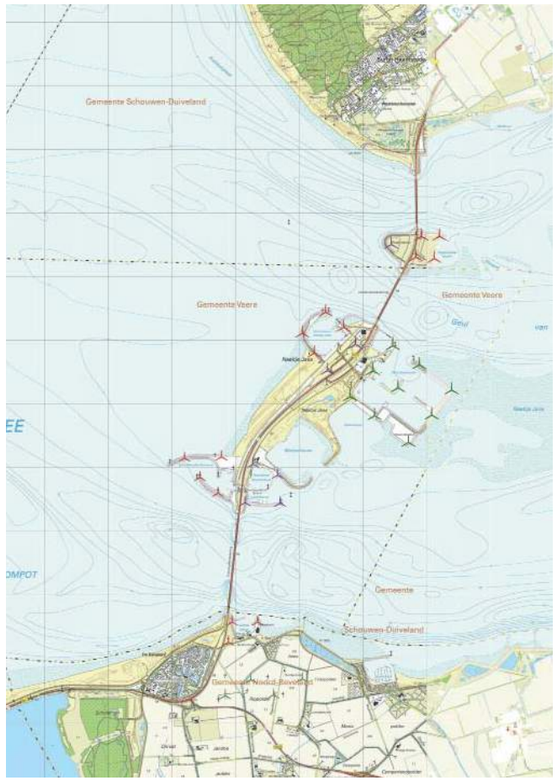
Variant 3C

Naast de vier turbines op Binnenhaven omvat deze variant 2 nieuwe windturbines (Poort) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Neeltje Jans.

Variant 3D

Naast de vier turbines op Binnenhaven omvat deze variant 2 nieuwe windturbines (Poort) op Roggenplaat West en 2 nieuwe turbines op locatie Poolvoet. Binnen het zoekgebied wordt aansluiting gezocht bij de opstelling van windpark Bouwdokken.

Variant 3A



Variant 3B

Variant 3C

Variant 3D

bestaande situatie repowering nieuwe turbines

1.3 WERKWIJZE BEOORDELING ALTERNATIEVEN

De effectbeoordeling van de optimalisatie wordt op het niveau van het windpark als geheel uitgevoerd. De te onderzoeken alternatieven zijn beknopt beschreven in voorgaande paragraaf 1.2. Het studiegebied is het gebied waar effecten, als gevolg van de voorgenomen activiteit (kunnen) optreden. Het betreft veelal het plangebied en de directe omgeving ervan. In het geval van landschap en ruimtelijke kwaliteit reikt het studiegebied tot waar de zichtbaarheid van de windparken zijn onderzocht. Dit leidt tot een studiegebied van Breezand tot Zierikzee.

De beoordelingskaders zijn specifiek voor dit project opgesteld in overleg met de opdrachtgever en de windwerkgroep. De thema's met betrekking tot landschap en ruimtelijke kwaliteit worden allen kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement.

Beoordeling situatie 2020 én 2028

Aangezien de optimalisaties van de windparken gefaseerd zal worden ontwikkeld zijn de beoordelingsmomenten van de verschillende alternatieven met bijbehorende varianten worden voor twee momenten vastgesteld. Naastgelegen schema (tabel 1.3) geeft een overzicht over de verwachtte fasering en welke optimalisaties worden meegenomen in de twee beoordelingsmomenten: situatie 2020 en situatie 2028.

Tabel 1.3 Verwachte fasering en doorgroei in productievermogen (N.R.D.)

Verwachte fasering (doorgroei opgesteld productievermogen)					
2018-2020				2021-2028	
deelproject	toename vermogen	deelproject	toename vermogen	deelproject	toename vermogen
Roggeplaat West	4-8 MW	repowering WP Neeltje Jans (NJ1-NJ3)	3-9 MW	repowering WP Roggelaat	4 MW
Mattenhaven	16-20 MW	repowering WP Noordland (NB1 en NB2)	2-4 MW	repowering WP Neeltje Jans (NJ4)	1-2 MW
zoekgebied	4-8 MW	repowering WP Jacobahaven	3-6 MW	repowering WP Noordland (NB3 en NB4)	2-4 MW
totaal	24-36 MW		8-19 MW		7-10 MW

beoordeling situatie 2020

beoordeling situatie 2028

1.4 OVERZICHT WINDPARKEN EN VOORGESTELDE OPTIMALISATIES

De volgende paragraaf geeft een beeld van de turbinespecificaties (tiphoogtes) per opstelling voor zowel de referentiesituatie als de toekomstige situatie.

Referentiesituatie
Roggenplaat - De huidige opstelling bestaat uit een viertal turbines met een tiphoogte van 119 meter.
Neeltje Jans - De huidige opstelling bestaat uit een viertal turbines met een tiphoogte van 123 meter.
Bouwdokken - Deze opstelling is momenteel in aanbouw en bestaat uit een grid van negen turbines met een tiphoogte van 162,5 meter.
Noordland Buiten - De huidige opstelling bestaat uit een viertal turbines met een tiphoogte van 123m.
Jacobahaven - De huidige opstelling bestaat uit acht turbines met een tiphoogte van 123m.
Jacoba-Rippolder - Deze opstelling wordt gerepowered en zal bestaan uit een viertal turbines met een tiphoogte van 149m.

Toekomstige situatie
Roggenplaat repowering - De huidige opstelling bestaande uit vier turbines wordt vervangen door turbines met een tiphoogte van 150m.
Roggenplaat-Landmark - De opstelling Roggenplaat wordt aangevuld met één turbine met een afwijkend formaat: tiphoogte van 210m.
Roggenplaat-Poort - De opstelling Roggenplaat wordt uitgebreid met twee gelijke turbines: tiphoogte van 150m.
Neeltje Jans repowering - De huidige opstelling bestaande uit vier turbines wordt vervangen door turbines met een tiphoogte van maximaal 220m.
Noordland Buiten repowering - De huidige opstelling bestaande uit vier turbines wordt vervangen door turbines met een tiphoogte van maximaal 220m.
Zoekgebied Poolvoet - Op deze locatie zijn twee nieuwe turbines voorzien met een tiphoogte van maximaal 220m.
Mattenhaven - Op deze locatie zijn een viertal nieuwe turbines voorzien met een tiphoogte van 150-220m.
Binnenhaven - Op deze locatie zijn een viertal nieuwe turbines voorzien met een tiphoogte van 150-220m.
Jacobahaven repowering - De huidige opstelling bestaande uit drie turbines wordt vervangen door turbines met een tiphoogte van 150-220m.

De optimalisatie van windpark Oosterscheldekering wordt gefaseerd uitgevoerd. Aan een tussentijdse 'tijdelijke' situatie wordt geen direct negatief landschappelijk waardeoordeel gekoppeld. Van belang is dat de eindsituatie voldoet aan het gewenst ruimtelijk beeld.

Referentiesituatie windmolenopstellingen (Bouwdokken wordt momenteel gerealiseerd)

huidig beeld van de kering vanaf de Sluizen richting Noord-Beveland

2 LANDSCHAP & RUIMTELIJKE KWALITEIT

2.1 AANPAK

2.1.1 wettelijk kader en beleidskader

In tabel 2.1 is het relevante wettelijk kader en beleidskader opgenomen met betrekking tot aspect landschap en ruimtelijke kwaliteit.

Tabel 2.1 Wettelijk kader en beleidskader, landschap en ruimtelijke kwaliteit

Wettelijk kader en beleidskader	Thema	Inhoud
Europees		
Europese Landschapsconventie (2000)	Landschap	De Europese Landschapsconventie (Conventie van Florence, 2000) is een verdrag van de Raad van Europa. Nederland heeft de conventie in 2005 ondertekend en geratificeerd. Met de ondertekening van de conventie erkennen lidstaten de grote culturele, identiteitsbepalende waarde van landschap op zowel lokaal als Europees niveau. De conventie strekt zich uit tot alle landschappen. De conventie beschrijft de maatregelen die Nederland zal nemen om landschap te behouden, te beheren en te ontwikkelen.
Nationaal		
Structuurvisie Windenergie op Land	Landschap, Ruimtelijke Kwaliteit	De Structuurvisie Windenergie op land is een uitwerking van de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. Het beleid van het kabinet behelst de volgende algemene inzichten. Op de eerste plaats zorgt concentratie van windturbines in parken en van windturbineparken in windenergiegebieden voor een beperking van de effecten op het landschap en voor het behoud van afwisseling in de Nederlandse landschappen. Met grotere projecten kunnen ook meters worden gemaakt richting het doel voor 2020. Ten tweede draagt plaatsing van windturbines op een consistente en voor iedereen inzichtelijke manier bij aan de belevingswaarde en ruimtelijke kwaliteit van windenergielandschappen.
Provinciaal		
Omgevingsplan Zeeland 2012 – 2018 Herziene versie 2016	Landschap, Ruimtelijke Kwaliteit	Het doel van de provincie is het benutten van kansen voor een duurzame energieproductie en een betrouwbare energievoorziening met efficiënt gebruik en een toenemend aandeel van duurzame energie in de totale productie. De provincie heeft een aantal locaties aangewezen voor het ontwikkelen van windmolenparken. Uit het provinciale concentratiebeleid voor windmolens volgt dat voor de locatie van concentratiegebieden is gekozen voor grootschalige industriegebieden en grote infrastructurele werken. Het maatwerk bij windenergieprojecten wordt aan de gemeenten overgelaten.
Gemeentelijk		
Structuurvisie Veere 2015	Landschap, Ruimtelijke Kwaliteit	In een visie voor de langere termijn hoort ook een keuze voor het stimuleren van duurzame energie. De gemeente kiest voor het zo veel mogelijk benutten van zonne-energie. Windenergie heeft gezien de aantasting van het open landschap geen prioriteit, met uitzondering van Neeltje Jans. Wel wil de gemeente kijken of samenwerking op dit gebied met Provincie en Rijk tot de mogelijkheden hoort (bijvoorbeeld voor de opwekking van windenergie vanuit de Noordzee).
Strategische visie *Tij van de Toekomst* Schouwen Duiveland	Landschap	De gemeente wil inspelen op verschillende vormen van duurzame energievoorziening. Er wordt gewerkt met subsidiegelden en stimuleringsprogramma's voor verschillende vormen van duurzame energie en hopen hierin volledig zelfvoorzienend te zijn in 2040.
Bestemmingsplan landelijk gebied Noord-Beveland	Landschap, Ruimtelijke kwaliteit	De kwetsbaarheid van het open landschap staat centraal bij het beleid voor windturbines. De gemeente zal in principe een restrictief beleid met betrekking tot losstaande windturbines voeren, met uitzondering van kleine windturbines (zie paragraaf 4.3). Nieuwe windparken worden uitgesloten. Bij de Jacobahaven te Kamperland zijn totaal acht windturbines aanwezig. Hier wordt geen uitbreiding toegestaan.

2.2 BEOORDELINGSKADER EN UITGANGSPUNTEN

Deze paragraaf geeft een overzicht van het beoordelingskader van de MER-alternatieven met betrekking tot de thema's landschap en ruimtelijke kwaliteit. De landschappelijke aspecten grijpen terug op de onderliggende landschapsstructuur danwel de mate waarin invulling gegeven wordt aan het nieuwe energielandschap Neeltje Jans. De aspecten aangaande ruimtelijke kwaliteit hebben betrekking op het landschapsbeeld en de belevingswaarde vanaf onder andere de N57 en vanuit de omgeving. Tot slot wordt ook het aspect obstakelverlichting meegenomen in de beoordeling.

LANDSCHAP

2.2.1 Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau

Het projectgebied kenmerkt zich bovenal door het bouwkundig meesterwerk: de Oosterscheldekering. Dit is onderdeel van een man-made landschap wat bedoeld is om het achterland te beschermen tegen het wassende water. De kering ligt op de overgang van de Noordzee naar de Oosterschelde. Een zeer open landschap wat zich kenmerkt door de vele vergezichten in beide richtingen over het water bij het passeren van de dam. Dit open karakter leidt er tevens toe dat de Oosterscheldekering, samen met het voormalig werkeiland Neeltje Jans, van grote afstand herkenbaar is.

Windenergie maakt al verschillende decennia onderdeel uit van dit landschap. Door de plaatsing van steeds grotere windturbines rond de Oosterscheldekering ontstond langzaam maar gestaag een echt energielandschap. Dit vormt een nieuwe laag in het landschap wat past bij deze tijd: het energielandschap Neeltje Jans. Een verdere concentratie van windturbines op deze plek zal de leesbaarheid van dit energielandschap kracht bij zetten. De ontwikkeling van het energielandschap past bij grootschalige man-made landschappen. Binnen de provincie Zeeland gaat het hierbij met name om water gerelateerde infrastructuur en zijn onmiddelijke omgeving. Het beleid omvat vijf concentratiegebieden waarvan het plangebied er één van is. De grootschalige waterwerken in Zeeland worden op deze manier door windenergie gearticuleerd (macro schaalniveau). De windturbines volgen bij voorkeur de logica en structuur van dit landschap gevormd door sluizen, havens en strekdammen. Varianten waarbij de turbines een samenhangend geheel vormen met deze landschapsstructuren en hiermee dus een krachtige invulling geven aan het energielandschap Neeltje Jans krijgen op dit criteria een positieve beoordeling.

2.2.2 Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso schaalniveau

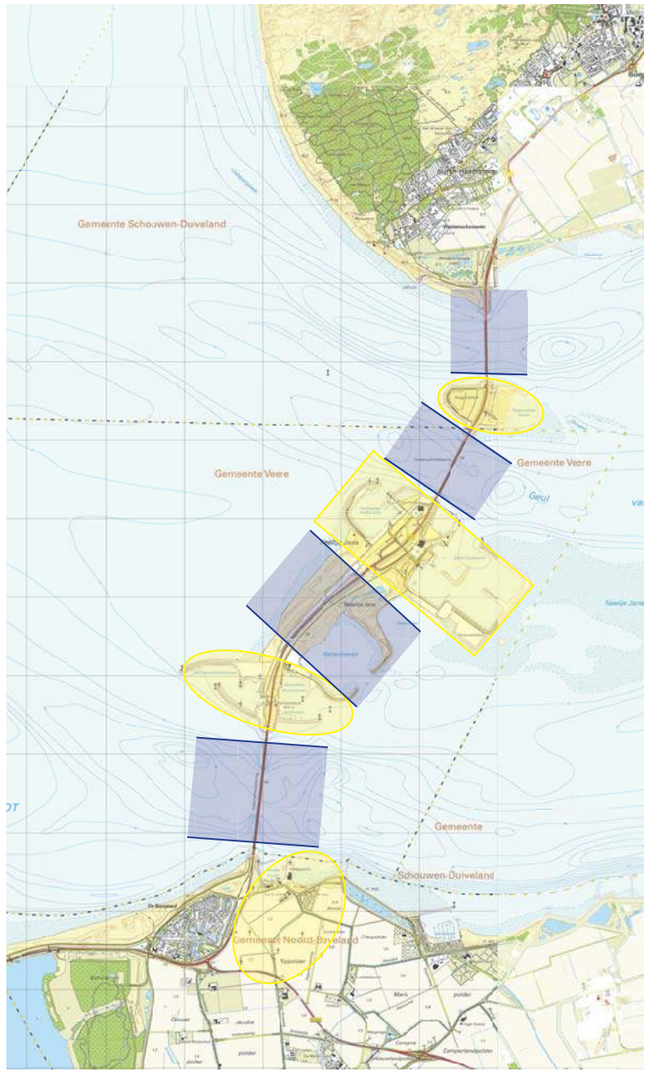
Concluderend uit voorafgaand ontwerpend onderzoek (zie: *Windenergie Oosterscheldekering, een landschappelijke verkenning, d.d. juni 2017)* en in dialoog met de Windwerkgroep (een ad hoc werkgroep waarin vertegenwoordigers van de betrokken overheden (Rijkswaterstaat, provincie en de gemeenten), de initiatiefnemer en de natuurorganisaties zijn vertegenwoordigd) is gekozen voor het totaalconcept van de kleine vides (figuur 2.2). Deze omvat de ontwikkeling van één samenhangend windpark bestaande uit meerdere compacte opstellingen. Tussen deze opstellingen ontstaan open ruimtes - vides - waar de openheid van het Oosterscheldelandschap en zichten op het water gegarandeerd zijn. Ze vormen als het ware 'vensters' op het open landschap. Het concept van de kleine vides bestaat uit een viertal kleine vides die een interessante ritmiek vormen in de beleving van het windpark op het meso schaalniveau. Dit concept gaat hand in hand met natuur, recreatie en waterveiligheid.

RUIMTELIJKE KWALITEIT

2.2.3 Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau

Een windpark met een herkenbare configuratie maakt dit windpark leesbaar en herkenbaar als geheel. Het vormt een nieuwe en als dusdanig herkenbare laag toe aan het landschap van de Oosterscheldekering. Voor de ruimtelijke kwaliteit is het van belang dat de afzonderlijke opstellingen goed leesbaar zijn. Varianten worden daarom beoordeeld op de mate waarin ze voldoen aan de plaatsingsprincipes en de beoogde kracht van het concept. Het draait hierbij met name om de zuiverheid van de opstelling op lokaal schaalniveau (de beleving vanuit de onmiddelijke omgeving). Ook eventuele interferentie tussen de onderlinge opstellingen/clusters en windparken in de omgeving worden binnen dit criterium meegenomen.

Voorbeeldvragen die bij dit criterium spelen zijn: Is het raster een landschappelijk fraai raster of mist hij kracht? Zijn de verschillende clusters onderling herkenbaar en vormen ze een fraai totaalbeeld?



Figuur 2.2 Landschappelijk totaalconcept: kleine vides

2.2.4 Zichtbaarheid

De zichtbaarheid van het windpark is afhankelijk van de afstand van de waarnemer tot het windpark, de aanwezigheid van obstakels tussen de waarnemer en het windpark, en de algemene zichtbaarheid (weersomstandigheden, contrast, helderheid).

Enerzijds staat vast dat de windturbines op grote afstand zichtbaar zullen zijn als gevolg van de grote hoogte van de masten en de tiphoogte van de rotorbladen. Anderzijds neemt de zichtbaarheid af met het toenemen van de afstand tussen waarnemer en windpark.

De mate van zichtbaarheid van de verschillende alternatieven is getracht inzichtelijk te maken door middel van een zichthoekenstudie (zie bijlage B). Deze studie doet een poging de mate van zichtbaarheid uit te drukken in een getal wat leidt tot een kwantitatieve methodiek. Echter, de uitkomst van deze - beknopte - studie laat slechts minimale verschillen zien die landschappelijk nauwelijks tot geen verschil maken. Daarnaast zeggen deze getallen met betrekking tot de mate van zichtbaarheid niets over de wezenlijke kwaliteit van het windpark. Visualisaties vanuit verschillende standpunten doen dit wel en belichten de kwaliteiten van de verschillende configuraties.

2.2.5 Obstakelverlichting

In relatie tot luchtvaartveiligheid dienen windturbines met een tiphoogt van 150 meter of meer te worden voorzien van obstakelverlichting. Deze verlichting kan vooral tijdens de nachtelijke uren erg dominant overkomen en daarmee een rustig landschapsbeeld verstoren. De mate waarin en de manier waarop obstakelverlichting dient te worden toegepast is sterk afhankelijk van de geldende wet- en regelgeving. Dit aspect heeft invloed op de ruimtelijke kwaliteit. Wanneer een opstelling slechts in beperkte mate met obstakelverlichting hoeft te worden uitgevoerd wordt deze meer positief beoordeeld.

2.2.6 Verhouding mast-rotordiameter

De mast-rotordiameter verhouding heeft invloed op de ruimtelijke beleving van een windpark. De afbeelding hiernaast (fig. 2.3) laat een turbine zien met de ideale verhouding mast-rotordiameter volgens een algemeen aanvaard principe wat leidt tot een visueel evenwichtig beeld. Bij een verhouding mh:rd = 1:1 (bijv 100 m: 100 m) ontstaan 3 gelijkwaardige compartimenten: Een halve masthoogte buiten de rotordiameter twee halve masthoogtes die overeenkomen met de maat van de rotor. Dit zorgt voor regelmaat en rust.

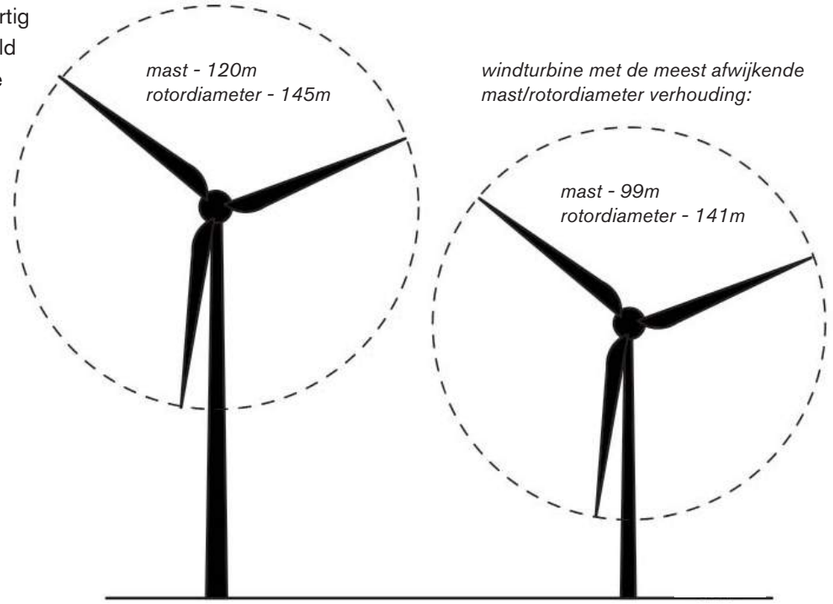
Daarnaast laat de figuur ook een windturbine zien met de meest afwijkende mast/rotordiameter verhouding welke toegestaan is binnen de gekozen turbineklassen van deze MER. Deze heeft een verhouding van 1:1.4.

Een minimale afstand tussen de rotor en maaiveld bedraagt dertig meter bij deze turbineverhouding. In het open landschapsbeeld van de Oosterscheldekering passen windturbines met beide verhoudingen. Daarom wordt dit aspect niet meegenomen in de beoordeling van de alternatieven en varianten.

Landschappelijk gaat een sterke voorkeur uit naar eenheid binnen het cluster. Om de samenhang binnen een opstelling/cluster te behouden dienen alle turbines behorend tot het cluster een gelijke mast-rotordiameter te hebben en bovendien van eenzelfde type te zijn.

Uitzondering hierop zijn de ‘Landmark’-varianten op de locatie Roggenplaat. Binnen dit concept ‘Landmark’ is nadrukkelijk gekozen voor één afwijkende windturbine binnen dit cluster.

Bovenstaande criteria worden beoordeeld bij het onderdeel *configuratie en herkenbaarhei*d.



Figuur 2.3 Principe verhouding mast/rotordiameter

2.3 BEOORDELINGSSCHAAL

De effecten op voorgaande thema's worden beoordeeld ten opzichte van de bestaande situatie rekening houdend met de opgave tot de optimalisatie van de Windparken Oosterscheldekering, tot 130 MW in 2020, en door een verdere optimalisatie in de jaren daarna tot ca 140 MW. Daarnaast worden ook aspecten als schaal en omvang van het effect meegenomen in de landschappelijke beoordeling. De thema's met betrekking tot de landschappelijke aspecten worden allen kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgment. Al deze aspecten kennen een zelfde wegingsfactor. Er wordt gewerkt met een 7-puntsschaal waarbij de effecten indien relevant worden beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is de situatie die ontstaat als het voorgenomen project niet zou worden gerealiseerd, ofwel de huidige situatie inclusief de autonome ontwikkelingen. De referentiesituatie heeft daarmee score '0'. Bij een 7-puntsschaal geldt het volgende:

Tabel 2.4 Beoordelingsschaal

Score	Betekenis
+++	Zeer positief effect t.o.v. de referentiesituatie
++	Positief effect t.o.v. de referentiesituatie
+	Licht positief effect t.o.v. de referentiesituatie
0	Geen effecten t.o.v. de referentiesituatie
-	Licht negatief effect t.o.v. de referentiesituatie
--	Negatief effect t.o.v. de referentiesituatie
---	Zeer negatief effect t.o.v. de referentiesituatie

Invloed op aanwezige landschapsstructuren

In het geval er beperkt sprake is van eenheid van de opstellingen is sprake van een onsamenhangend geheel wat de herkenbaarheid van energielandschap plangebied niet ten goede komt. Daarnaast volgt een negatieve beoordeling door een afname van waarde door het niet aansluiten op belangrijke landschappelijke patronen en structuren. Bij ernstige aantasting is dan sprake van een grote afname van waarde door een verlies van samenhang of aantasting van landschappelijke structuren. Positieve effecten kunnen ontstaan door aansluiting te zoeken bij landschappelijke elementen, zoals strekdammen en havens, danwel het accentueren hiervan. Ook leidt beleving van een samenhangend energielandschap tot een positieve beoordeling.

Tabel 2.5 Beoordelingsschaal: invloed op aanwezige landschapsstructuren

Score	Betekenis	Omschrijving
+++	Zeer positief effect	Grote positieve verandering (permanent/gebiedsbreed) van unieke landschappelijke structuren c.q. karakteristieken/patronen/ensembles
++	Positief effect	Positieve verandering (langdurig/grootschalig/substantieel) van landschappelijke structuren c.q. karakteristieken/patronen/ensembles met een substantiële waarde
+	Licht positief effect	Geringe positieve verandering (kortdurig/lokaal) van landschappelijke structuren c.q. karakteristieken/patronen/ensembles met een beperkte waarde
0	Geen effecten	Geen of zeer korte / zeer lokale / minimale verandering van algemene / niet bijzondere landschappelijke structuren c.q. karakteristieken/patronen/ensembles
-	Licht negatief effect	Geringe negatieve verandering (kortdurig/lokaal) van landschappelijke structuren c.q. karakteristieken/patronen/ensembles met een beperkte waarde
--	Negatief effect	Negatieve verandering (langdurig/grootschalig/substantieel) van landschappelijke structuren c.q. karakteristieken/patronen/ensembles met een substantiële waarde
---	Zeer negatief effect	Grote negatieve verandering (permanent/gebiedsbreed) van unieke landschappelijke structuren c.q. karakteristieken/patronen/ensembles

Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides

De mate waarin invulling gegeven wordt aan het totaalconcept van de kleine vides bepaald het ritmische beeld van afwisselend concentraties van windturbines en open ruimtes. Bij een matige invulling voldoet de totaalopstelling niet aan het gekozen beeld en volgt op dit punt een negatieve beoordeling. Positieve effecten ontstaan bij een duidelijke invulling van het concept van de kleine vides. Dit leidt tot een positieve waardering. Op dit onderdeel kan in mindere mate gerefereerd worden naar de referentiesituatie.

Tabel 2.6 Beoordelingsschaal: aansluiting op het totaalconcept van de kleine vides

Score	Betekenis	Omschrijving
+++	Zeer positief effect	Grote positieve verandering (permanent/gebiedsbreed) wat betreft de invulling van het concept van de kleine vides
++	Positief effect	Positieve verandering (langdurig/grootschalig/substantieel) wat betreft de invulling van het concept van de kleine vides
+	Licht positief effect	Geringe positieve verandering (kortdurig/lokaal) wat betreft de invulling van het concept van de kleine vides
0	Geen effecten	Geen of zeer korte / zeer lokale / minimale verandering wat betreft de invulling van het concept van de kleine vides
-	Licht negatief effect	Geringe negatieve verandering (kortdurig/lokaal) wat betreft de invulling van het concept van de kleine vides
--	Negatief effect	Negatieve verandering (langdurig/grootschalig/substantieel) wat betreft de invulling van het concept van de kleine vides
---	Zeer negatief effect	Grote negatieve verandering (permanent/gebiedsbreed) wat betreft de invulling van het concept van de kleine vides

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling

Wanneer de clusters zuiver zijn uitgevoerd en voldoen aan de opstellingsprincipes wordt deze meer positief beoordeeld. In het geval clusters veel incidenten bevatten en onherkenbaar worden als samenhangend cluster resulteert dit in een negatieve beoordeling. Ook de mate van interferentie met andere windparken wordt in dit criterium beoordeeld.

Tabel 2.7 Beoordelingsschaal: configuratie en herkenbaarheid

Score	Betekenis	Omschrijving
+++	Zeer positief effect	De clusters voldoen volledig aan de opstellingsprincipes en dragen zeer veel bij aan de kracht van het landschappelijk concept.
++	Positief effect	De clusters voldoen aan de opstellingsprincipes en dragen bij aan de kracht van het landschappelijk concept.
+	Licht positief effect	De clusters voldoen grotendeels aan de opstellingsprincipes en dragen in een bepaalde mate bij aan de kracht van het landschappelijk concept.
0	Geen effecten	De clusters voldoen min of meer aan de opstellingsprincipes en dragen op een bepaalde manier bij aan de kracht van het landschappelijk concept
-	Licht negatief effect	De clusters voldoen voor een klein deel aan de opstellingsprincipes en dragen in mindere mate bij aan de kracht van het landschappelijk concept.
--	Negatief effect	De clusters voldoen niet aan de opstellingsprincipes en dragen niet bij aan de kracht van het concept
---	Zeer negatief effect	De clusters voldoen in het geheel niet aan de opstellingsprincipes en dragen op geen enkele manier bij aan de kracht van het concept

Zichtbaarheid

Omdat de zichtbaarheid van alle alternatieven / varianten landschappelijk geen significante verschillen laat zien krijgen allen een gelijke, neutrale score (0) binnen dit beoordelingscriterium.

Tabel 2.8 Beoordelingsschaal: zichtbaarheid

Score	Betekenis	Omschrijving
+++	Zeer positief effect	n.v.t.
++	Positief effect	n.v.t.
+	Licht positief effect	n.v.t.
0	Geen effecten	Geen of zeer korte / zeer lokale / minimale verandering: de zichtbaarheid van het windpark blijft nagenoeg gelijk
-	Licht negatief effect	n.v.t
--	Negatief effect	n.v.t
---	Zeer negatief effect	n.v.t

Obstakelverlichting

In het geval obstakelverlichting in beperkte mate nodig is en een rustig landschapsbeeld behouden blijft krijgt de opstelling een positieve waardering. Wanneer er veel obstakelverlichting noodzakelijk blijkt en het rustige landschapsbeeld hiermee wordt aangetast resulteert dit in een negatieve score.

Tabel 2.9 Beoordelingsschaal: obstakelverlichting

Score	Betekenis	Omschrijving
+++	Zeer positief effect	Groot positief effect op een rustig landschapsbeeld
++	Positief effect	Positief effect op een rustig landschapsbeeld
+	Licht positief effect	Geringe positief effect op een rustig landschapsbeeld
0	Geen effecten	Geen of zeer korte / zeer lokale / minimale verandering van het landschapsbeeld
-	Licht negatief effect	Geringe negatief effect op een rustig landschapsbeeld
--	Negatief effect	Negatief effect op een rustig landschapsbeeld
---	Zeer negatief effect	Groot negatief effect (permanent/gebiedsbreed) op een rustig landschapsbeeld

de Oosterscheldekering in combinatie met windenergie

avondbeeld Oosterscheldekering

Oosterscheldekering gezien vanaf BurghSluis (Schouwen-Duiveland)

3 BEOORDELING ALTERNATIEVEN

3.1 REFERENTIESITUATIE

Het unieke landschap van de Oosterscheldekering wordt dagelijks door velen beleefd. Of dit nou is vanuit de auto op weg naar werk, als toerist die een bezoekje brengt aan het Deltapark of als recreant op het strand of vanaf het water. Een ieder heeft er de mogelijkheid te genieten van een landschap met hoge natuurwaarden en wat zich bovenal kenmerkt als bouwkundig meesterwerk om het achterland te beschermen tegen het wassende water. Kenmerkend voor de beeldkwaliteit van het landschap zijn de vergezichten over het water in beide richtingen bij het passeren over de dam. Het huidige windenergielandschap wordt gevormd door 24 turbines van wisselende hoogtes variërend van 123 tot 162,5 meter tiphoogte.

Energielandschap Neeltje Jans
Met uitbreiding van het aantal windmolens krijgt langzaam maar gestaag het energielandschap Neeltje Jans steeds meer gestalte. De windmolens zijn zeer aanwezig in het beeld van de Oosterscheldekering en vormen hiermee ook het karakter van Neeltje Jans als energielandschap. Het eerdere landschappelijke concept sloot aan bij het man-made karakter van de Oosterscheldekering en resulteerde in het blokkenmodel. Nu de wens is uitgesproken om de bestaande windturbineparken in het plangebied uit te breiden ligt hier een kans deze nieuwe identiteit van de Oosterscheldekering verder te ontwikkelen. Van belang is in het bijzonder de belevingswaarde van de passant over de dam en die van de recreant langs de kust en op het water. Het doel is om Neeltje Jans als energielandschap verder uit te werken met behoud/versterking van zijn landschappelijke kwaliteiten. Daarnaast tellen als vanzelfsprekend aspecten als natuurwaarden, recreatie en waterveiligheid mee in de verdere ontwikkeling van het landschap Oosterscheldekering.

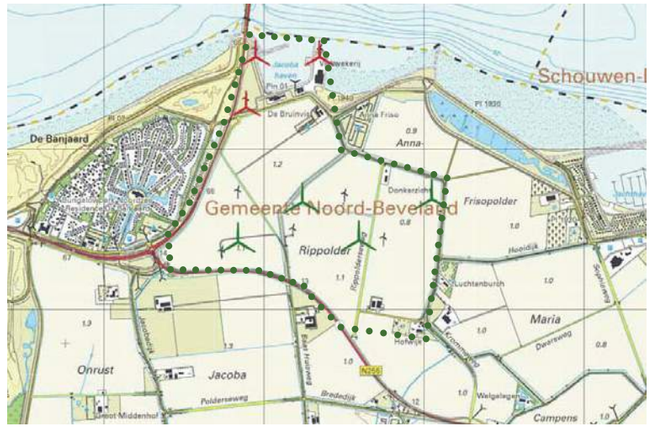
Belevingswaarde op verschillende niveaus
De beleving van dit landschap kan worden gedefinieerd op verschillende niveaus. Allereerst de beleving op de macro schaalniveau, waar we het landschap van de Oosterscheldekering lezen als één samenhangend energielandschap. Daarnaast is er beleving op meso schaalniveau wanneer we onszelf in het energielandschap begeven en waar er ervaring van afzonderlijke opstellingen plaats vindt. In deze schaal speelt de onderlinge afstand tussen opstellingen een grote rol. De leesbaarheid van het ontwerp van de opstellingen kan gemakkelijk vertroebelen wanneer zich meerdere opstelling dicht bij elkaar bevinden. De afzonderlijke opstellingen moeten leesbaar zijn als losse elementen, maar zullen samen het verhaal van één energielandschap moeten vertellen.

Autonome ontwikkeling
De autonome ontwikkeling is datgene dat gebeurt wanneer de voorgenomen opwaardering van de drie windparken geen doorgang krijgt. Het is in dit geval geen reëel alternatief om de beoogde doelstelling te bewerkstelligen. De autonome ontwikkeling is daarom alleen van belang als referentiekader (maatstaf) om de milieueffecten van de beide inrichtingsalternatieven (en het VKA) te toetsen.

Naast het project Windpark Jacoba-Rippolder is de afronding van de bouw van Windpark Bouwdokken een autonome ontwikkeling die in het MER wordt betrokken. Windpark Bouwdokken is momenteel (2017) in uitvoering. Het windpark is opgenomen in het Bestemmingsplan Bouwdokken en ook de benodigde vergunningen en toestemmingen voor de bouw van dit windpark zijn inmiddels verleend. Volgens planning worden deze windturbines in het voorjaar van 2018 in gebruik genomen. Omdat dit een geheel nieuw windpark betreft dat voor repowering pas na 15 tot 20 operationele jaren (dus op zijn vroegst in 2033) in beeld komt, maakt dit windpark geen deel uit van de optimalisatieopgave. De autonome ontwikkeling is weergegeven in figuur 3.1.
(uit NRD)

Windpark Jacoba-Rippolder bestaat momenteel uit vijf turbines. In de referentiesituatie wordt de nieuwe situatie voor de opstelling Jacoba-Rippolder meegenomen. In deze polder worden de 5 huidige turbines vervangen door 4 grotere turbines met een nieuwe opstelling. De tiphoogte gaat hierbij van 120 naar 150 meter. Ruimtelijk vormt windpark Jacoba-Rippolder samen met de turbines van Jacobahaven een landschappelijke eenheid; een vrij compact cluster wat meedoet in het totaalconcept van de kleine vides. Echter, tussen beide parken is een beperkte open ruimte aanwezig die te klein is om als vide herkent te worden (een vide is op deze locatie ook niet wenselijk). Vanuit landschappelijk oogpunt is het dan ook wenselijk hier nog enkele aanvullende turbines te plaatsen zodat beide parken nog meer samen gelezen kunnen worden als een compact cluster turbines op de aanlanding van de Oosterscheldekering. Vanuit de ruimtelijke kwaliteit is het daarnaast gewenst het zoekgebied hier verder uit te breiden. Echter, hierbij dient gewaakt te worden dat dit cluster in schaal en maat een eenheid vormt met de overige clusters van de totaalopstelling. Een mogelijke landschappelijke begrenzing is weergegeven in figuur 3.2.

Figuur 3.1 kaartbeeld autonome ontwikkeling



Figuur 3.2 mogelijke landschappelijke begrenzing concentratielocatie Noord-Beveland

Visualisatie vanaf Neeltje Jans richting Schouwen Duiveland, Alternatief 1 situatie 2020

Visualisatie vanaf locatie camping Zeelucht, Alternatief 1 situatie 2020

3.2 ALTERNATIEF 1: REPOWERING BESTAANDE PARKEN

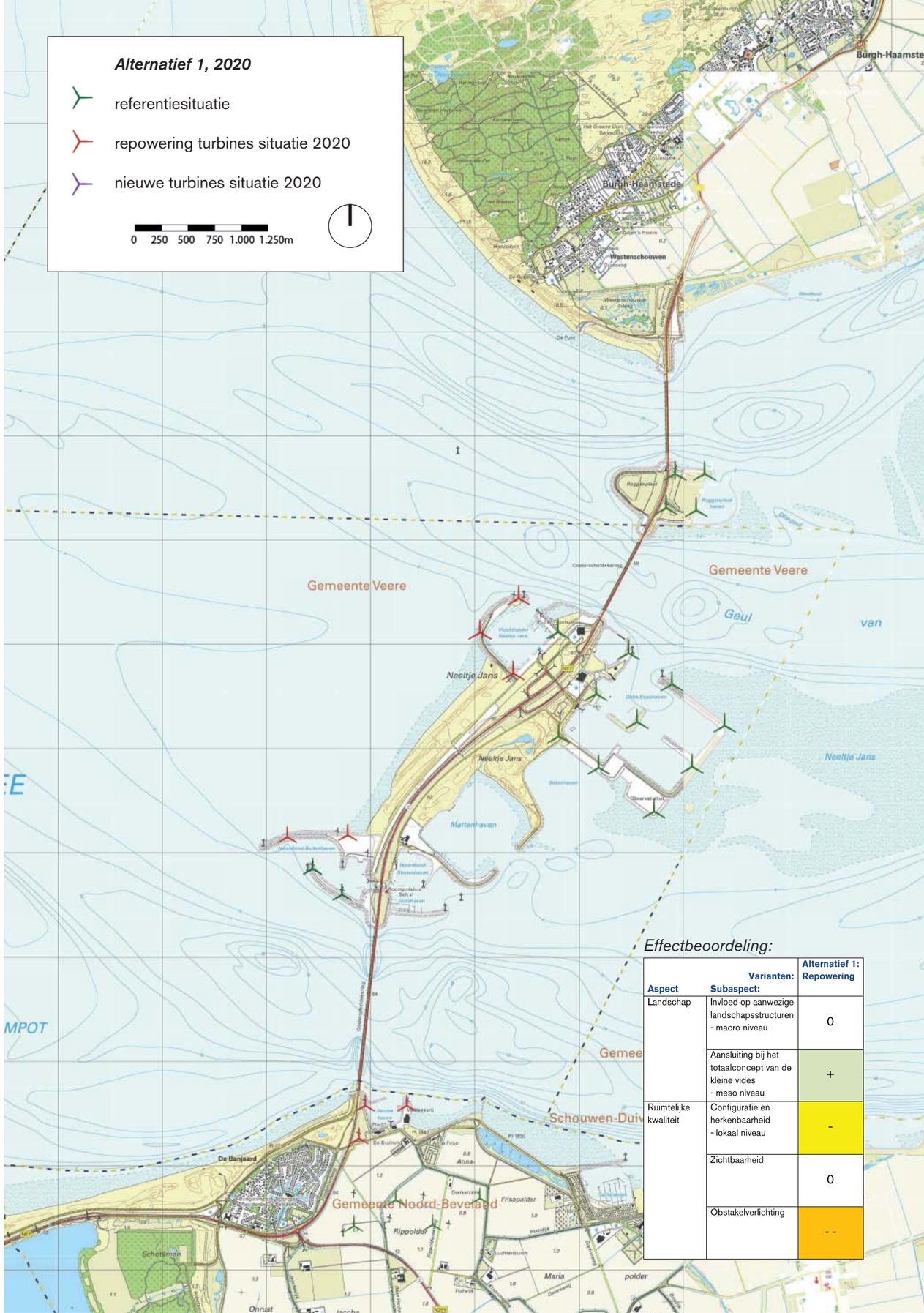
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
De nieuwe turbines binnen dit alternatief voor de situatie 2020 komen op nagenoeg dezelfde locaties terug. Dit betekent dat er ten opzichte van de referentiesituatie geen tot nauwelijks merkbaar verandering optreedt wat betreft de beleving van het energielandschap Neeltje Jans op macro schaalniveau.
De nieuwe turbines volgen ook allemaal de logica van het onderliggende landschap. De turbines op Neeltje Jans staan nog steeds op de hoekpunten van de haven. Binnen opstelling Noordland Buiten volgen ze de kromming van de strekdammen, wat een afwijking vormt wat betreft het eerder gehanteerde blokkenmodel. Het totaalbeeld bestaat dan niet enkel meer uit ‘blokopstellingen’.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
In de huidige opstelling is het concept van de kleine vides al te herkennen. Door schaalvergroting van een aantal turbines wordt dit concept enigszins versterkt. Echter, doordat niet alle turbines gelijktijdig worden gerepowered wordt dit niet direct ten volste merkbaar.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Van Windpark Neeltje Jans vindt een opwaardering plaats van drie van de vier turbines. Het blokkenmodel blijft herkenbaar maar de verschillende turbines verstoren de rust. De herkenbaarheid van deze opstelling raakt hierdoor verslechterd waardoor een onrustig landschapsbeeld ontstaat. Hoewel in mindere mate, geldt voor de opstelling Noordland Buiten hetzelfde. Binnen dit cluster worden twee van de vier turbines opgewaardeerd. Het beeld raakt hier echter minder verstoord omdat een evenwichtig deel van de opstelling wijzigt. Omdat het in beide gevallen gaat om een tijdelijke situatie volgt hieruit geen negatieve beoordeling.
In deze variant zijn opstellingen Neeltje Jans en Bouwdokken afzonderlijk zuiver herkenbaar. De N57 slingert zich tussen beide opstellingen door waardoor het voor de passant over de N57 helder is dat het hier gaat over twee afzonderlijke opstellingen.

Obstakelverlichting
Doordat niet alle turbines consequent per opstelling worden gerepowered ontstaat een onevenwichtig beeld wat ook zijn invloed heeft tijdens de nachtelijke uren. Enkel de nieuwe, hogere turbines (>150 meter) zullen van obstakelverlichting worden voorzien waardoor dit onevenwichtige beeld tijdens donkerte tevens duidelijk merkbaar is.



Visualisatie vanaf Neeltje Jans richting Schouwen Duiveland, Alternatief 1 situatie 2028

Visualisatie vanaf locatie camping Zeelucht, Alternatief 1 situatie 2028

3.2 ALTERNATIEF 1: REPOWERING BESTAANDE PARKEN

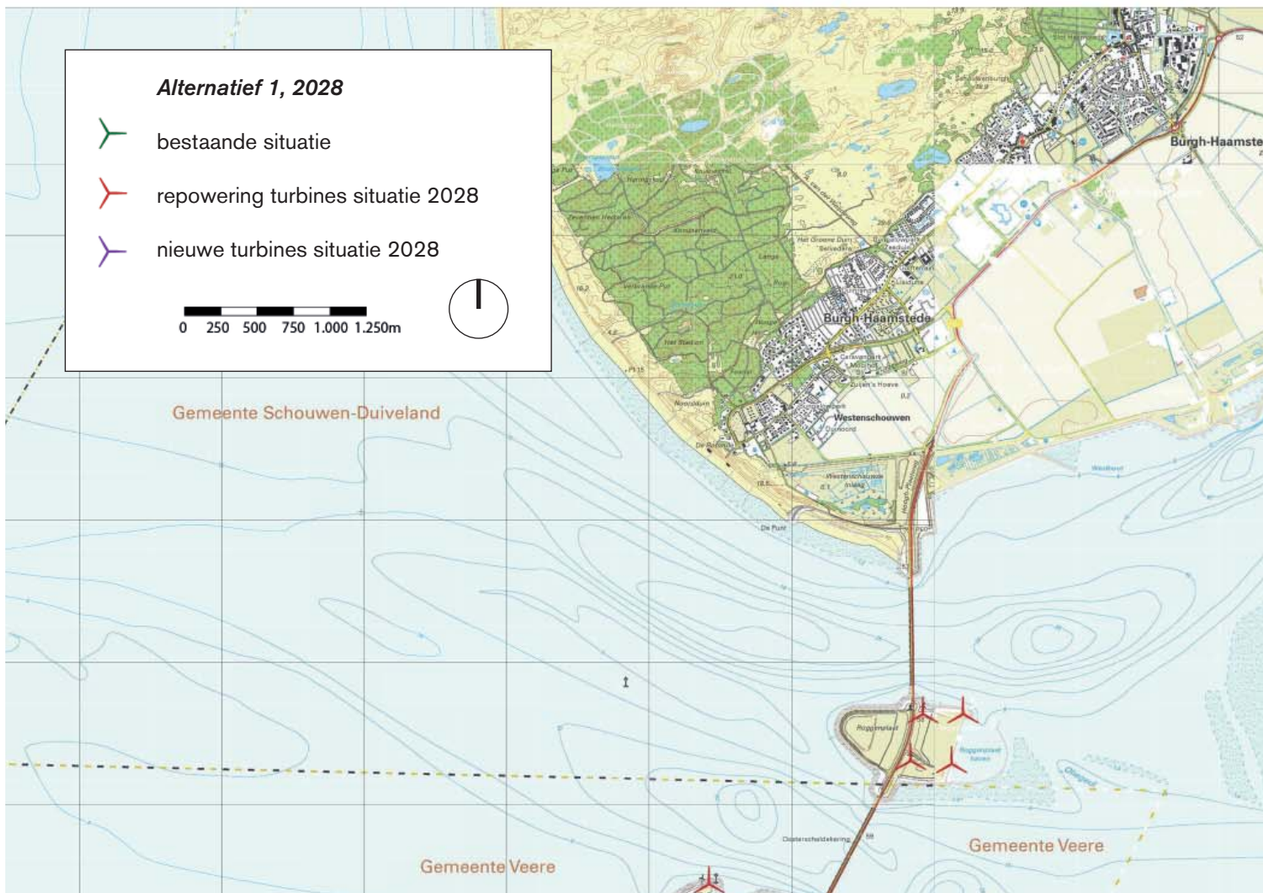
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
De nieuwe turbines binnen dit alternatief voor de situatie 2028 komen op nagenoeg dezelfde locaties terug. Dit betekent dat er ten opzichte van de referentiesituatie ook in deze situatie geen tot nauwelijks merkbaar verandering optreedt wat betreft de beleving van het energielandschap Neeltje Jans op macro schaalniveau.
De nieuwe turbines volgen ook allemaal de logica van het onderliggende landschap. De turbines op Neeltje Jans staan nog steeds op de hoekpunten van de haven. Binnen opstelling Noordland Buiten volgen ze de kromming van de strekdammen. Ook hierbij geldt dat deze laatste afwijkt van het eerdere 'blokkenmodel'.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
In de huidige opstelling is het concept van de kleine vides al te herkennen. Door schaalvergroting van een aantal turbines wordt dit concept enigszins versterkt. In de situatie 2028 zijn de betreffende opstellingen volledig van hoge turbines voorzien. Hierdoor worden de open tussenruimten extra kracht bij gezet en hierdoor duidelijker merkbaar.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
In de situatie 2028 zijn alle windturbines binnen de betreffende opstellingen gerepowered. Hierdoor is het evenwichtige beeld weer terug intact wat bijdraagt aan de herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen. Er ontstaat er weer een rustiger landschapsbeeld.
Ook in 2028 blijven binnen deze variant de opstellingen Neeltje Jans en Bouwdokken afzonderlijk beter leesbaar. Vooral voor de passant over de N57 is deze tweedeling duidelijk merkbaar. Noordland Buiten is een ruit geworden wat een negatieve invloed heeft op de rust en herkenbaarheid van dit cluster en de totaalopstelling.

Obstakelverlichting
In 2028 zijn alle turbines in de betreffende opstellingen gerepowered en voorzien van hoge turbines (>150 meter). Hierdoor ontstaat een meer evenwichtig beeld wat ook in de nachtelijke uren merkbaar is door de toepassing van obstakelverlichting op deze nieuwe turbines.



Effectbeoordeling:

Aspect	Varianten: Subaspect:	Alternatief 1: Repowering
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	0
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie vanaf N57 aankomst Schouwen-Duiveland, Alternatief 2A situatie 2020

Visualisatie vanaf Westenschouwen, Alternatief 2A situatie 2020

3.3 ALTERNATIEF 2A: MATTENHAVEN

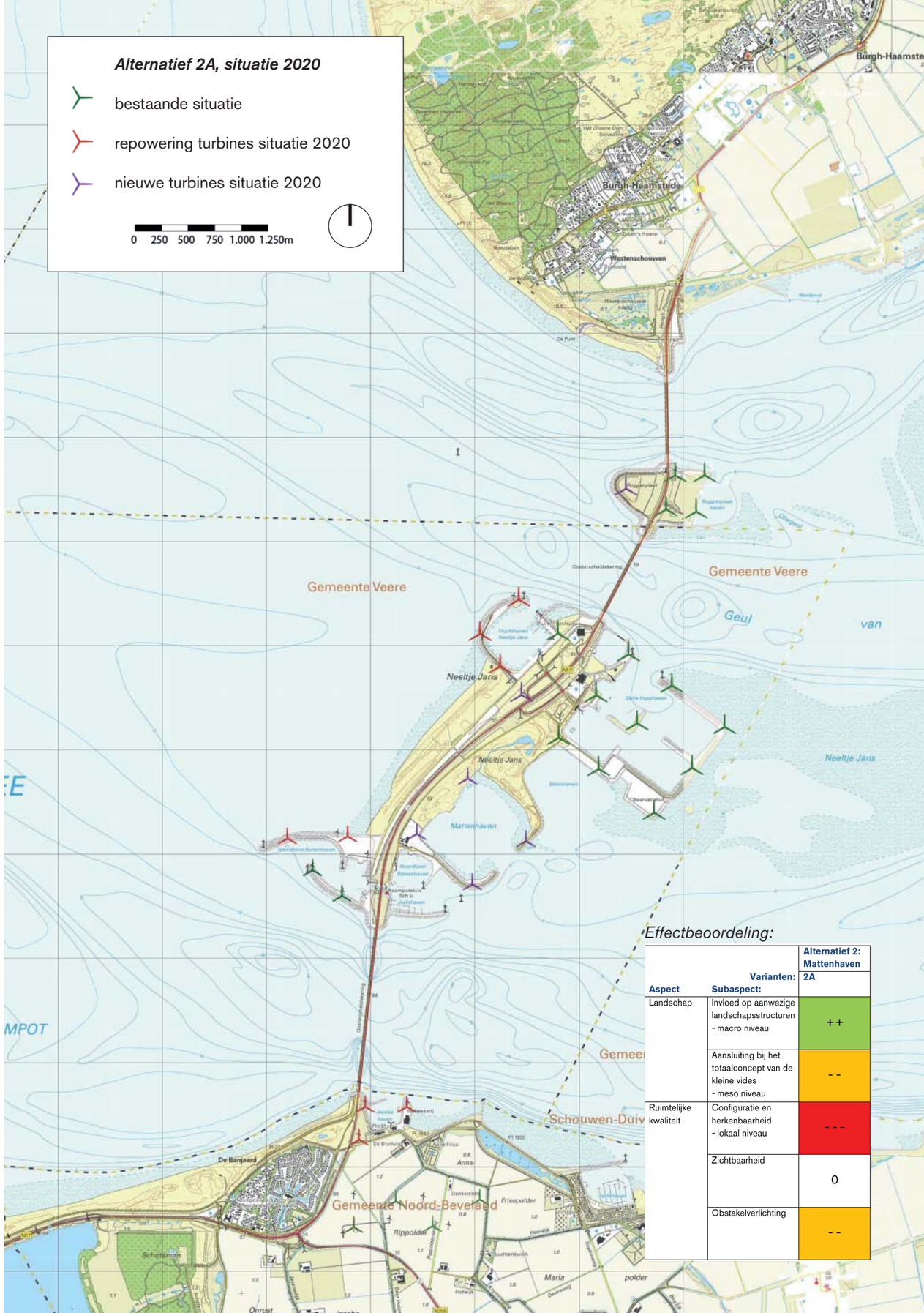
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op grote afstand en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een vrij samenhangend cluster van windturbines die duidelijk gekoppeld liggen aan het landschap van de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Mattenhaven bestaat uit vier windturbines en sluit fraai aan op de vierkant-gevormde haven. Hiermee vormt dit cluster een articulatie van deze landschappelijke structuur er draag het bij aan het karakter van de Oosterscheldekering als man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen met de vides is binnen deze variant aangetast door opstelling Mattenhaven. De open ruimte tussen Binnenhaven en Bouwdokken wordt verder verkleind door de opstelling Mattenhaven waardoor interferentie tussen de onderlinge opstellingen plaats vindt en ze niet meer als afzonderlijke clusters gelezen worden. In plaats daarvan worden Noordland Buiten, Bouwdokken en Neeltje Jans beleeft als één groot cluster. Dit sluit niet aan bij het totaalconcept van de kleine vides wat resulteert in een slechte beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de kleine onderlinge afstand treedt er interferentie op tussen de opstellingen waardoor ze niet meer als afzonderlijke clusters beleefd worden. Dit komt niet ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met vijf turbines waar bij de vier bestaande turbines één grotere turbine wordt toegevoegd (landmark). Hierdoor ontstaat een onsamenhangend cluster wat leidt tot een onrustig landschapsbeeld.
De twee turbines van locatie Poolvoet staan binnen deze variant in lijn met windpark Neeltje Jans waardoor ze ruimtelijk onderdeel vormen van deze opstelling. Echter is deze locatie afhankelijk van de repowering van locatie Neeltje Jans omdat er dan ruimte gecreëerd wordt voor locatie Poolvoet. Omdat de windturbine nabij het Topshuis nog niet gerepowered wordt voor 2020 kan de extra turbine binnen opstelling Poolvoet nog niet geplaatst worden. Dit is echter een tijdelijke situatie en zal daarom op dit punt niet negatief beoordeeld worden. De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt er wel aan bij dat ze voor de oplettende kijker wel als afzonderlijke opstellingen gelezen kunnen worden.

Obstakelverlichting
Doordat niet alle turbines consequent per opstelling worden gerepowered ontstaat een onevenwichtig beeld wat ook zijn invloed heeft tijdens de nachtelijke uren. Enkel de nieuwe, hogere turbines (>150 meter) zullen van obstakelverlichting worden voorzien waardoor dit onevenwichtige beeld tijdens donkerte tevens duidelijk merkbaar is.



Effectbeoordeling:

Varianten:		Alternatief 2: Mattenhaven
Aspect	Subaspect:	2A
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- - -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie vanaf N57 aankomst Schouwen-Duiveland, Alternatief 2A situatie 2028

Visualisatie vanaf Westenschouwen, Alternatief 2A situatie 2028

3.3 ALTERNATIEF 2A: MATTENHAVEN

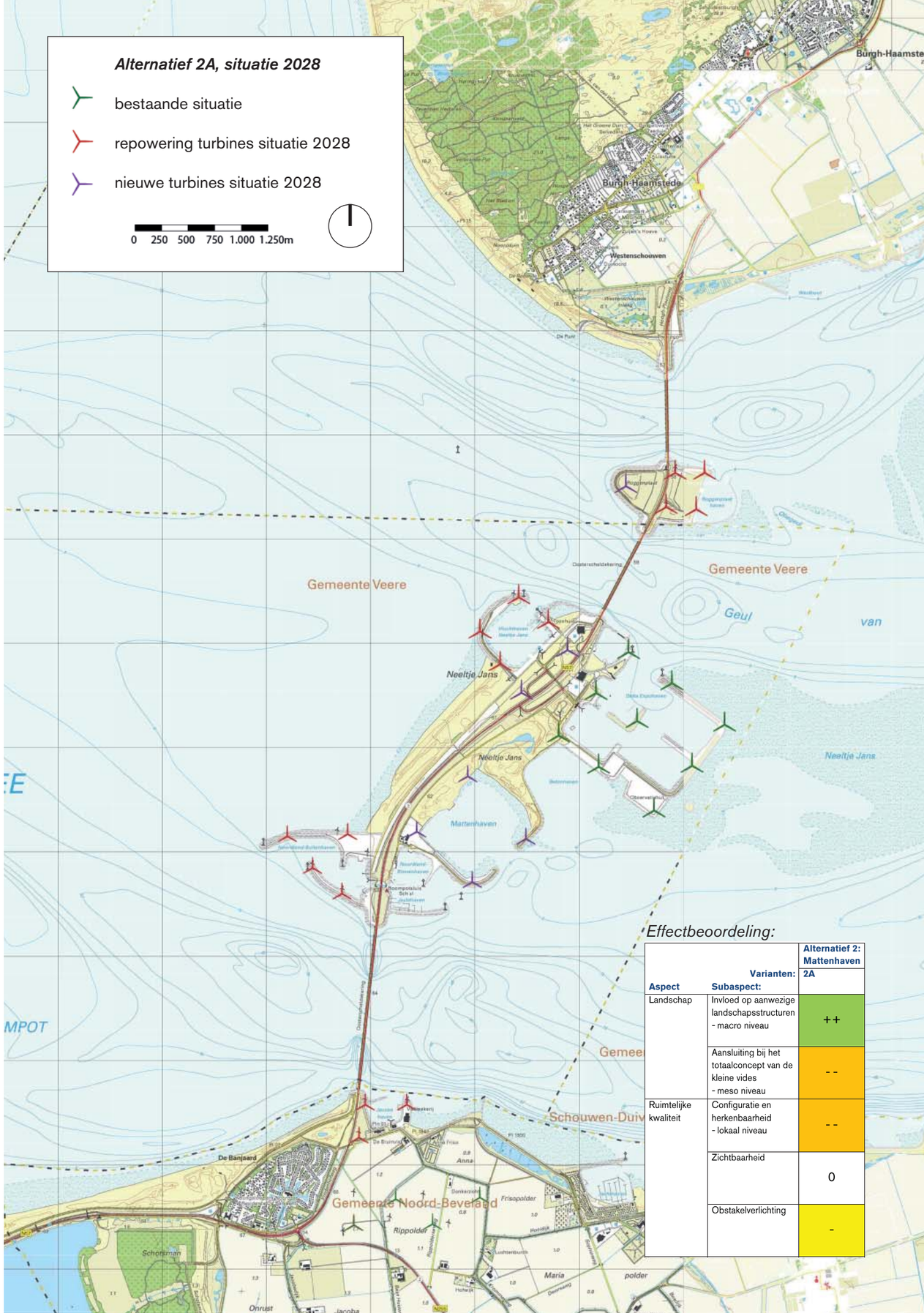
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na opschaling van Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten verandert er wat dit criterium betreft nagenoeg niets. De turbines van Noordland Buiten staan na repowering wat meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark hebben geen directe invloed op het concept van de kleine vides. De opstelling Mattenhaven is met zijn ligging tussen twee concentraties in storende ruis binnen het gekozen totaalconcept van de kleine vides.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de plaatsing van opstelling Mattenhaven en door de verdere opschaling van de opstellingen Noordland Buiten en Bouwdokken-Neeltje Jans gaan de opstellingen nog meer met elkaar interfereren wat niet ten goede komt aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Neeltje Jans is in deze situatie volledig gerepowered waardoor ook de tweede turbine op locatie Poolvoet geplaatst kan worden. Hierdoor staat deze opstelling nu volledig overeind. De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt bij dat ze voor weggebruiker als rustige, afzonderlijke en rustige opstellingen beleefd kunnen worden.

Obstakelverlichting
Volgens de huidige regelgeving dienen alle turbines binnen deze variant ook in de situatie 2028 na repowering van obstakelverlichting te worden voorzien. Dit resulteert daarom in een negatieve waardering op dit onderdeel.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 2: Mattenhaven Varianten: 2A
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie locatie Poolvoet, Alternatief 2B situatie 2020

Visualisatie vanaf Breezand, Alternatief 2B situatie 2020

3.4 ALTERNATIEF 2B: MATTENHAVEN

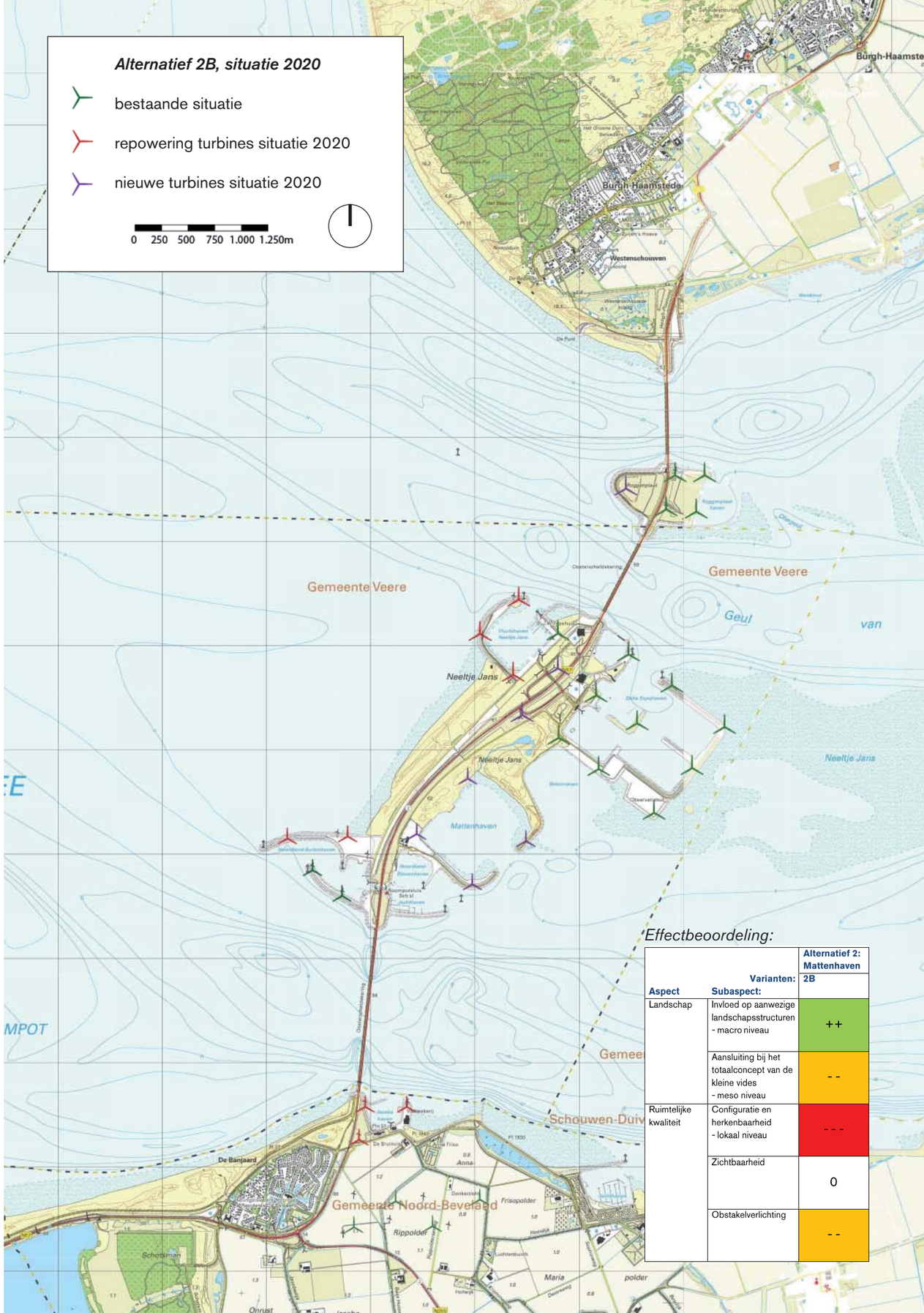
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op grote afstand en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een vrij samenhangend cluster van windturbines die duidelijk gekoppeld liggen aan het landschap van de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Mattenhaven bestaat uit 4 windturbines en sluit fraai aan op de vierkant-gevormde haven. Hiermee vormt dit cluster een articulatie van deze landschappelijke structuur er draag het bij aan het karakter van de Oosterscheldekering als man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen afgewisseld met kleine vides is binnen deze variant aangetast door opstelling Mattenhaven. Tussen de overige opstellingen is wel een vide waarneembaar wat hier resulteert in een fraaie onderlinge ritmiek. De open ruimte tussen de clusters Noordland Buiten en Bouwdokken wordt verder verkleind door de opstelling Mattenhaven waardoor interferentie optreedt en ze niet meer als afzonderlijke clusters gelezen worden. In plaats daarvan worden Noordland Buiten, Bouwdokken en Neeltje Jans beleefd als één groot cluster. Dit sluit niet aan bij het totaalconcept van de kleine vides wat resulteert in een negatieve beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de kleine onderlinge afstand treedt er interferentie op tussen de opstellingen waardoor ze niet meer als afzonderlijke clusters beleefd worden. Dit komt niet ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met 5 turbines waar bij de vier bestaande turbines één grotere turbine wordt toegevoegd (landmark). Hierdoor ontstaat een onsamenhangend cluster wat leid tot een onrustig landschapsbeeld. Binnen de onderzochte klassen windturbines is echter te weinig onderscheid om van een echt landmark te spreken.
De twee turbines van locatie Poolvoet staan binnen deze variant in lijn met windpark Bouwdokken waardoor ze ruimtelijk onderdeel vormen van deze opstelling. Echter, doordat ze een schakel vormen tussen Bouwdokken en Neeltje Jans vormen deze opstellingen een samenhangend cluster. Met name het doorzetten van het raster Bouwdokken over de N57 zal de leesbaarheid negatief beïnvloeden.

Obstakelverlichting
Doordat niet alle turbines consequent per opstelling worden gerepowered ontstaat een onevenwichtig beeld wat ook zijn invloed heeft tijdens de nachtelijke uren. Enkel de nieuwe, hogere turbines (>150 meter) zullen van obstakelverlichting worden voorzien waardoor dit onevenwichtige beeld tijdens donkerte tevens duidelijk merkbaar is.



Effectbeoordeling:

Varianten:		Alternatief 2: Mattenhaven
Aspect	**Subaspect:**	**2B**
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- - -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie locatie Poolvoet, Alternatief 2B situatie 2020

Visualisatie vanaf Breezand, Alternatief 2B situatie 2028

3.4 ALTERNATIEF 2B: MATTENHAVEN

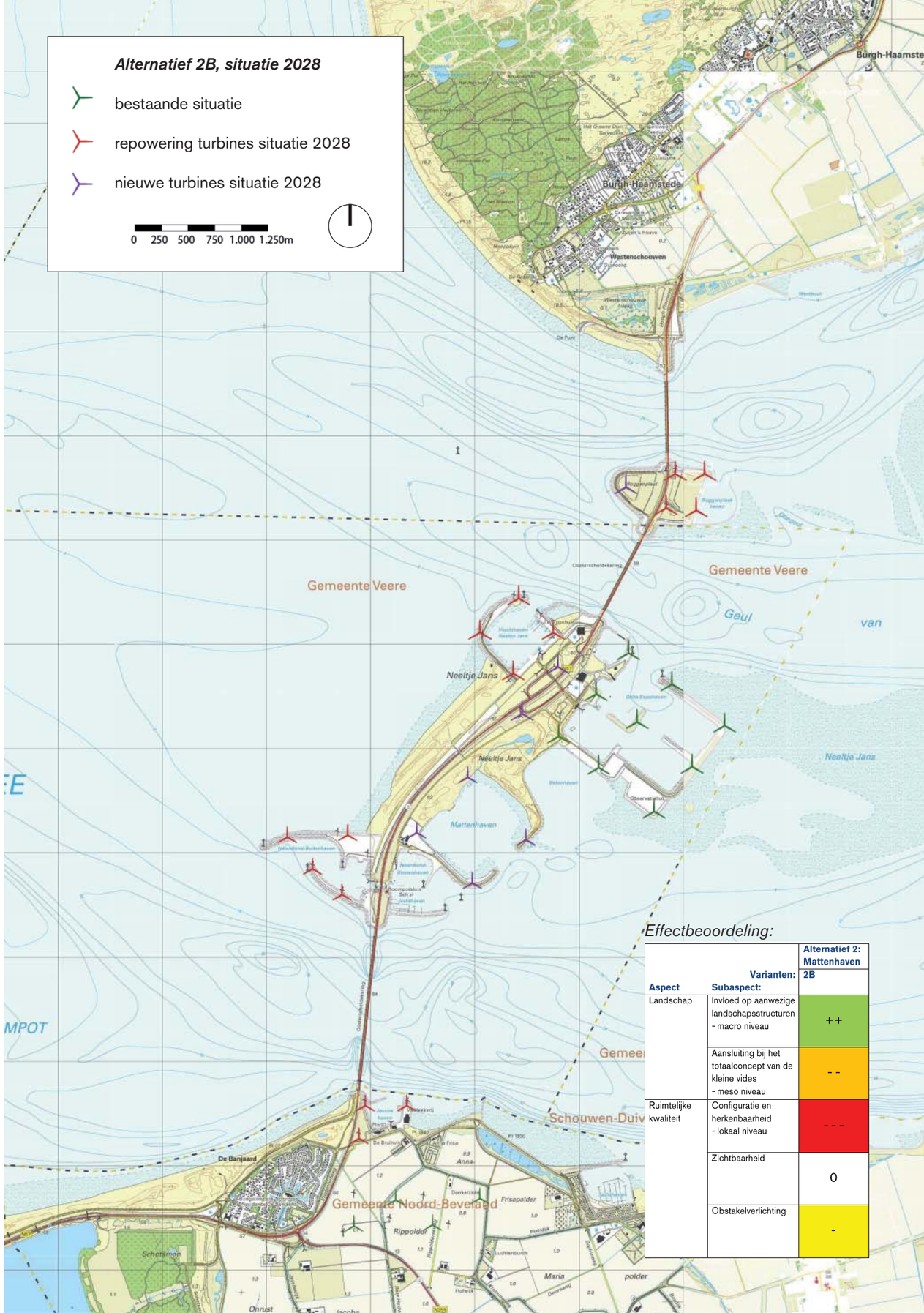
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na opschaling van de opstellingen Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten veranderd er wat dit criterium betreft nagenoeg niets ten opzichte van de situatie 2020. De turbines van Noordland Buiten staan na repowering wat meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark hebben geen directe invloed op het concept van de kleine vides. De opstelling Mattenhaven blijft met zijn ligging tussen twee concentraties een storende ruis binnen het gekozen totaalconcept van de kleine vides.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de plaatsing van opstelling Mattenhaven en door de verdere opschaling van de opstellingen Noordland Buiten en Bouwdokken-Neeltje Jans gaan de opstellingen nog meer met elkaar interfereren. Dit komt niet ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen, als gevolg van eenzelfde turbinegrootte.

Obstakelverlichting
In 2028 zijn alle turbines in de betreffende opstellingen gerepowered en voorzien van hoge turbines (>150 meter). Hierdoor ontstaat een meer evenwichtig beeld wat ook in de nachtelijke uren merkbaar is door de toepassing van obstakelverlichting op deze nieuwe turbines.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 2: Mattenhaven Varianten: 2B
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- - -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie vanaf Zierikzee, Alternatief 2C situatie 2020

Visualisatie vanaf N57 - opgang zuid, Alternatief 2C situatie 2020

3.5 ALTERNATIEF 2C: MATTENHAVEN

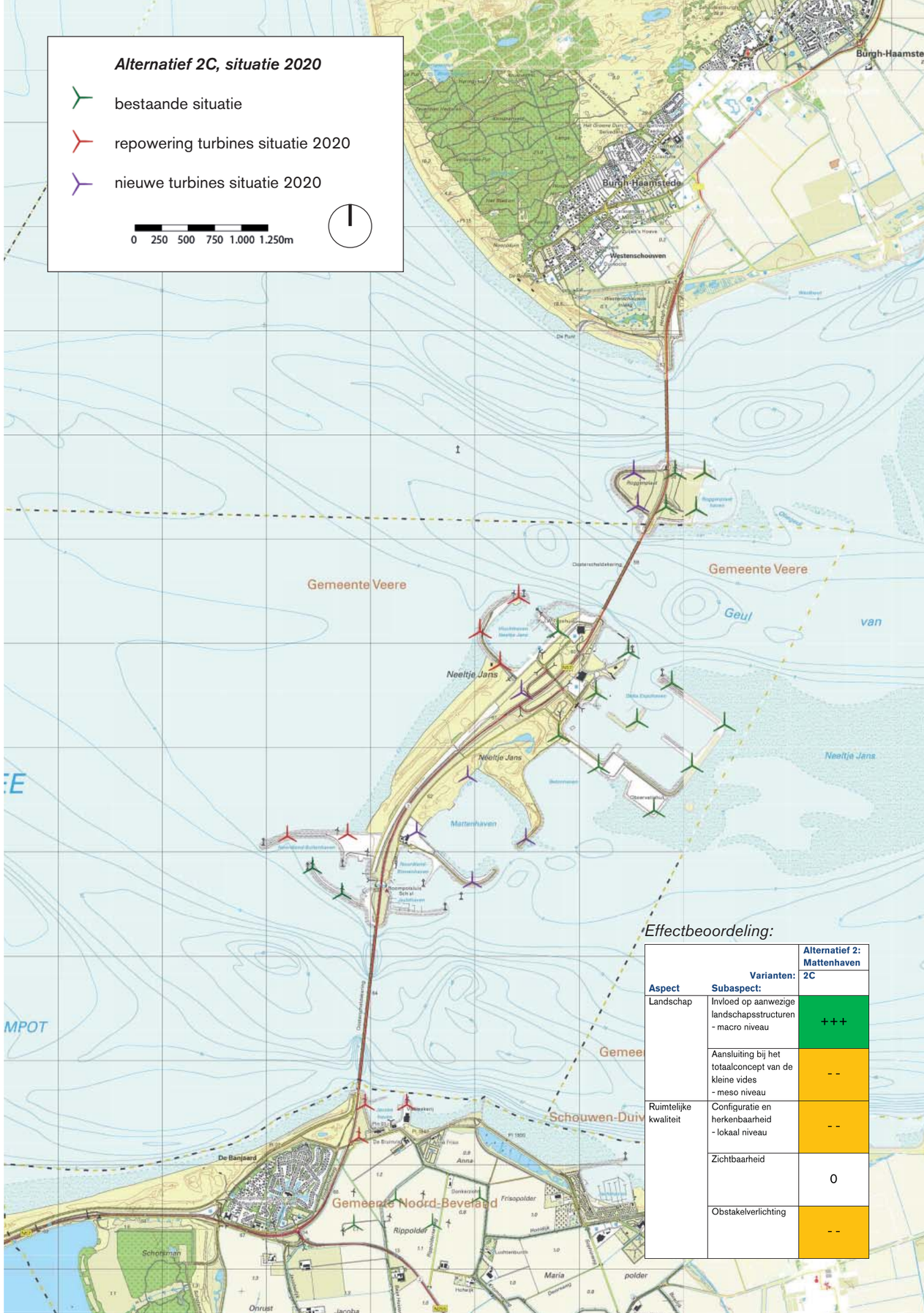
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op grote afstand en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een vrij samenhangend cluster van windturbines die duidelijk gekoppeld liggen aan het landschap van de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Mattenhaven bestaat uit 4 windturbines en sluit fraai aan op de vierkant-gevormde haven. Hiermee vormt dit cluster een articulatie van deze landschappelijke structuur er draag het bij aan het karakter van de Oosterscheldekering als man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen met de vides is binnen deze variant aangetast door opstelling Mattenhaven. De open ruimte tussen Binnenhaven en Bouwdokken wordt verder verkleind door de opstelling Mattenhaven waardoor interferentie tussen de onderlinge opstellingen plaats vindt en ze niet meer als afzonderlijke clusters gelezen worden. In plaats daarvan worden Noordland Buiten, Bouwdokken en Neeltje Jans beleeft als één groot cluster. Dit sluit niet aan bij het totaalconcept van de kleine vides wat resulteert in een slechte beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de kleine onderlinge afstand treedt er interferentie op tussen de opstellingen waardoor ze niet meer als afzonderlijke clusters beleefd worden. Dit komt niet ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen, en de gehele compositie.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met zes turbines. Naast de vier bestaande windturbines zijn binnen deze variant twee nieuwe turbines geplaatst die in een later stadium dezelfde orde van grootte zullen hebben. Samen met de twee nieuwe turbines vormt deze opstelling tijdelijk (tot 2028) een samenhangend, zij het minder leesbaar, windturbinecluster.
De turbine van locatie Poolvoet staat binnen deze variant in lijn met windpark Neeltje Jans waardoor ze visueel onderdeel gaan vormen van deze opstelling. Om het raster compleet te maken is de repowering van de vierde turbine van Neeltje Jans noodzakelijk (positiewijziging). Dit is echter een tijdelijke situatie en zal daarom op dit punt niet negatief beoordeeld worden.
De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt bij dat ze voor weggebruiker als afzonderlijke opstellingen gelezen kunnen worden.

Obstakelverlichting
Doordat niet alle turbines consequent per opstelling worden gerepowered ontstaat een onevenwichtig beeld wat ook zijn invloed heeft tijdens de nachtelijke uren. Enkel de nieuwe, hogere turbines (>150 meter) zullen van obstakelverlichting worden voorzien waardoor dit onevenwichtige beeld tijdens donkerte tevens duidelijk merkbaar is.



Effectbeoordeling:

Varianten:		Alternatief 2: Mattenhaven
Aspect	Subaspect:	2C
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	+++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie vanaf Zierikzee, Alternatief 2C situatie 2028

Visualisatie vanaf N57 - opgang zuid, Alternatief 2C situatie 2028

3.5 ALTERNATIEF 2C: MATTENHAVEN

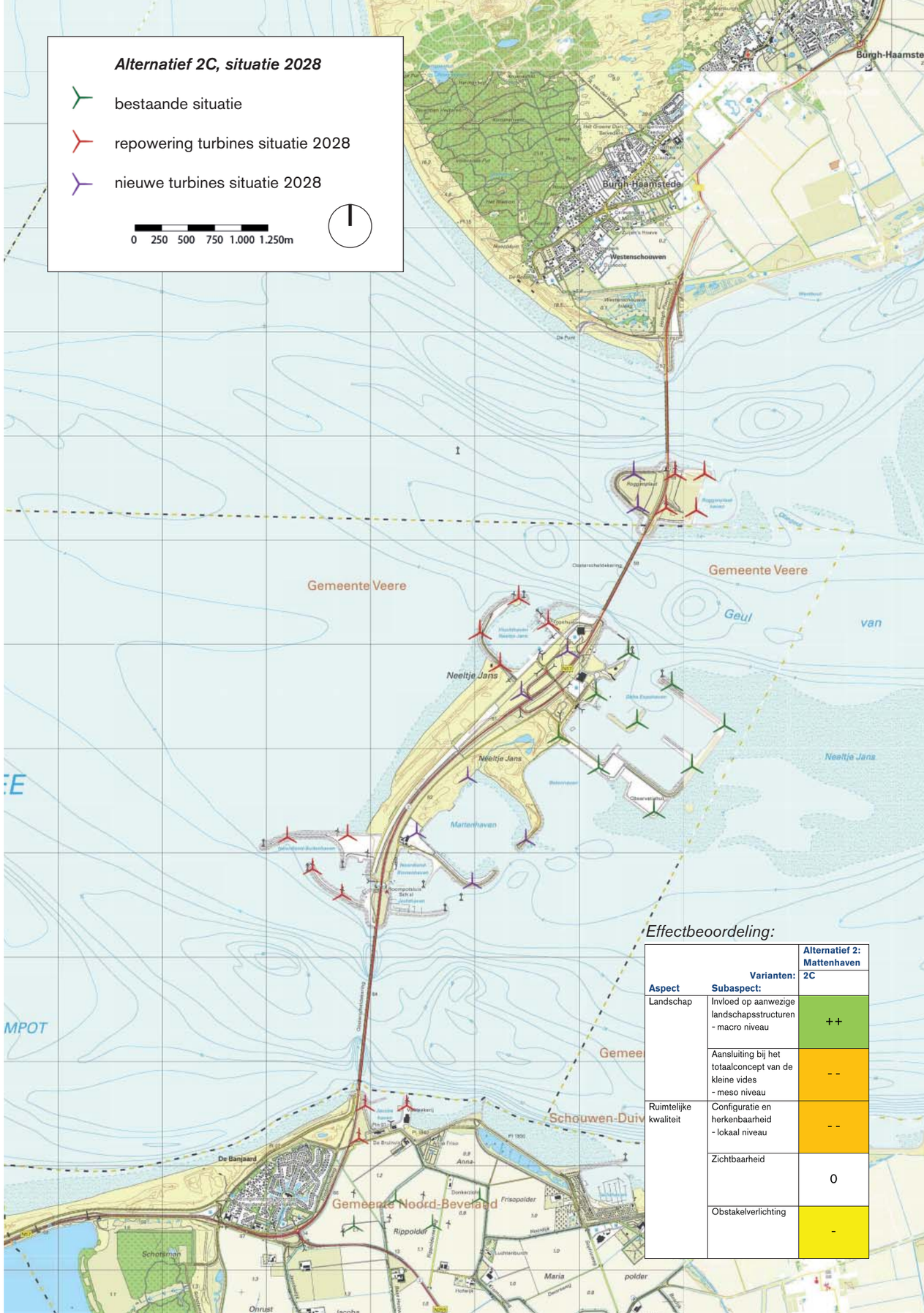
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na opschaling van de opstellingen Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten veranderd er wat dit criterium betreft nagenoeg niets ten opzichte van de situatie 2020. De turbines van Noordland Buiten staan na repowering wat meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark hebben geen directe invloed op het concept van de kleine vides. De opstelling Mattenhaven blijft met zijn ligging tussen twee concentraties een storende ruis binnen het gekozen totaalconcept van de kleine vides.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de plaatsing van opstelling Mattenhaven en door de verdere opschaling van de opstellingen Noordland Buiten en Bouwdokken-Neeltje Jans gaan de opstellingen nog meer met elkaar interfereren wat niet ten goede komt aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Neeltje Jans is in deze situatie volledig gerepowered waardoor ook de tweede turbine op locatie Poolvoet geplaatst kan worden. Hierdoor staat deze opstelling nu volledig overeind. De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt bij dat ze voor weggebruiker als rustige, afzonderlijke en rustige opstellingen beleefd kunnen worden.

Obstakelverlichting
In 2028 zijn alle turbines in de betreffende opstellingen gerepowerd en voorzien van hoge turbines (>150 meter). Hierdoor ontstaat een meer evenwichtig beeld wat ook in de nachtelijke uren merkbaar is door de toepassing van obstakelverlichting op deze nieuwe turbines.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect: / Varianten:	Alternatief 2: Mattenhaven 2C
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie vanaf locatie N57 - opgang noord, Alternatief 2D situatie 2020

Visualisatie vanaf locatie camping Zeelucht, Alternatief 2D situatie 2020

3.6 ALTERNATIEF 2D MATTENHAVEN

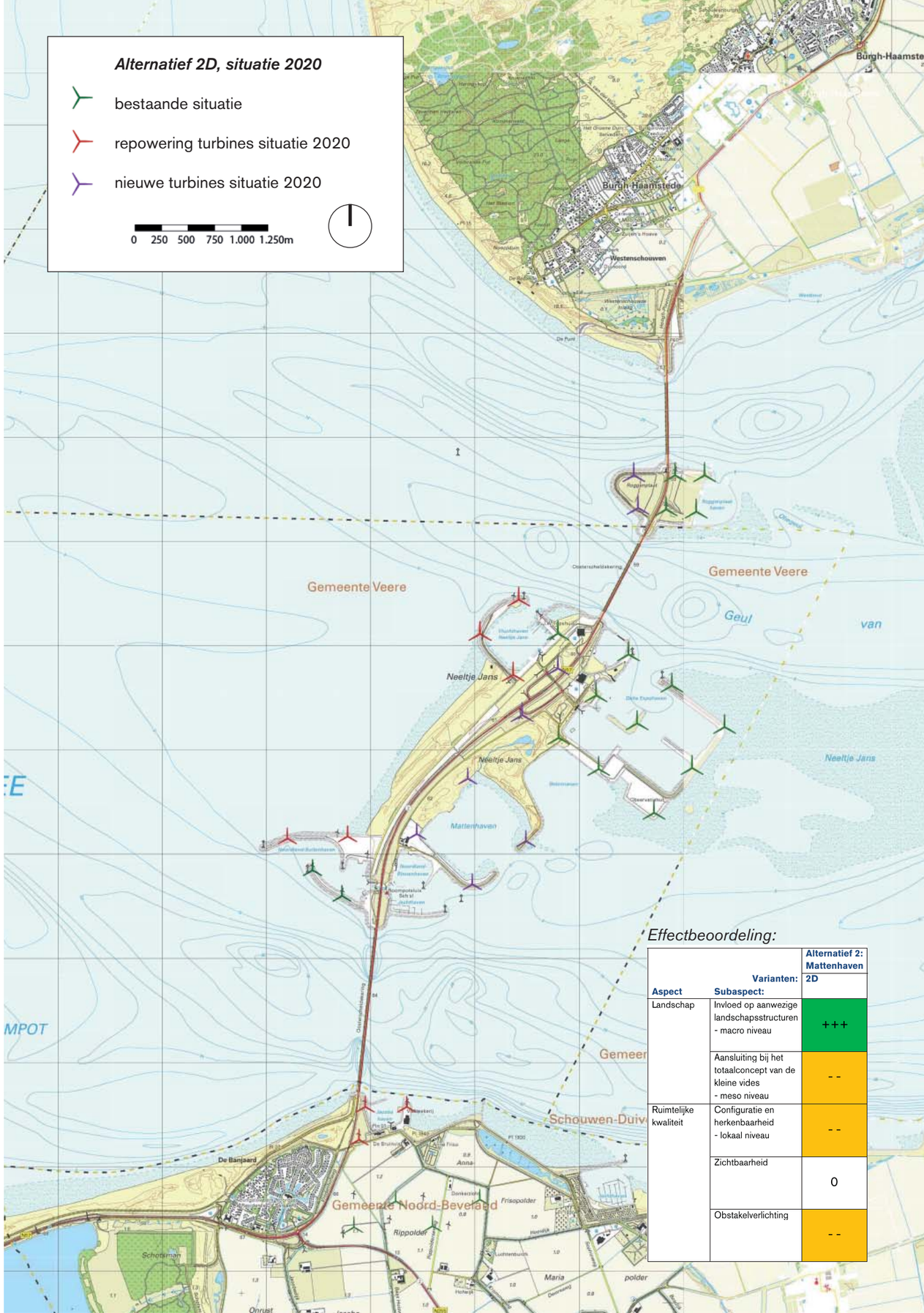
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op grote afstand en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een vrij samenhangend cluster van windturbines die duidelijk gekoppeld liggen aan het landschap van de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Mattenhaven bestaat uit vier windturbines en sluit fraai aan op de vierkant-gevormde haven. Hiermee vormt dit cluster een articulatie van deze landschappelijke structuur er draag het bij aan het karakter van de Oosterscheldekering als man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen afgewisseld met kleine vides is binnen deze variant aangetast door opstelling Mattenhaven. Tussen de overige opstellingen is wel een vide waarneembaar wat hier resulteert in een fraaie onderlinge ritmiek. De open ruimte tussen de clusters Noordland Buiten en Bouwdokken wordt verder verkleind door de opstelling Mattenhaven waardoor interferentie optreedt en ze niet meer als afzonderlijke clusters gelezen worden. In plaats daarvan worden Noordland Buiten, Bouwdokken en Neeltje Jans beleefd als één groot cluster zonder duidelijk herkenbare structuur. Dit sluit niet aan bij het totaalconcept van de kleine vides wat resulteert in een negatieve beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de kleine onderlinge afstand treedt er interferentie op tussen de opstellingen waardoor ze niet meer als afzonderlijke clusters beleefd worden. Dit komt niet ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met zes turbines. Naast de vier bestaande windturbines zijn binnen deze variant twee nieuwe turbines geplaatst die in een later stadium dezelfde orde van grootte zullen hebben. Samen met de twee nieuwe turbines vormt deze opstelling tijdelijk (tot 2028) een samenhangend, zij het minder leesbaar, windturbinecluster.
De twee turbines van locatie Poolvoet staan binnen deze variant in lijn met de opstelling Bouwdokken waardoor ze ruimtelijk onderdeel vormen van dit cluster. Echter, doordat ze een schakel vormen tussen Bouwdokken en Neeltje Jans vormen deze opstellingen samen een wat onsamenhangend cluster. Met name het doorzetten van het raster Bouwdokken over de N57 zal de leesbaarheid negatief beïnvloeden.

Obstakelverlichting
Doordat niet alle turbines consequent per opstelling worden gerepowered ontstaat een onevenwichtig beeld wat ook zijn invloed heeft tijdens de nachtelijke uren. Enkel de nieuwe, hogere turbines (>150 meter) zullen van obstakelverlichting worden voorzien waardoor dit onevenwichtige beeld tijdens donkerte tevens duidelijk merkbaar is.



Effectbeoordeling:

Varianten:		Alternatief 2: Mattenhaven
Aspect	Subaspect:	2D
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	+++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie vanaf locatie N57 - opgang noord, Alternatief 2D situatie 2028

Visualisatie vanaf locatie camping Zeelucht, Alternatief 2D situatie 2028

3.6 ALTERNATIEF 2D: MATTENHAVEN

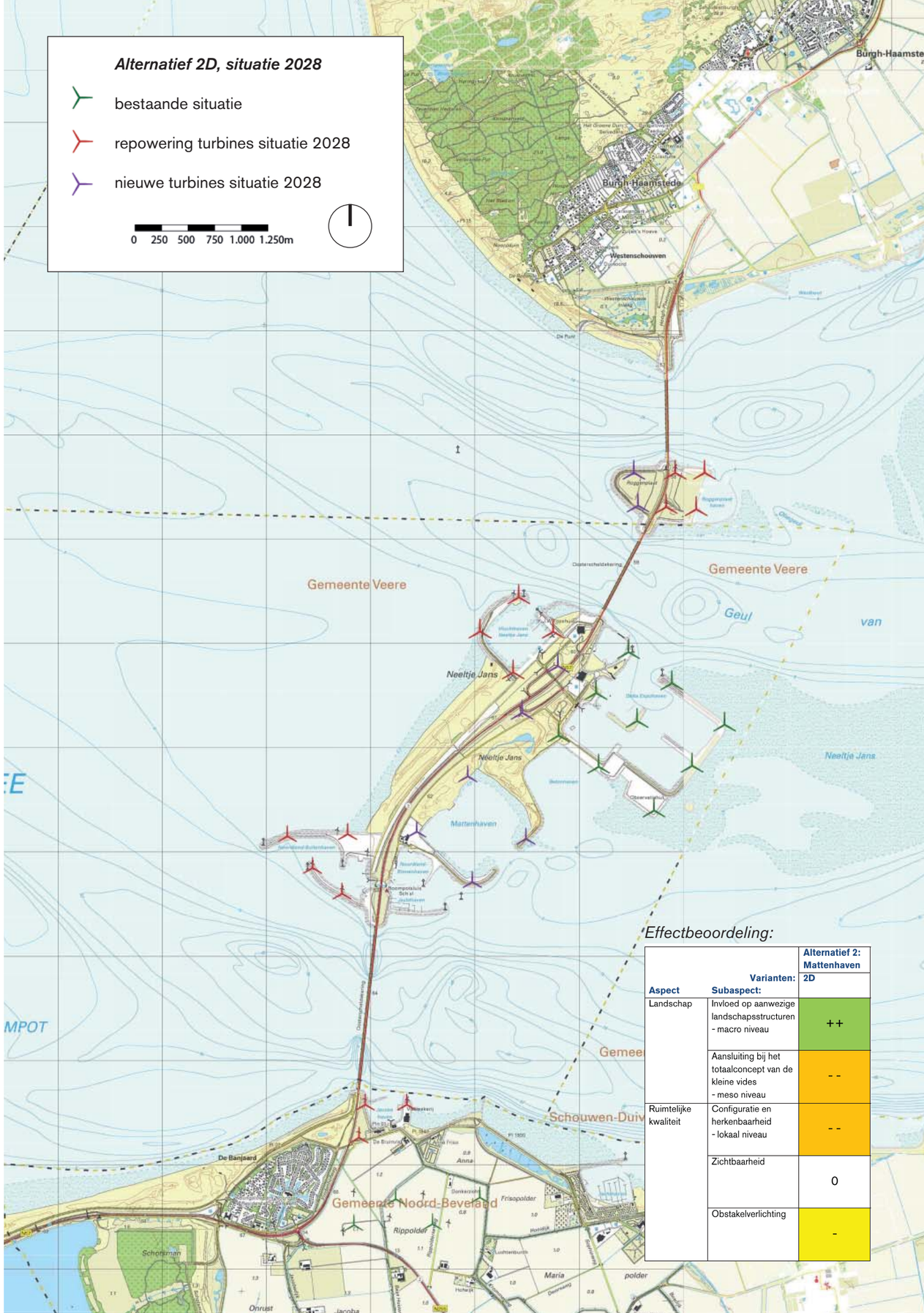
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na opschaling van de opstellingen Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten veranderd er wat dit criterium betreft nagenoeg niets ten opzichte van de situatie 2020. De turbines van Noordland Buiten staan na repowering wat meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark hebben geen directe invloed op het concept van de kleine vides. De opstelling Mattenhaven blijft met zijn ligging tussen twee concentraties een storende ruis binnen het gekozen totaalconcept van de kleine vides.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de plaatsing van opstelling Mattenhaven en door de verdere opschaling van de opstellingen Noordland Buiten en Bouwdokken-Neeltje Jans gaan de opstellingen nog meer met elkaar interfereren. Dit komt niet ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen, als gevolg van eenzelfde turbinegrootte.

Obstakelverlichting
In 2028 zijn alle turbines in de betreffende opstellingen gerepowered en voorzien van hoge turbines (>150 meter). Hierdoor ontstaat een meer evenwichtig beeld wat ook in de nachtelijke uren merkbaar is door de toepassing van obstakelverlichting op deze nieuwe turbines.



Effectbeoordeling:

Varianten:		Alternatief 2: Mattenhaven
Aspect	**Subaspect:**	**2D**
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	- -
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	- -
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie vanaf locatie N57 - opgang Noord, Alternatief 3A situatie 2020

Visualisatie vanaf locatie camping Zeelucht, Alternatief 3A situatie 2020

3.7 ALTERNATIEF 3A: BINNENHAVEN

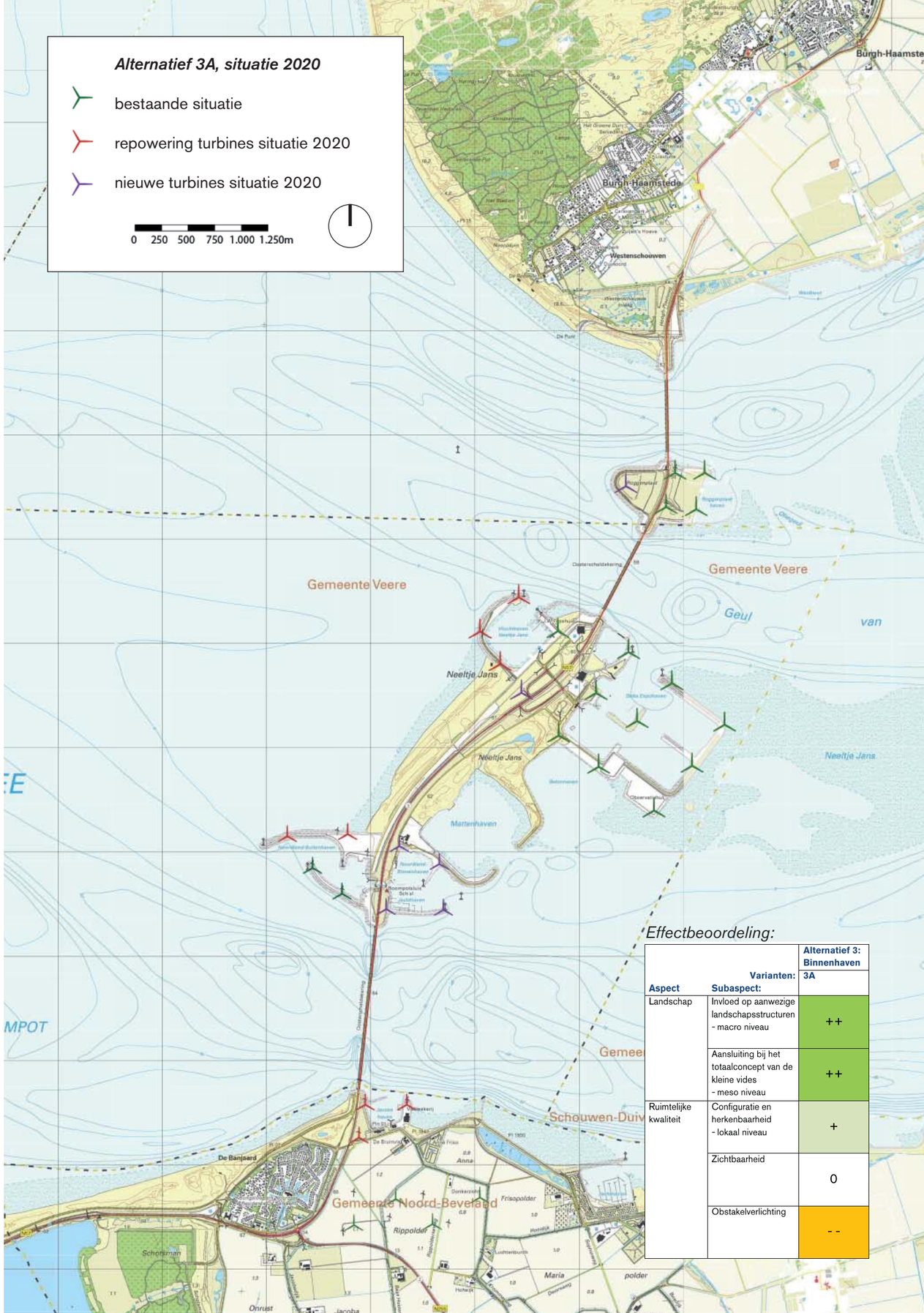
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op macroschaal en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een integraal landschap waarbij windturbines duidelijk gekoppeld zijn aan de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Binnenhaven bestaande uit vier windturbines volgt samen met de opstelling Noordland Buiten de gebogen lijnen van de strekdammen. Hierdoor sluit de totaalopstelling goed aan op de aanwezige landschapsstructuren van dit man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen met de vides krijgt binnen deze variant een goede invulling. De open ruimte tussen Bouwdokken en het cluster turbines rondom de sluis maakt de compacte clusters individueel herkenbaar en geeft uitzicht op het karakteristieke open landschapsbeeld. Hierdoor wordt de ritmiek van concentraties windturbines afgewisseld leesbaar aangezet. Dit resulteert in een zeer positieve beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
De onderlinge afstand tussen de windturbineconcentraties is zodanig dat de opstellingen bij passeren over de N57 als afzonderlijke clusters gelezen kunnen worden. Ook wordt hierdoor het accent gelegd op de open zichten richting het water aan beide zijden van de weg. Daarnaast komen de open vides ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met vijf turbines waar bij de vier bestaande turbines één grotere turbine wordt toegevoegd (landmark). Hierdoor ontstaat een onsamenhangend cluster wat leidt tot een onrustig landschapsbeeld.
De turbine van locatie Poolvoet staat binnen deze variant in lijn met windpark Neeltje Jans waardoor ze visueel onderdeel gaan vormen van deze opstelling. Om het raster compleet te maken is de repowering van de vierde turbine van Neeltje Jans noodzakelijk (positiewijziging).
Dit is echter een tijdelijke situatie en zal daarom op dit punt niet negatief beoordeeld worden.
De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt bij dat ze voor weggebruiker als afzonderlijke opstellingen gelezen kunnen worden.

Obstakelverlichting
Volgens de huidige regelgeving dienen alle turbines binnen deze variant van obstakelverlichting te worden voorzien. Dit resulteert daarom in een negatieve waardering op dit onderdeel.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 3: Binnenhaven Varianten: 3A
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie vanaf locatie N57 - opgang Noord, Alternatief 3A situatie 2028

Visualisatie vanaf locatie camping Zeelucht, Alternatief 3A situatie 2028

3.7 ALTERNATIEF 3A: BINNENHAVEN

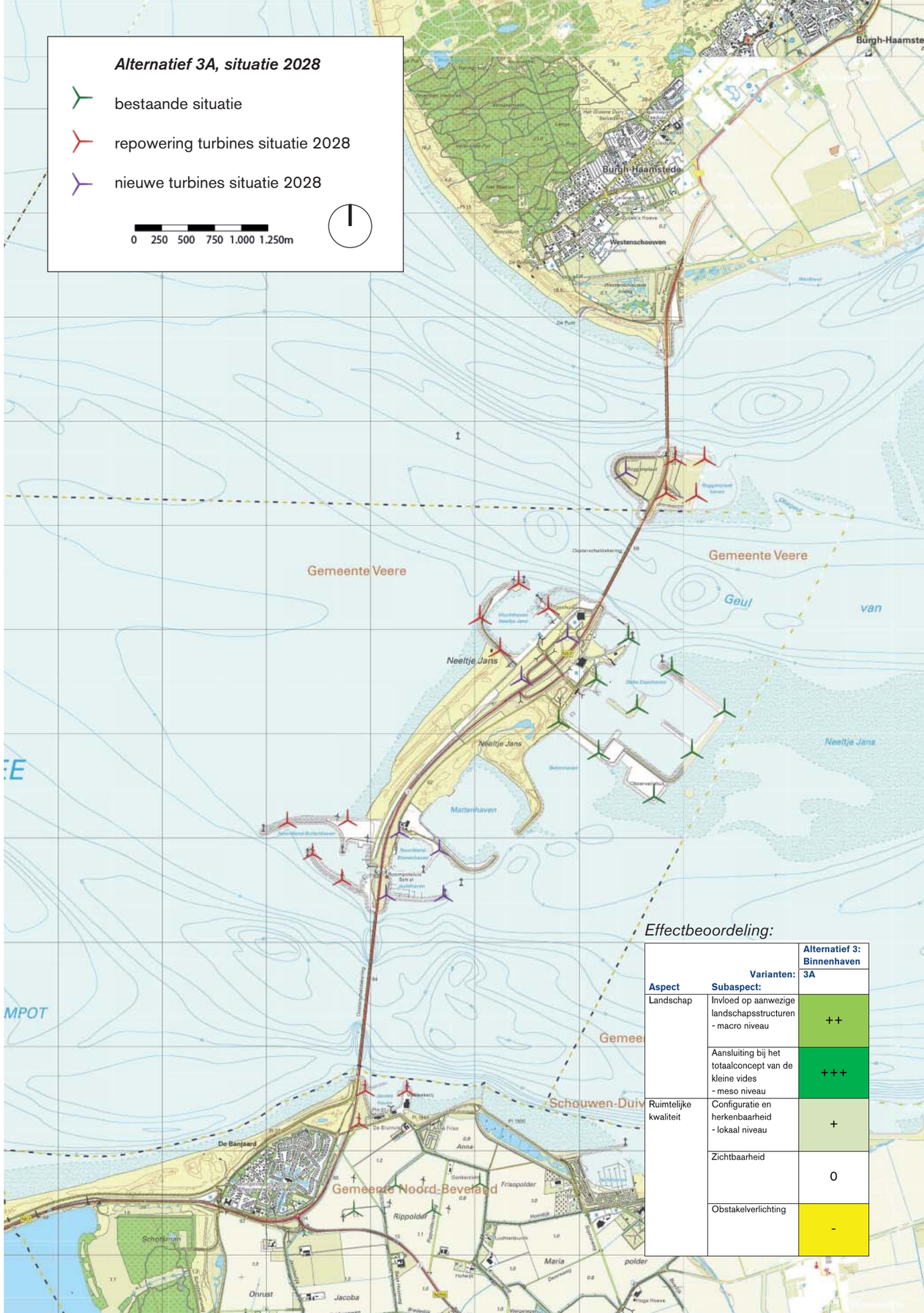
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na opschaling van Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten komt de schaal van de windturbines wat meer overeen met de overige windturbines. Hierdoor krijgen ze een grotere onderlinge relatie en ontstaat een meer samenhangend windpark.
Daarnaast staan de turbines van Noordland Buiten na repowering meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark heeft een minimale invloed op het concept van de kleine vides. Ze worden er zelfs in mindere mate door versterkt doordat de turbines nu allemaal min of meer van dezelfde orde van grootte zijn. Hierdoor komen de kleine vides nog beter tot hun recht.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de opschaling van opstelling Noordland Buiten volgen de turbines nog meer de structuur van de strekdammen. Dit heeft als gevolg dat ze samen met de opstelling Binnenhaven twee vloeiende bogen vormen wat de helderheid van de opstelling ten goede komt.
Neeltje Jans is in deze situatie volledig gerepowered waardoor ook de tweede turbine op locatie Poolvoet geplaatst kan worden. Hierdoor staat deze opstelling nu volledig overeind. De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt bij dat ze voor weggebruiker als rustige, afzonderlijke en rustige opstellingen beleefd kunnen worden.

Obstakelverlichting
Volgens de huidige regelgeving dienen alle turbines binnen deze variant ook in de situatie 2028 na repowering van obstakelverlichting te worden voorzien. Dit resulteert daarom in een negatieve waardering op dit onderdeel.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 3: Binnenhaven Varianten: 3A
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie vanaf Zierikzee, Alternatief 3B situatie 2020

Visualisatie vanaf N57 - opgang zuid, Alternatief 3B situatie 2020

3.8 ALTERNATIEF 3B: BINNENHAVEN

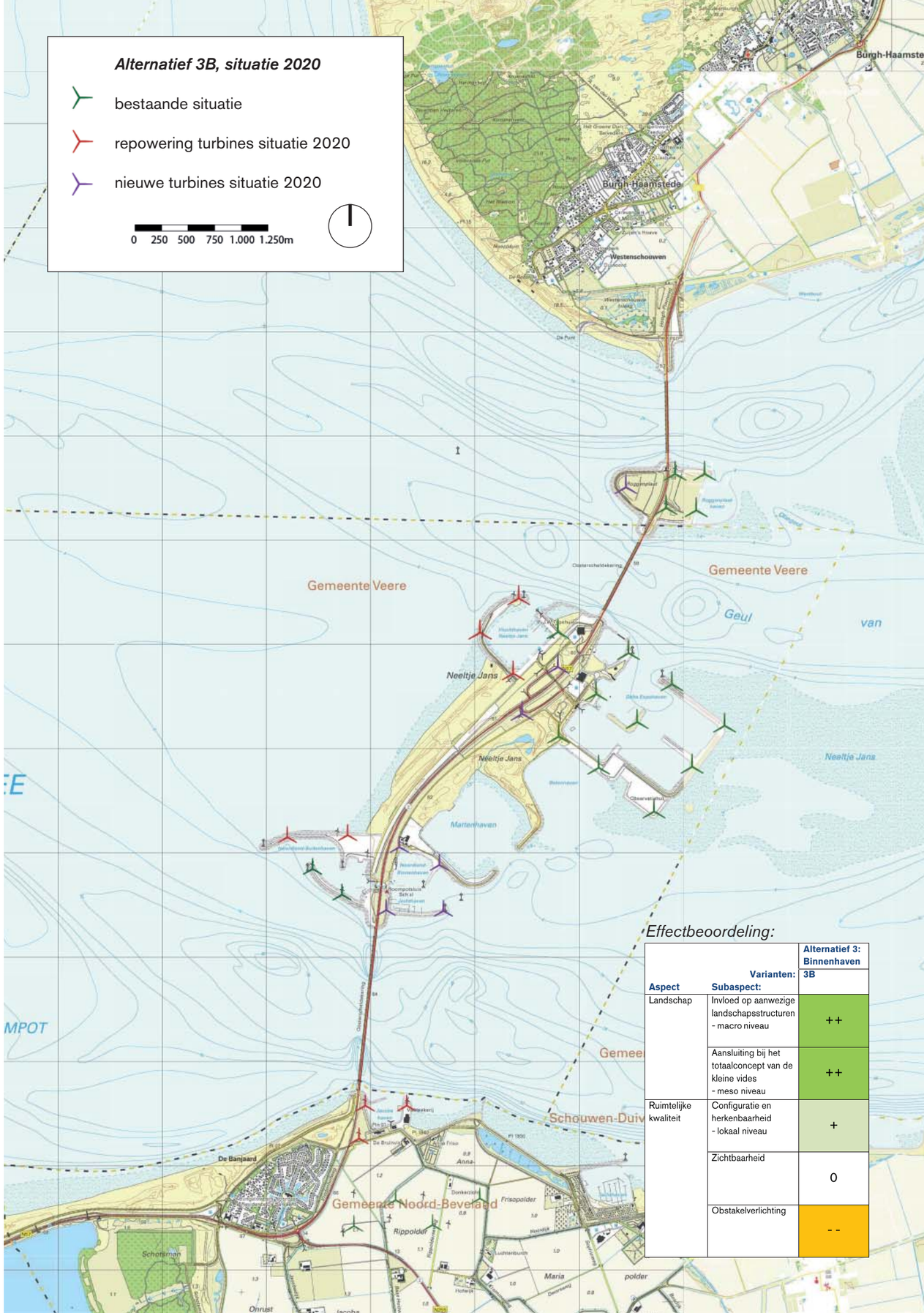
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op macroschaal en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een integraal landschap waarbij windturbines duidelijk gekoppeld zijn aan de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Binnenhaven bestaande uit vier windturbines volgt samen met de opstelling Noordland Buiten de gebogen lijnen van de strekdammen. Hierdoor sluit de totaalopstelling goed aan op de aanwezige landschapsstructuren van dit man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen met de vides krijgt binnen deze variant een goede invulling. De open ruimte tussen Bouwdokken en het cluster turbines rondom de sluis maakt de compacte clusters individueel herkenbaar en geeft uitzicht op het karakteristieke open landschapsbeeld. Hierdoor wordt de ritmiek van concentraties windturbines afgewisseld leesbaar aangezet. Dit resulteert in een zeer positieve beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
De onderlinge afstand tussen de windturbineconcentraties is zodanig dat de opstellingen bij passeren over de N57 als afzonderlijke clusters gelezen kunnen worden. Ook wordt hierdoor het accent gelegd op de open zichten richting het water aan beide zijden van de weg. Daarnaast komen de open vides ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met vijf turbines waar bij de vier bestaande turbines één grotere turbine wordt toegevoegd (landmark). Hierdoor ontstaat een onsamenhangend cluster wat leidt tot een onrustig landschapsbeeld.
De twee turbines van locatie Poolvoet staan binnen deze variant in lijn met windpark Bouwdokken waardoor ze ruimtelijk onderdeel vormen van deze opstelling. Echter, doordat ze een schakel vormen tussen Bouwdokken en Neeltje Jans vormt deze windparken een samenhangend en minder leesbaar cluster.

Obstakelverlichting
Volgens de huidige regelgeving dienen alle turbines binnen deze variant van obstakelverlichting te worden voorzien, met uitzondering van de turbines die nog niet gerepowered zijn binnen de windparken Neeltje Jans en Noordland. Dit resulteert daarom in een negatieve waardering op dit onderdeel.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 3: Binnenhaven Varianten: 3B
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie vanaf Zierikzee, Alternatief 3B situatie 2028

Visualisatie vanaf N57 - opgang zuid, Alternatief 3B situatie 2028

3.8 ALTERNATIEF 3B: BINNENHAVEN

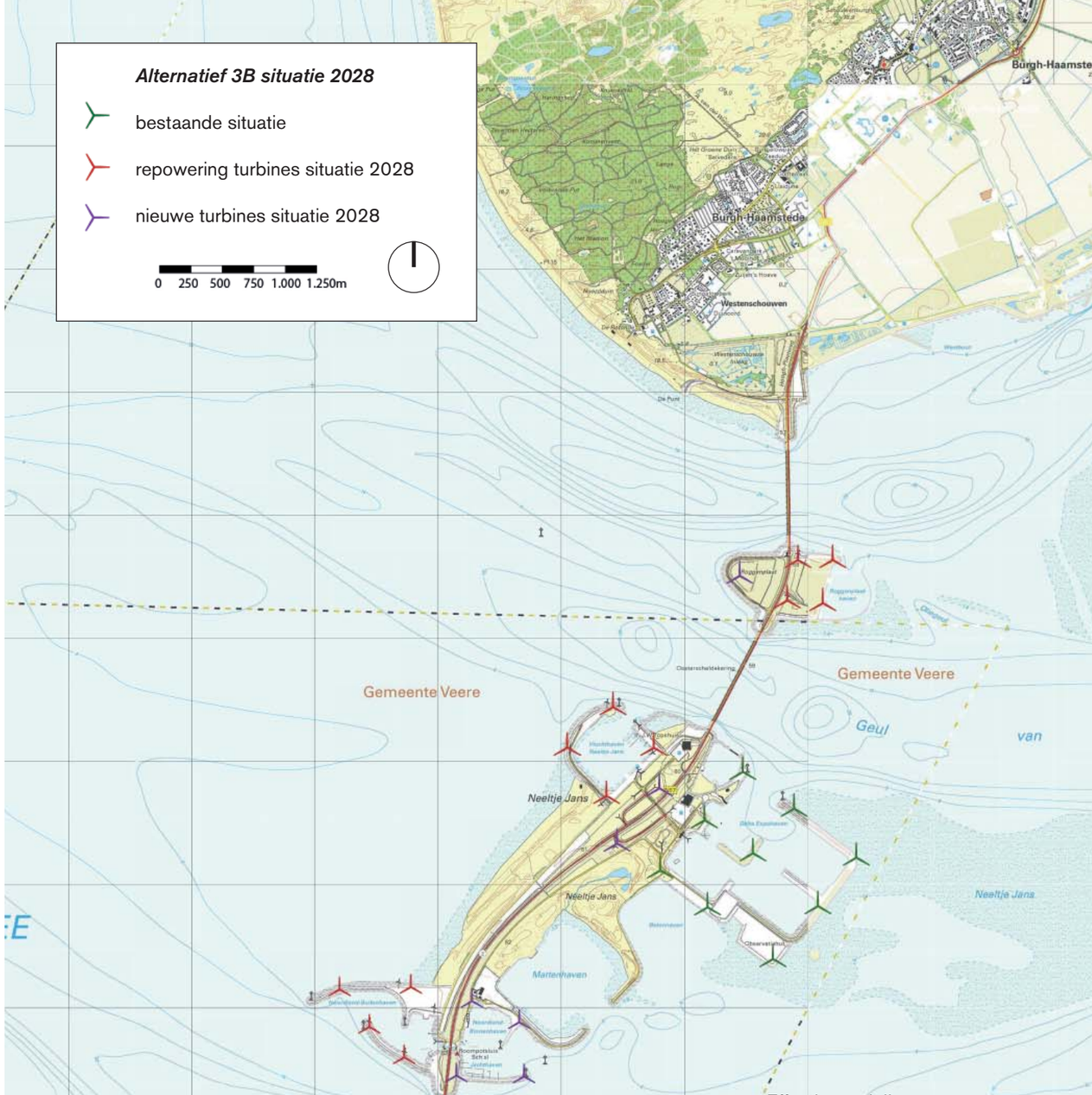
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na opschaling van Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten komt de schaal van de windturbines wat meer overeen met de overige windturbines. Hierdoor krijgen ze een grotere onderlinge relatie en ontstaat een meer samenhangend windpark.
Daarnaast staan de turbines van Noordland Buiten na repowering meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark heeft een minimale invloed op het concept van de kleine vides. Ze worden er zelfs in mindere mate door versterkt doordat de turbines nu allemaal min of meer van dezelfde orde van grootte zijn. Hierdoor komen de kleine vides nog beter tot hun recht.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de opschaling van opstelling Noordland Buiten volgen de turbines nog meer de structuur van de strekdammen. Dit heeft als gevolg dat ze samen met de opstelling Binnenhaven twee vloeiende bogen vormen wat de helderheid van de opstelling ten goede komt.
Binnen de opstelling Neeltje Jans is de laatste turbine gerepowered, wat leidt tot een meer evenwichtig cluster.

Obstakelverlichting
Volgens de huidige regelgeving dienen alle turbines binnen deze variant ook in de situatie 2028 na repowering van obstakelverlichting te worden voorzien. Dit resulteert daarom in een negatieve waardering op dit onderdeel.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 3: Binnenhaven Varianten: 3B
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie locatie Poolvoet, Alternatief 3C situatie 2020

Visualisatie vanaf Breezand, Alternatief 3C situatie 2020

3.9 ALTERNATIEF 3C: BINNENHAVEN

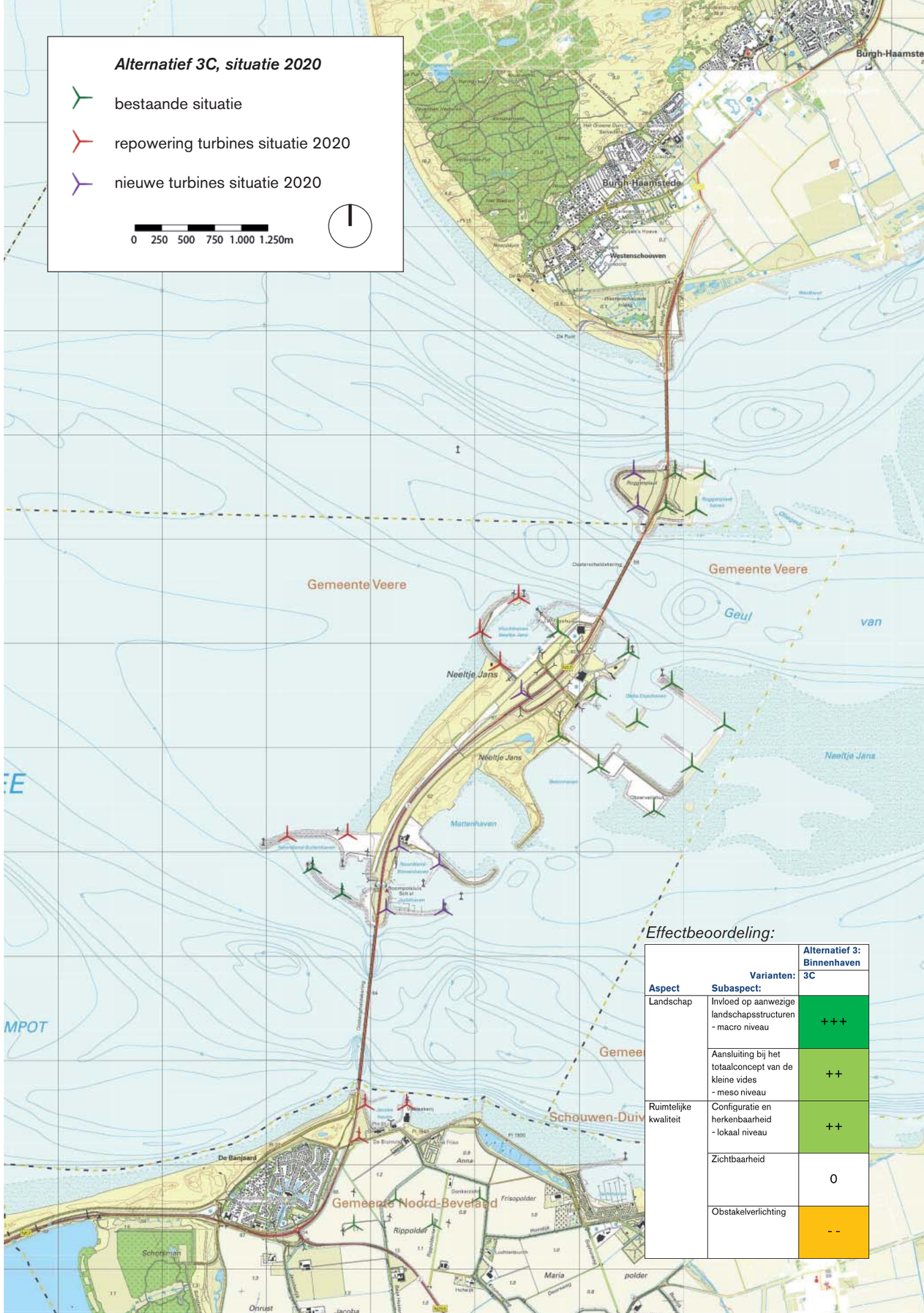
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op macroschaal en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een integraal landschap waarbij windturbines duidelijk gekoppeld zijn aan de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Binnenhaven bestaande uit vier windturbines volgt samen met de opstelling Noordland Buiten de gebogen lijnen van de strekdammen. Hierdoor sluit de totaalopstelling goed aan op de aanwezige landschapsstructuren van dit man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen met de vides krijgt binnen deze variant een goede invulling. De open ruimte tussen Bouwdokken en het cluster turbines rondom de sluis maakt de compacte clusters individueel herkenbaar en geeft uitzicht op het karakteristieke open landschapsbeeld. Hierdoor wordt de ritmiek van concentraties windturbines afgewisseld leesbaar aangezet. Dit resulteert in een zeer positieve beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
De onderlinge afstand tussen de windturbineconcentraties is zodanig dat de opstellingen bij passeren over de N57 als afzonderlijke clusters gelezen kunnen worden. Ook wordt hierdoor het accent gelegd op de open zichten richting het water aan beide zijden van de weg. Daarnaast komen de open vides ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met zes turbines. Naast de vier bestaande windturbines zijn binnen deze variant twee nieuwe turbines geplaatst die in een later stadium dezelfde orde van grootte zullen hebben. Samen met de twee nieuwe turbines vormt deze opstelling tijdelijk (tot 2028) een samenhangend, zij het minder leesbaar, windturbinecluster.
De turbine van locatie Poolvoet staat binnen deze variant in lijn met windpark Neeltje Jans waardoor ze visueel onderdeel gaan vormen van deze opstelling. Om het raster compleet te maken is de repowering van de vierde turbine van Neeltje Jans noodzakelijk (positiewijziging). Dit is echter een tijdelijke situatie en zal daarom op dit punt niet negatief beoordeeld worden. De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt bij dat ze voor weggebruiker als afzonderlijke opstellingen gelezen kunnen worden.

Obstakelverlichting
De zes turbines van locatie Roggenplaat kunnen om en om van obstakelverlichting voorzien worden. Verder dienen alle overige turbines binnen deze variant hoogstwaarschijnlijk van obstakelverlichting te worden voorzien.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 3: Binnenhaven Varianten: 3C
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	+++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	++
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie locatie Poolvoet, Alternatief 3C situatie 2020

Visualisatie vanaf Breezand, Alternatief 3C situatie 2028

3.9 ALTERNATIEF 3C: BINNENHAVEN

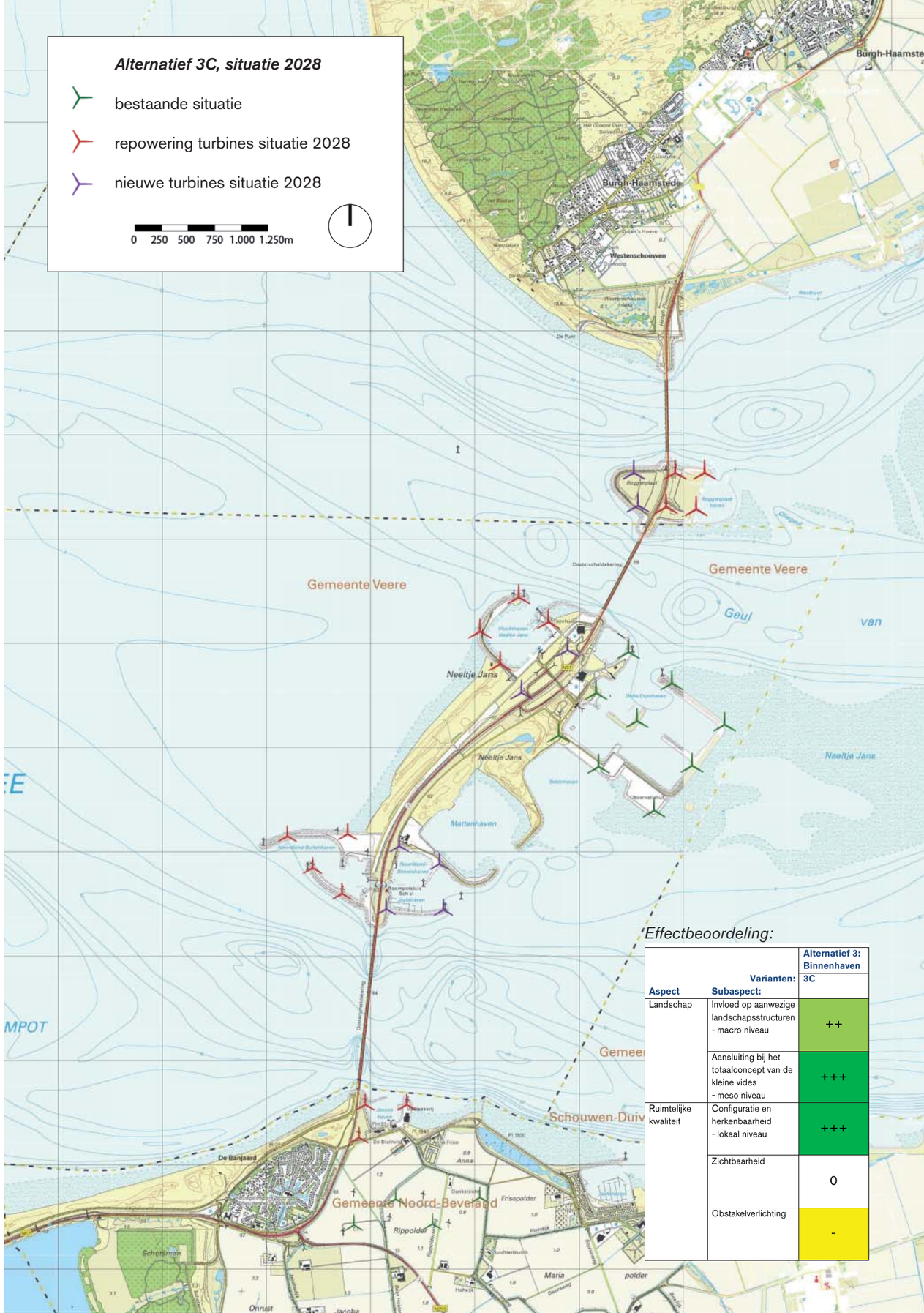
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na opschaling van Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten komt de schaal van de windturbines wat meer overeen met de overige windturbines. Hierdoor krijgen ze een grotere onderlinge relatie en ontstaat een meer samenhangend windpark.
Daarnaast staan de turbines van Noordland Buiten na repowering meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark heeft een minimale invloed op het concept van de kleine vides. Ze worden er zelfs in mindere mate door versterkt doordat de turbines nu allemaal min of meer van dezelfde orde van grootte zijn. Hierdoor komen de kleine vides nog beter tot hun recht.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de opschaling van opstelling Noordland Buiten volgen de turbines nog meer de structuur van de strekdammen. Dit heeft als gevolg dat ze samen met de opstelling Binnenhaven twee vloeiende bogen vormen wat de helderheid van de opstelling ten goede komt.
Na repowering bestaat de opstelling op Roggenplaat uit zes windturbines van dezelfde orde van grootte wat voor meer samenhang binnen dit cluster zorgt.
Neeltje Jans is in deze situatie volledig gerepowered waardoor ook de tweede turbine op locatie Poolvoet geplaatst kan worden. Hierdoor staat deze opstelling nu volledig overeind. De doorsnijding van de N57 tussen de twee eenheden draagt bij dat ze voor weggebruiker als rustige, afzonderlijke en rustige opstellingen beleefd kunnen worden.

Obstakelverlichting
De zes turbines van locatie Roggenplaat kunnen om en om van obstakelverlichting voorzien worden. Verder dienen alle overige turbines binnen deze variant hoogstwaarschijnlijk ook in de situatie van 2028 van obstakelverlichting te worden voorzien.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 3: Binnenhaven Varianten: 3C
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+++
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

Visualisatie vanaf N57 aankomst Schouwen-Duiveland, Alternatief 3A situatie 2020

Visualisatie vanaf Westenschouwen, Alternatief 3A situatie 2020

3.10 ALTERNATIEF 3D: BINNENHAVEN

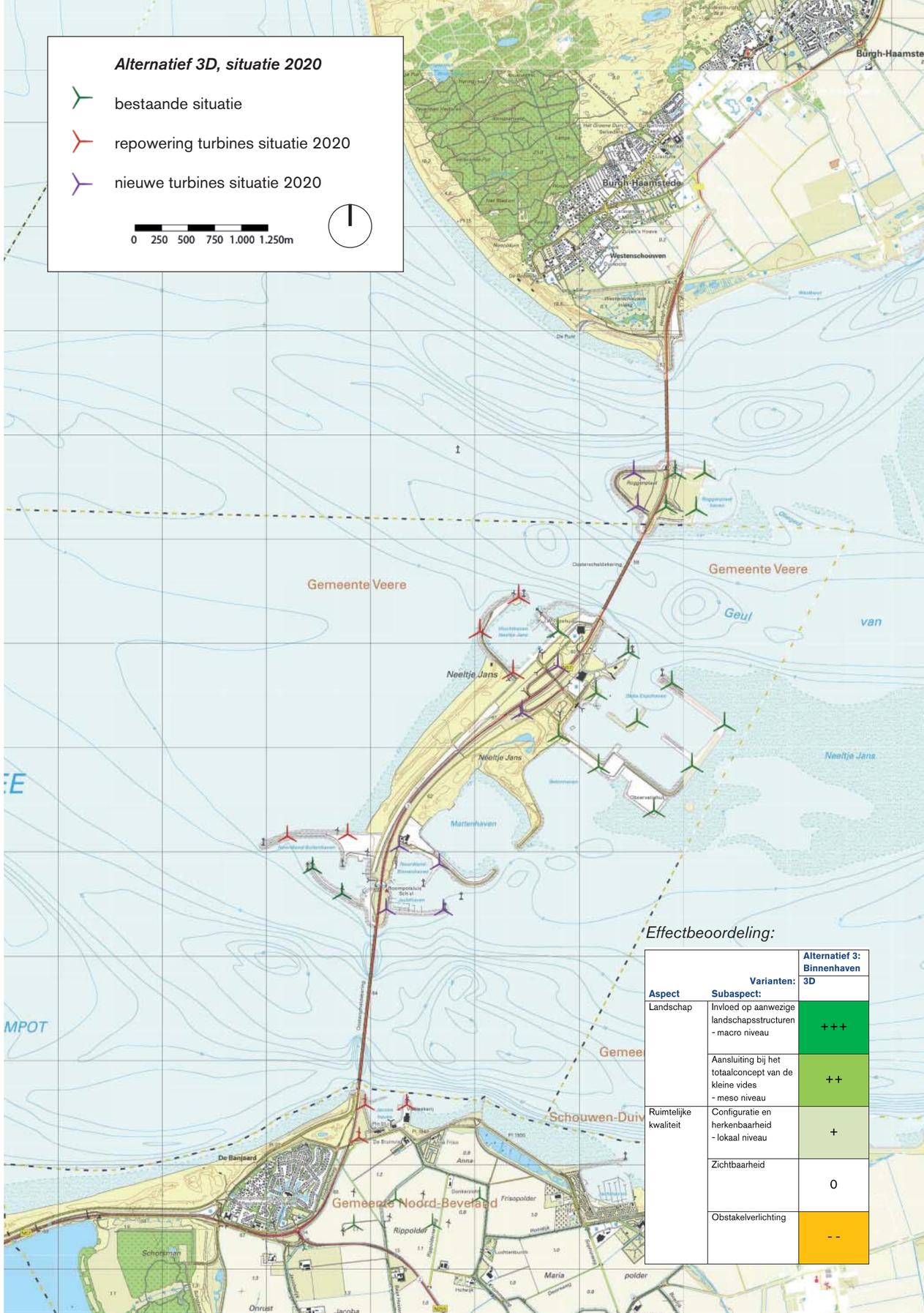
SITUATIE 2020

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Op macroschaal en vanuit verschillende standpunten vormt deze variant een integraal landschap waarbij windturbines duidelijk gekoppeld zijn aan de Oosterscheldekering en Neeltje Jans.
De opstelling nabij locatie Binnenhaven bestaande uit vier windturbines volgt samen met de opstelling Noordland Buiten de gebogen lijnen van de strekdammen. Hierdoor sluit de totaalopstelling ook goed aan op de aanwezige landschapsstructuren van dit man-made landschap.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De ritmiek van de kleinschalige opstellingen met de vides krijgt binnen deze variant een goede invulling. De open ruimte tussen Bouwdokken en het cluster turbines rondom de sluis maakt de compacte clusters individueel herkenbaar en geeft uitzicht op het karakteristieke open landschapsbeeld. Hierdoor wordt de ritmiek van concentraties windturbines afgewisseld leesbaar aangezet. Dit resulteert in een zeer positieve beoordeling op dit onderdeel.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
De onderlinge afstand tussen de windturbineconcentraties is zodanig dat de opstellingen bij passeren over de N57 als afzonderlijke clusters gelezen kunnen worden. Ook wordt hierdoor het accent gelegd op de open zichten richting het water aan beide zijden van de weg. Daarnaast komen de open vides ten goede aan de leesbaarheid en herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen.
Roggenplaat is binnen deze variant uitgevoerd met zes turbines. Naast de vier bestaande windturbines zijn binnen deze variant twee nieuwe turbines geplaatst die in een later stadium dezelfde orde van grootte zullen hebben. Samen met de twee nieuwe turbines vormt deze opstelling tijdelijk (tot 2028) een samenhangend, zij het minder leesbaar, windturbinecluster.
De twee turbines van locatie Poolvoet staan binnen deze variant in lijn met de opstelling Bouwdokken waardoor ze ruimtelijk onderdeel vormen van dit cluster. De doorsnijding van de N57 en de gelijkmatige onderlinge afstand met de opstelling van Neeltje Jans maakt de twee clusters op lokaal schaalniveau minder leesbaar.

Obstakelverlichting
De zes turbines van locatie Roggenplaat kunnen om en om van obstakelverlichting voorzien worden. Verder dienen alle overige turbines binnen deze variant van obstakelverlichting te worden voorzien.



Effectbeoordeling:

Varianten:		Alternatief 3: Binnenhaven
Aspect	Subaspect:	3D
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	+++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	- -

Visualisatie vanaf N57 aankomst Schouwen-Duiveland, Alternatief 3A situatie 2028

Visualisatie vanaf Westenschouwen, Alternatief 3A situatie 2028

3.10 ALTERNATIEF 3D: BINNENHAVEN

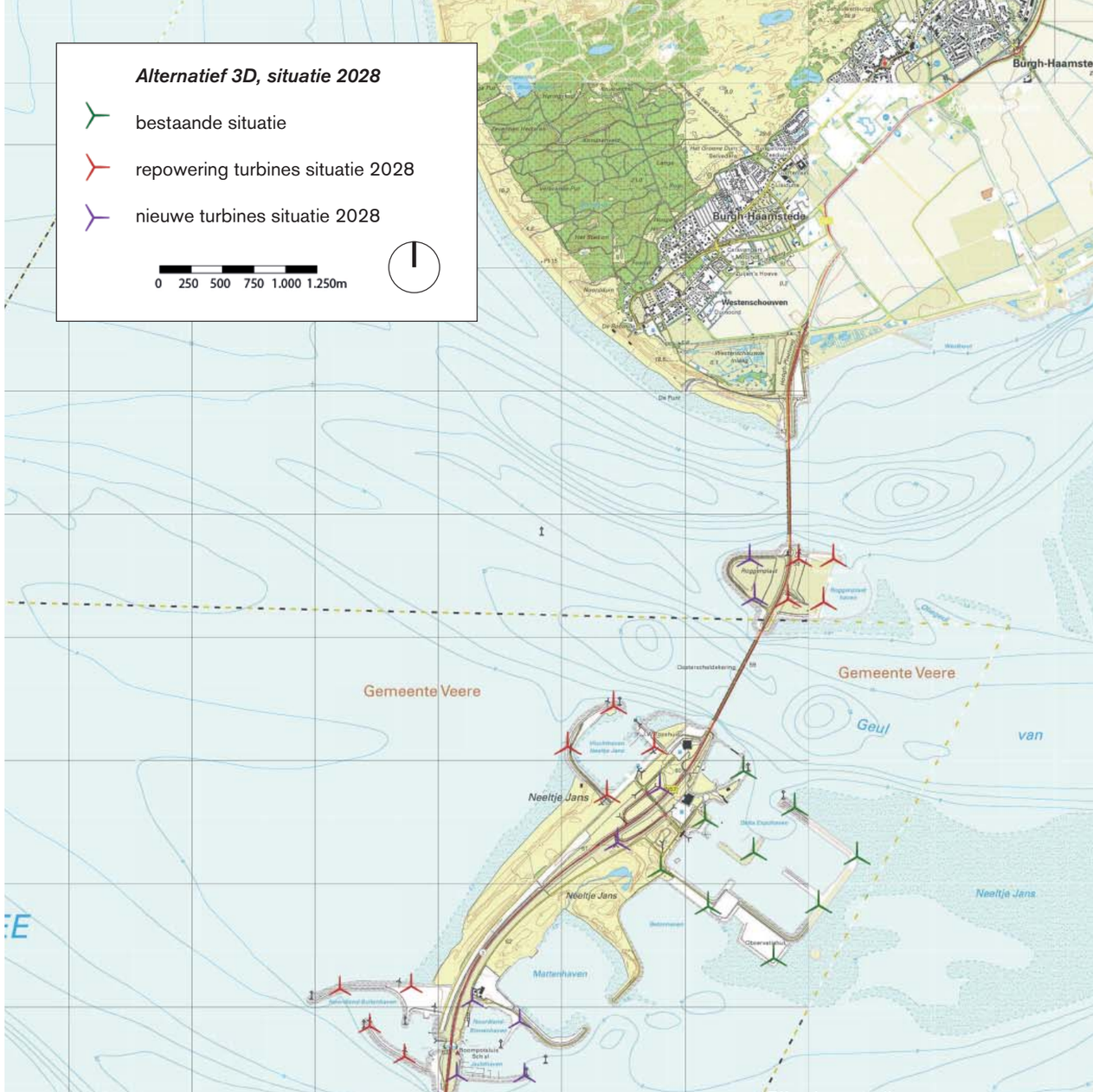
SITUATIE 2028

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau
Na volledige opschaling van de locaties Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten komt de schaal van de windturbines wat meer overeen met de overige - nieuwe generatie - windturbines. Hierdoor krijgen ze een grotere onderlinge relatie en ontstaat een meer samenhangend windpark. Daarnaast staan de turbines van Noordland Buiten na repowering meer in lijn met de strekdammen waardoor deze beter aansluiten op de aanwezige landschapsstructuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau
De opschaling van delen van het windpark heeft een beperkte invloed op het concept van de kleine vides. Ze worden er zelfs in mindere mate door versterkt doordat de turbines nu allemaal min of meer van dezelfde orde van grootte zijn. Hierdoor komen de kleine vides nog beter tot hun recht.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau
Door de opschaling van opstelling Noordland Buiten volgen de turbines nog meer de structuur van de strekdammen. Dit heeft als gevolg dat ze samen met de opstelling Binnenhaven twee vloeiende bogen vormen wat de helderheid van de opstelling ten goede komt.
Na repowering bestaat de opstelling op Roggenplaat uit 6 windturbines van dezelfde orde van grootte wat voor meer samenhang binnen dit cluster zorgt.
Binnen de opstelling Neeltje Jans is de laatste turbine gerepowered, wat leidt tot een meer evenwichtig cluster.

Obstakelverlichting
De zes turbines van locatie Roggenplaat kunnen om en om van obstakelverlichting voorzien worden. Verder dienen alle overige turbines binnen deze variant ook in de situatie van 2028 van obstakelverlichting te worden voorzien.



Effectbeoordeling:

Aspect	Subaspect:	Alternatief 3: Binnenhaven Varianten: 3D
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	++
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

3.11 EFFECTEN SITUATIE 2020

In deze paragraaf is de effectbeoordeling opgenomen voor de 8 varianten behorende bij windparken Oosterscheldekering. Voor deze effectbeoordeling is gebruik gemaakt van het beoordelingskader uit paragraaf 2.3 en wordt de beoordelingsschaal toepast zoals toegelicht in paragraaf 2.4.

Tabel 3.5 Effectbeoordeling windparken Oosterscheldekering als geheel, landschap en ruimtelijke kwaliteit in 2020

Aspect	Varianten: / Subaspect:	Alternatief 1: Repowering	Alternatief 2: Mattenhaven 2A	2B	2C	2D	Alternatief 3: Binnenhaven 3A	3B	3C	3D
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	0	++	++	+++	+++	++	++	+++	+++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+	- -	- -	- -	- -	++	++	++	++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	-	- - -	- - -	- -	- -	+	+	++	+
	Zichtbaarheid	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Obstakelverlichting	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

3.12 EFFECTEN SITUATIE 2028

In deze paragraaf is de effectbeoordeling opgenomen voor de 8 varianten behorende bij windparken Oosterscheldekering. Voor deze effectbeoordeling is gebruik gemaakt van het beoordelingskader uit paragraaf 2.3 en wordt de beoordelingsschaal toepast zoals toegelicht in paragraaf 2.4.

Tabel 3.6 Effectbeoordeling windparken Oosterscheldekering als geheel, landschap en ruimtelijke kwaliteit in 2028

Aspect	Varianten: / Subaspect:	Alternatief 1: Repowering	Alternatief 2: Mattenhaven 2A	2B	2C	2D	Alternatief 3: Binnenhaven 3A	3B	3C	3D
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	0	++	++	++	++	++	++	++	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+	- -	- -	- -	- -	+++	+++	+++	+++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	+	- -	- - -	- -	- -	+	+	+++	++
	Zichtbaarheid	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Obstakelverlichting	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4 VOORKEURSALTERNATIEF

In dit hoofdstuk volgt een korte beoordeling vanuit de criteria ‘landschap en ruimtelijke kwaliteit’ van het voorkeursalternatief (VKA). Alternatief 3C is aangewezen als VKA, met de enige wijziging dat de turbine nabij Topshuis die onderdeel is van de opstelling Poolvoet wat naar het zuiden verplaatst is. Dit heeft invloed op de configuratie en herkenbaarheid van deze opstelling. Omdat er verder geen wijzingen in dit alternatief zijn doorgevoerd geldt de landschappelijke beoordeling van alternatief 3C voor de overige onderdelen ook voor het VKA.

Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro schaalniveau

Na opschaling van Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland Buiten komt de schaal van de windturbines wat meer overeen met de overige windturbines. Hierdoor krijgen ze een grotere onderlinge relatie en ontstaat een meer samenhangend windpark.
Daarnaast staan de turbines van Noordland Buiten na repowering meer in lijn met de strekdammen waardoor dit wat beter aansluit op deze landschappelijke structuur.

Aansluiting bij het concept van de kleine vides - meso schaalniveau

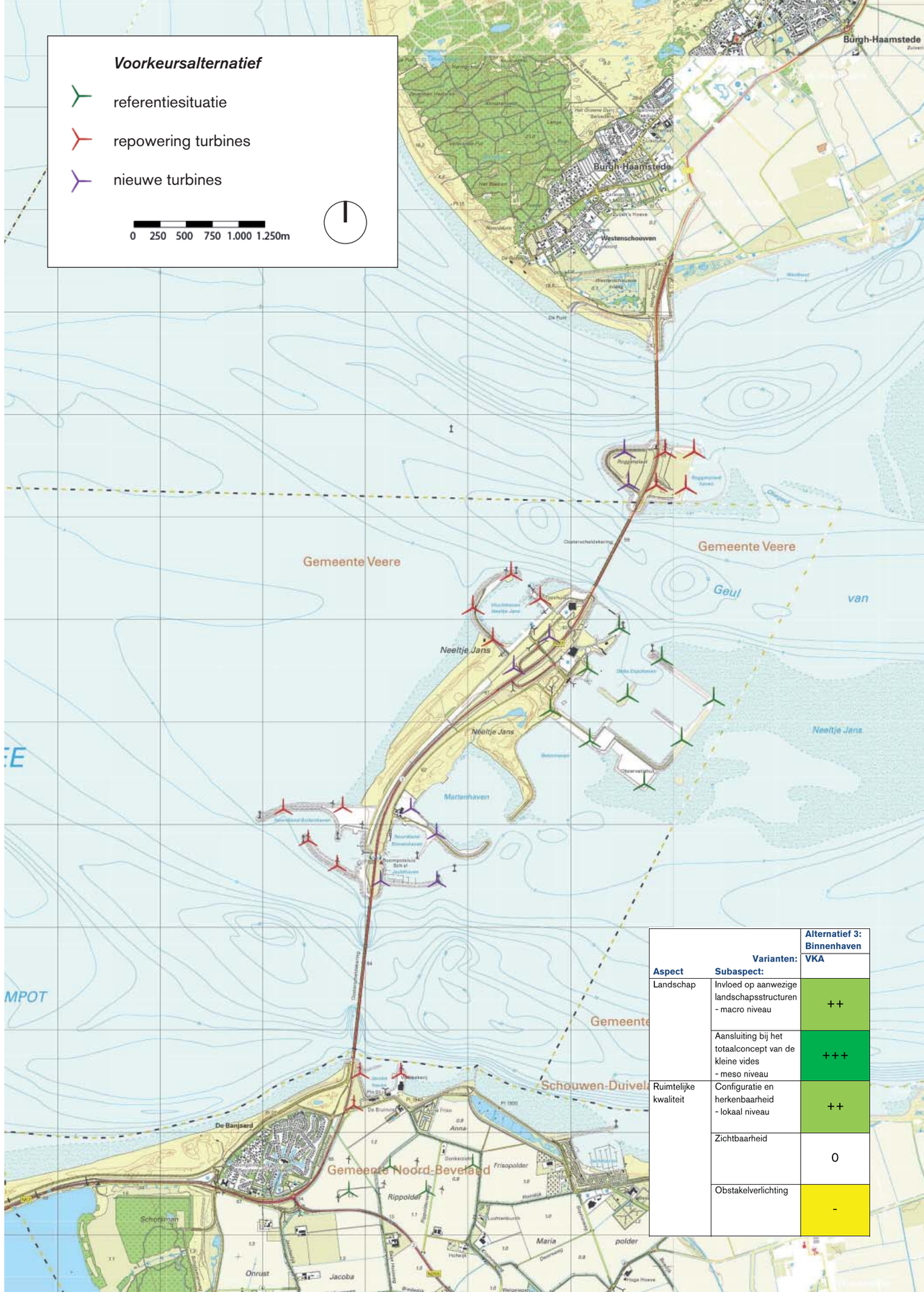
De opschaling van delen van het windpark heeft een minimale invloed op het concept van de kleine vides. Ze worden er zelfs in mindere mate door versterkt doordat de turbines nu allemaal min of meer van dezelfde orde van grootte zijn. Hierdoor komen de kleine vides nog beter tot hun recht.

Configuratie en herkenbaarheid van de opstelling - lokaal schaalniveau

Door de opschaling van opstelling Noordland Buiten volgen de turbines nog meer de structuur van de strekdammen. Dit heeft als gevolg dat ze samen met de opstelling Binnenhaven twee vloeiende bogen vormen wat de helderheid van de opstelling ten goede komt.
De positie van de meest noordelijke turbines van locatie Poolvoet (nabij Topshuis) is gewijzigd ten opzichte van alternatief 3C. Dit heeft tot gevolg dat opstelling Poolvoet en Neeltje Jans samen niet meer als een geheel gelezen worden. Één turbine valt namelijk duidelijk buiten dit raster wat leidt tot een ietwat onrustig beeld op dit schaalniveau. Daarom is de beoordeling op dit punt gewijzigd ten opzichte van alternatief 3C.

Obstakelverlichting

Volgens de huidige regelgeving dienen alle turbines binnen deze variant ook in de situatie 2028 na repowering van obstakelverlichting te worden voorzien. Dit resulteert daarom in een negatieve waardering op dit onderdeel.



Aspect	Subaspect:	Varianten: Alternatief 3: Binnenhaven VKA
Landschap	Invloed op aanwezige landschapsstructuren - macro niveau	++
	Aansluiting bij het totaalconcept van de kleine vides - meso niveau	+++
Ruimtelijke kwaliteit	Configuratie en herkenbaarheid - lokaal niveau	++
	Zichtbaarheid	0
	Obstakelverlichting	-

BIJLAGEN

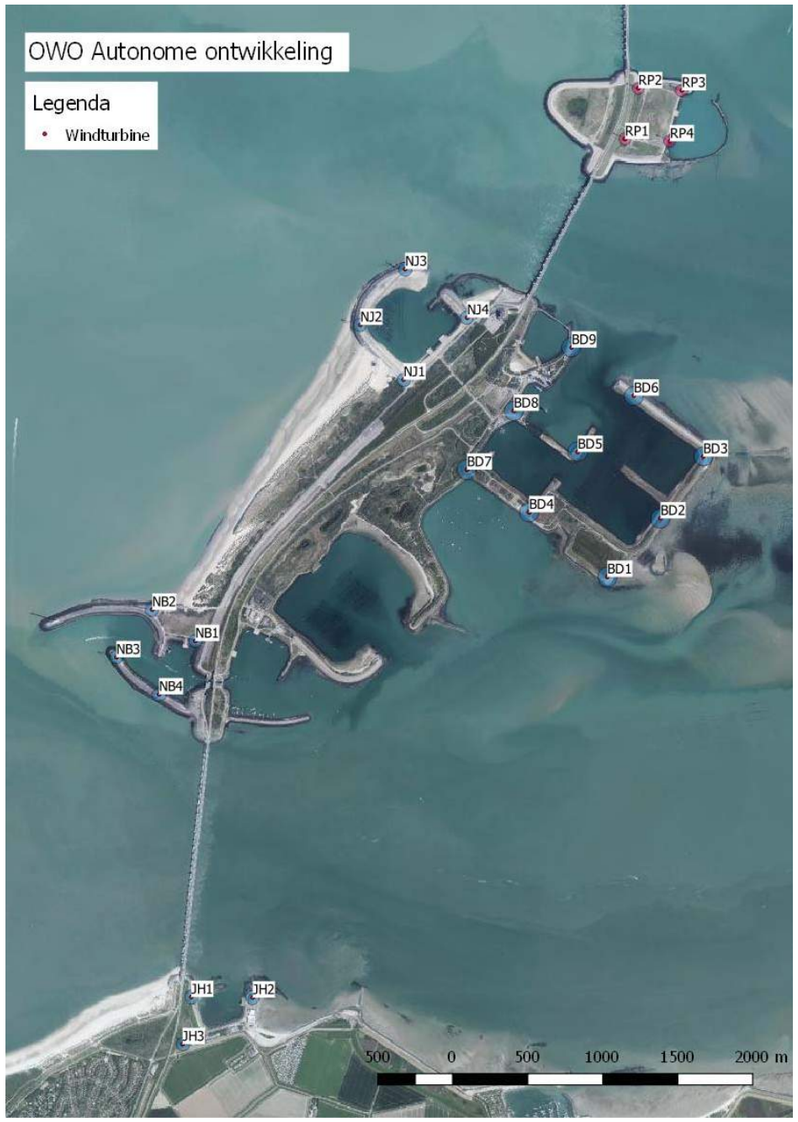
A. BEGRIPPENLIJST

B. ZICHTBAARHEID

C. VISUALISATIES

A BEGRIPPENLIJST

Begrip	*Betekenis*
Ruimtelijke kwaliteit	Ruimtelijke kwaliteit is er op gericht de gebruikswaarde van een gebied te vermeerderen, de belevingswaarde te verhogen en de toekomstwaarde te vergroten.
Opstellingsprincipe	De algemene ontwerpprincipes waaraan een bepaalde opstelling – in dit geval raster en lijn - moet voldoen om leesbaar en herkenbaar te zijn.
Cluster	Een samenhangende compositie van windturbines.
Landschappelijke karakteristiek	Patronen en samenhangende onderdelen (ensembles) van een gebied: van de karakteristieken van een landschapstype tot meer specifiek stranden, strekdammen en havens.
Belevingswaarde	De beïnvloeding van visueel-ruimtelijke kenmerken van het landschap: in welke mate wordt de ruimtelijke beleving c.q. de belevingswaarde en daarmee de ervaring van het landschap beïnvloed?
Visueel-ruimtelijke kenmerken	Karakteristieken van het landschap betreffende openheid, zichtlijnen, barrièrewerking waar de komst van het windpark een directe invloed op heeft.
Configuratie	De wijze van plaatsen van alle turbines op de verschillende locaties rondom de Oosterscheldekering, met andere woorden de totaalopstelling.



Figuur 2.X Kaartbeeld autonome ontwikkeling

B ZICHTBAARHEID

De zichtbaarheid van het windpark is afhankelijk van de afstand van de waarnemer tot het windpark, de aanwezigheid van obstakels tussen de waarnemer en het windpark, en de algemene weersomstandigheden.
Enerzijds is de verwachting dat de windturbines op grote afstand zichtbaar zullen zijn als gevolg van de grote hoogte van de masten en de tiphoogte van de rotorbladen. Anderzijds neemt de zichtbaarheid af met het toenemen van de afstand tussen waarnemer en windpark.

Referentiesituatie
Voor de effectbepaling in de volgende paragrafen is uitgegaan van de bestaande situatie op Neeltje Jans en Roggenplaat zoals deze in 2017 was, aangevuld met de windturbines op Bouwdokken die op dat moment wel vergund, maar nog in aanbouw zijn. Dit wordt de referentiesituatie genoemd

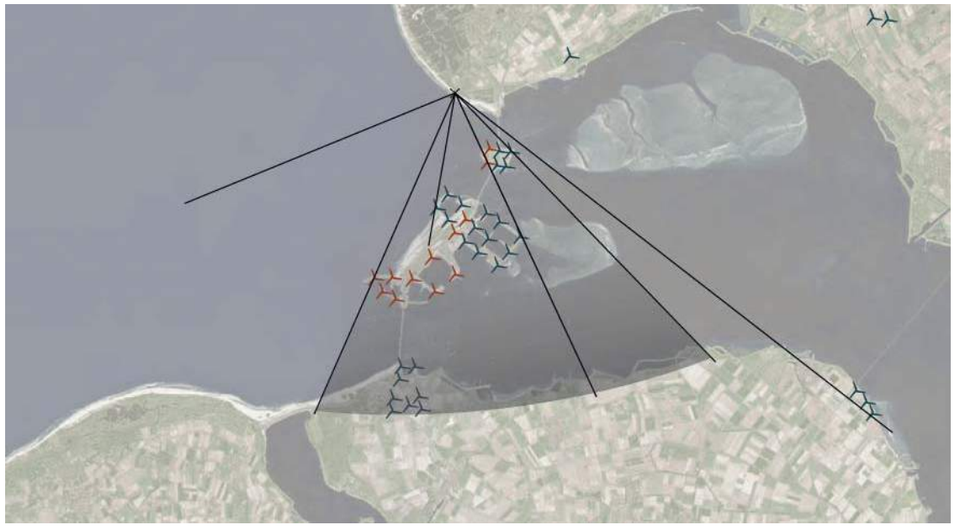
Kwalitatieve effectbepaling
Om te toetsen in hoeverre het landschap van de Oosterscheldekering door de optimalisatie van Windpark Oosterscheldekering verandert ten opzichte van de referentiesituatie, zijn een aantal visualisaties gemaakt. De visualisaties zijn vanaf de volgende zichtpunten gemaakt:
· Bij het strand van Westenschouwen (A)
· De havenhoofden van Zierikzee (B)
· Het uitzichtpunt “Zeelucht” bij Wissenkerke (C)
· Het strand ter hoogte van Oostkapelle (D)

Vanaf deze zichtpunten zijn ook de studies met betrekking tot zichtbaarheid uitgevoerd. Op de volgende pagina’s is deze studie uiteengezet. Startpunt is telkens een volledige zichthoek. Binnen de betreffende zichthoek wordt uitgerekend wat het aandeel open ruimte is en hoe deze verandert ten opzichte van de referentiesituatie. Deze studie doet een poging de mate van zichtbaarheid uit te drukken in een getal wat leidt tot een kwantitatieve methodiek. Echter, de uitkomst van deze - beknopte - studie laat slechts minimale verschillen zien die landschappelijk nauwelijks tot geen verschil maken. Daarnaast zeggen deze getallen met betrekking tot de mate van zichtbaarheid niets over de wezenlijke kwaliteit van het windpark. Visualisaties vanuit verschillende standpunten (bijlage C) doen dit wel en belichten de kwaliteiten van de verschillende configuraties.

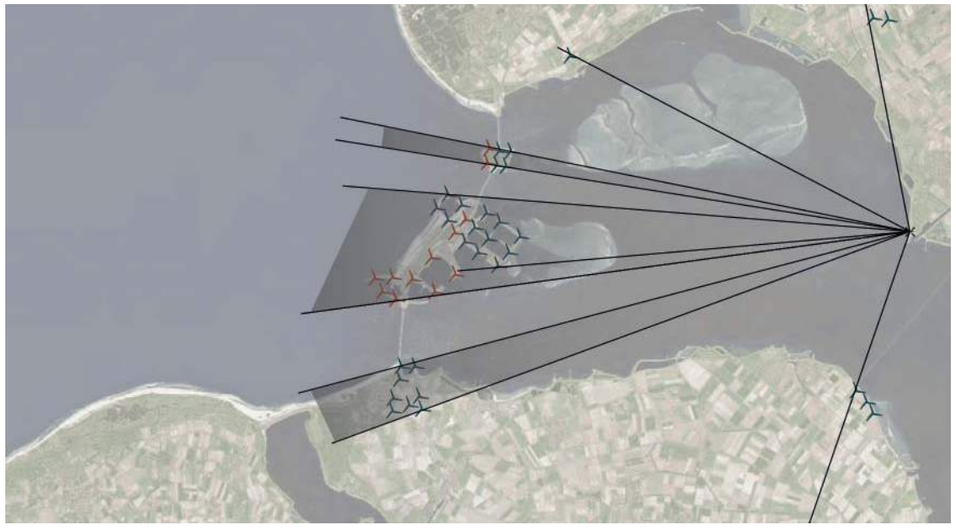
referentiesituatie: overzicht zichtpunten

ALTERNATIEF 2: MATTENHAVEN

Deze pagina geeft een overzicht van vier standpunten met bijbehorende zichthoek voor alternatief 2: Mattenhaven.



zichtpunt A - Alternatief Mattenhaven



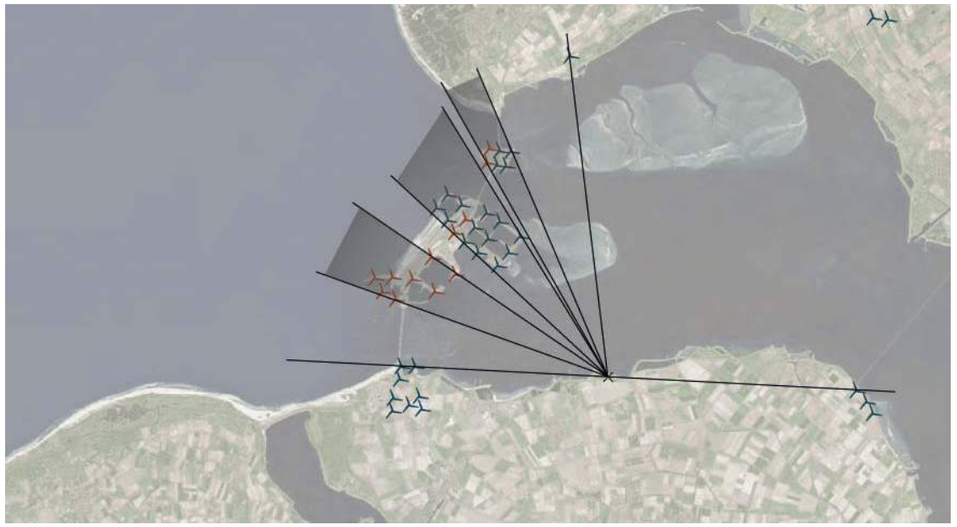
zichtpunt B - Alternatief Mattenhaven

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf het strand bij Westerschouwen (A)

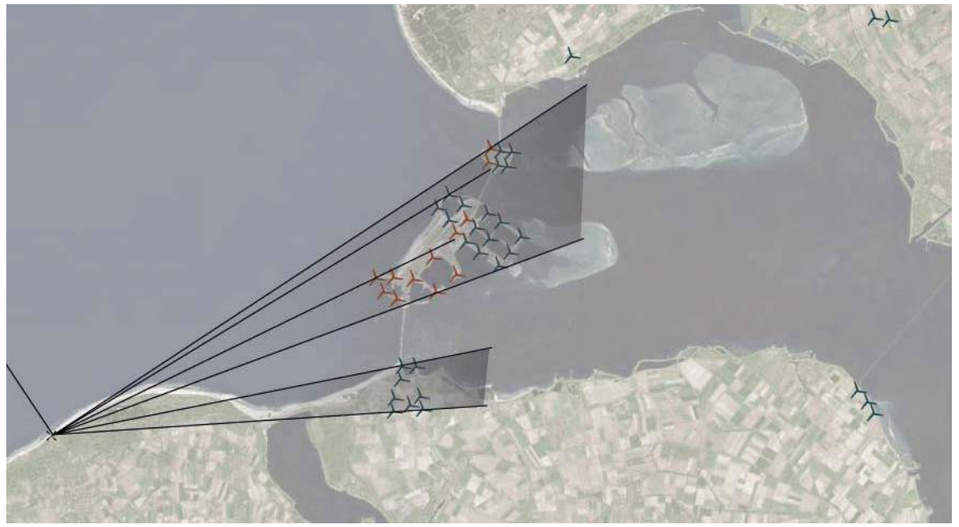
	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*120*	*64*	*56*
Optimalisatie Alternatief 2	*120*	*52*	*68*

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf de havenhoofden bij Zierikzee (B)

	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*150*	*130*	*20*
Optimalisatie Alternatief 2	*150*	*130*	*20*



zichtpunt C - Alternatief Mattenhaven



zichtpunt D - Alternatief Mattenhaven

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf zichtpunt “Zeelucht” bij Wissenkerke (C)

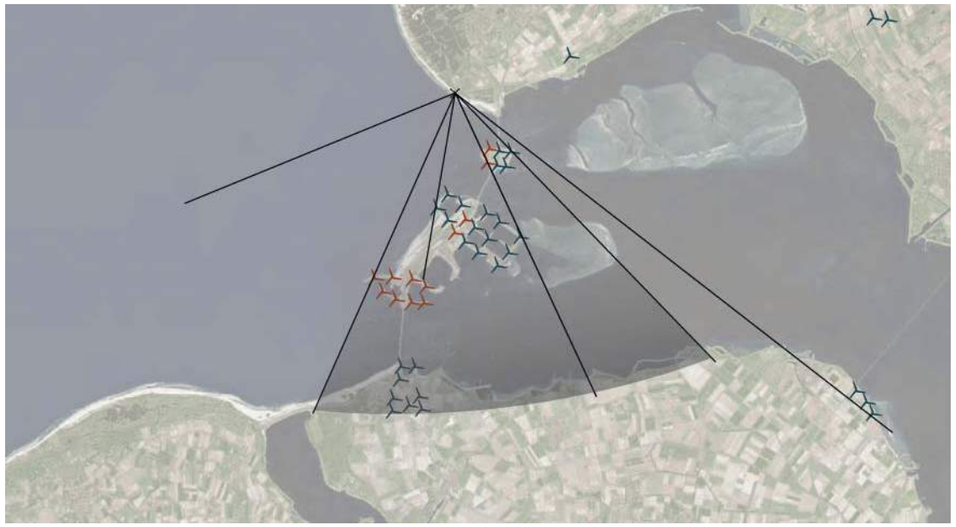
	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*180*	*151*	*29*
Optimalisatie Alternatief 2	*180*	*143*	*37*

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf het strand bij Oostkapelle (D)

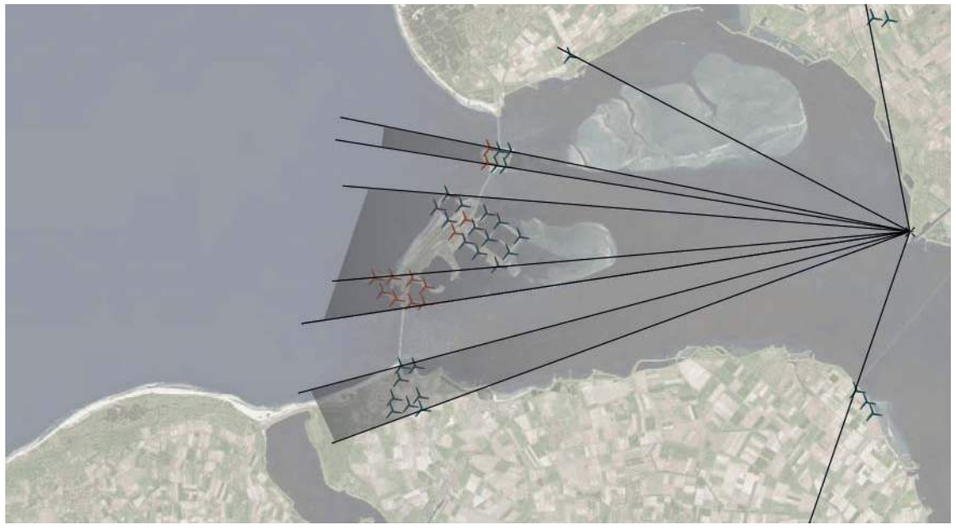
	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*120*	*101*	*19*
Optimalisatie Alternatief 2	*120*	*99*	*21*

ALTERNATIEF 3: BINNENHAVEN

Deze pagina geeft een overzicht van vier standpunten met bijbehorende zichthoek voor alternatief 3: Binnenhaven.



zichtpunt A - Alternatief Binnenhaven



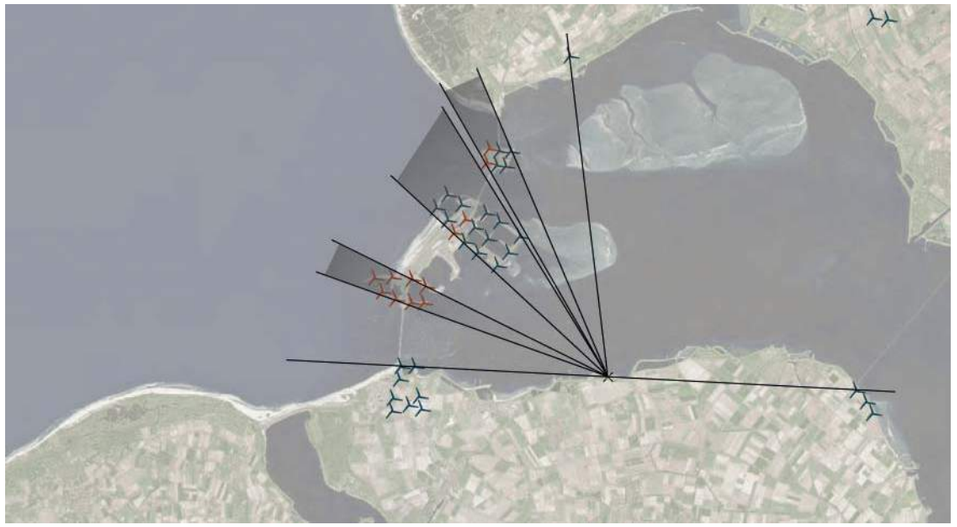
zichtpunt B - Alternatief Binnenhaven

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf het strand bij Westerschouwen (A)

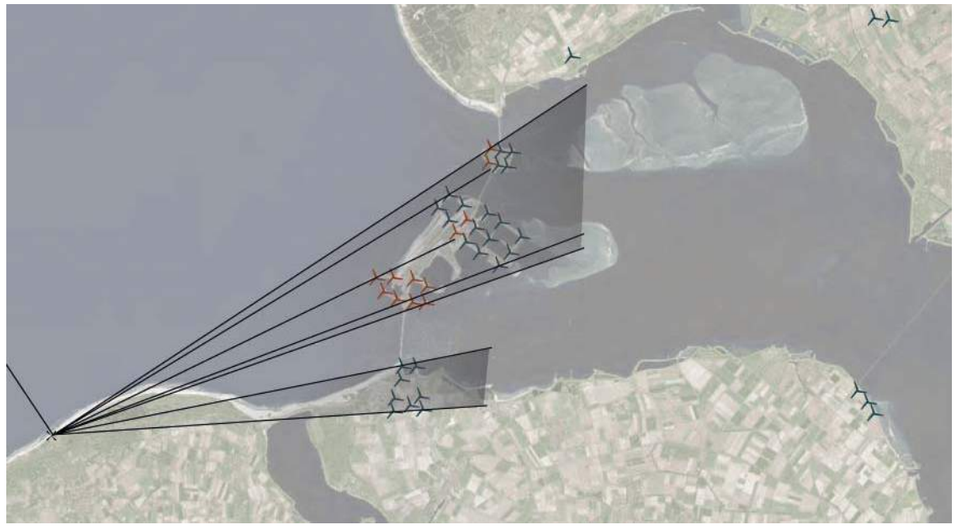
	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*120*	*64*	*56*
Optimalisatie Alternatief 2	*120*	*52*	*68*
Optimalisatie Alternatief 3	*120*	*52*	*68*

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf de havenhoofden bij Zierikzee (B)

	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*150*	*130*	*20*
Optimalisatie Alternatief 2	*150*	*130*	*20*
Optimalisatie Alternatief 3	*150*	*127*	*23*



zichtpunt C - Alternatief Binnenhaven



zichtpunt D - Alternatief Binnenhaven

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf zichtpunt “Zeelucht” bij Wissenkerke (C)

	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*180*	*151*	*29*
Optimalisatie Alternatief 2	*180*	*143*	*37*
Optimalisatie Alternatief 3	*180*	*150*	*30*

Tabel: Open ruimtes en zichthoeken vanaf het strand bij Oostkapelle (D)

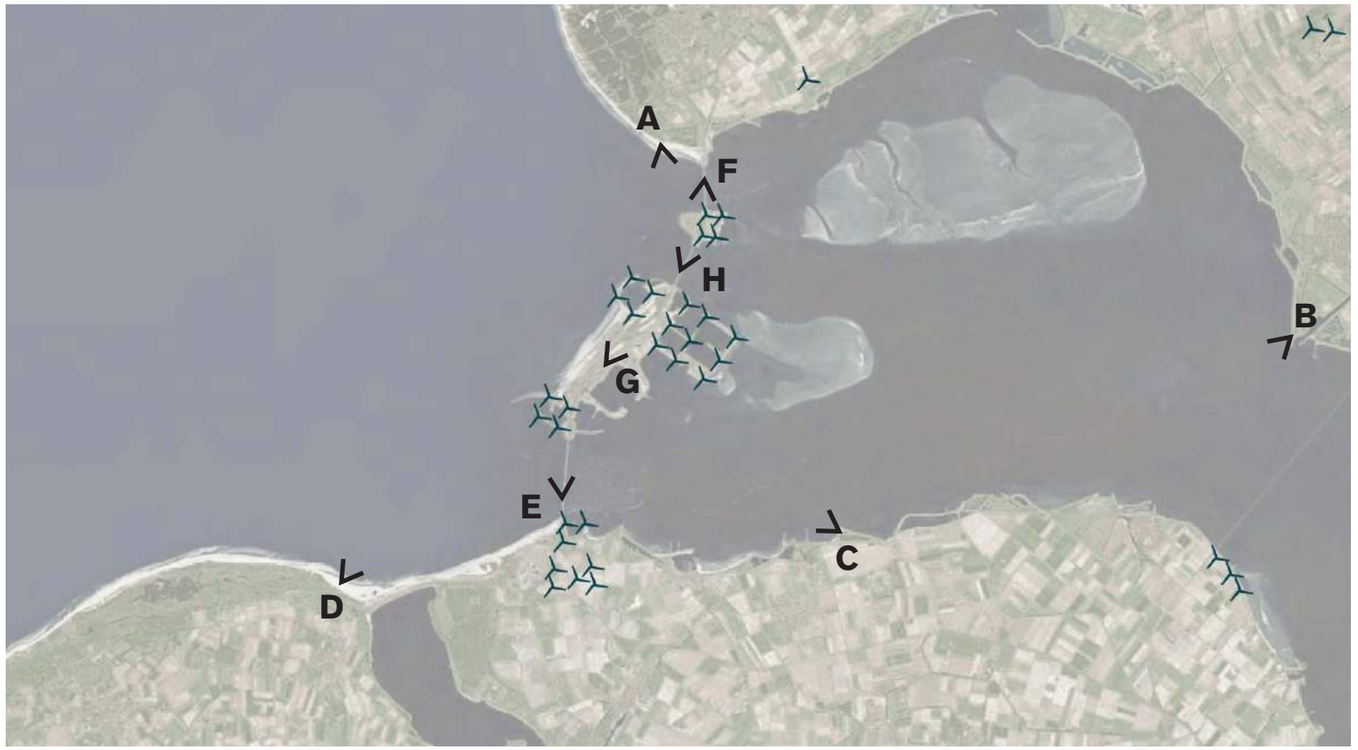
	Totaal beschouwde zichthoek (°)	*Zichthoek open ruimte (°)*	*Zichthoek windturbines (°)*
Referentiesituatie	*120*	*101*	*19*
Optimalisatie Alternatief 2	*120*	*99*	*21*
Optimalisatie Alternatief 3	*120*	*98*	*22*

C VISUALISATIES

Deze bijlage geeft een overzicht van alle visualisaties. De onderzochte varianten zijn overzichtelijk en naast elkaar weergegeven om een vergelijkingsstudie mogelijk te maken. Op deze manier worden de ruimtelijke kwaliteiten beter inzichtelijk gemaakt.
De visualisaties zijn gemaakt met behulp van het programma Windplanner en Photoshop.

De volgende standpunten zijn meegenomen in de visualisaties:

A. vanaf Westenschouwen
B. vanaf Zierikzee
C. vanaf Camping Zeelucht
D. vanaf Breezand
E. vanaf N57 - opgang zuid
F. vanaf N57 - opgang noord
G. locatie Poolvoet
H. aankomst Schouwen-Duiveland



overzicht met standpunten visualisaties

Visualisatie A. vanaf locatie Westenschouwen; Referentiesituatie

Visualisatie A. vanaf locatie Westenschouwen; Alternatief 2A Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie A. vanaf locatie Westenschouwen; Alternatief 2A Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie A. vanaf locatie Westenschouwen; Referentiesituatie

Visualisatie A. vanaf locatie Westenschouwen; Alternatief 3D Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie A. vanaf locatie Westenschouwen; Alternatief 3D Binnenhaven situatie 2028

Visualisatie B. vanaf locatie Zierikzee; Referentiesituatie

Visualisatie B. vanaf locatie Zierikzee; Alternatief 2C Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie B. vanaf locatie Zierikzee; Alternatief 2C Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie B. vanaf locatie Zierikzee; Referentiesituatie

Visualisatie B. vanaf locatie Zierikzee; Alternatief 3B Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie B. vanaf locatie Zierikzee; Alternatief 3B Binnenhaven situatie 2028

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Referentiesituatie

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 1 repowering bestaande windparken situatie 2020

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 1 repowering bestaande windparken situatie 2028

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Referentiesituatie

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 2D Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 2D Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Referentiesituatie

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 3A Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie C. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 3A Binnenhaven situatie 2028

Visualisatie D. vanaf locatie camping Zeelucht; Referentiesituatie

Visualisatie D. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 2B Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie D. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 2B Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie D. vanaf locatie camping Zeelucht; Referentiesituatie

Visualisatie D. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 3C Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie D. vanaf locatie camping Zeelucht; Alternatief 3C Binnenhaven situatie 2028

Visualisatie E. vanaf locatie N57- opgang zuid; Referentiesituatie

Visualisatie E. vanaf locatie N57- opgang zuid; Alternatief 2C Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie E. vanaf locatie N57- opgang zuid; Alternatief 2C Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie E. vanaf locatie N57 - opgang zuid; Referentiesituatie

Visualisatie E. vanaf locatie N57 - opgang zuid; Alternatief 3B Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie E. vanaf locatie N57 - opgang zuid; Alternatief 3B Binnenhaven situatie 2028

Visualisatie F. vanaf locatie N57 - opgang noord; Referentiesituatie

Visualisatie F. vanaf locatie N57 - opgang noord; Alternatief 2D Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie F. vanaf locatie N57 - opgang noord; Alternatief 2D Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie F. vanaf locatie N57 - opgang noord; Referentiesituatie

Visualisatie F. vanaf locatie N57 - opgang noord; Alternatief 3A Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie F. vanaf locatie N57 - opgang noord; Alternatief 3A Binnenhaven situatie 2028

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Referentiesituatie

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Alternatief 1 repowering bestaande windparken situatie 2020

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Alternatief 1 repowering bestaande windparken situatie 2028

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Referentiesituatie

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Alternatief 2B Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Alternatief 2B Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Referentiesituatie

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Alternatief 3C Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie G. nabij locatie Poolvoet; Alternatief 3C Binnenhaven situatie 2028

Visualisatie H. aankomst Schouwen-Duiveland; Referentiesituatie

Visualisatie H. aankomst Schouwen-Duiveland; Alternatief 2A Mattenhaven situatie 2020

Visualisatie H. aankomst Schouwen-Duiveland; Alternatief 2A Mattenhaven situatie 2028

Visualisatie H. aankomst Schouwen-Duiveland; Referentiesituatie

Visualisatie H. aankomst Schouwen-Duiveland; Alternatief 3D Binnenhaven situatie 2020

Visualisatie H. aankomst Schouwen-Duiveland; Alternatief 3D Binnenhaven situatie 2028

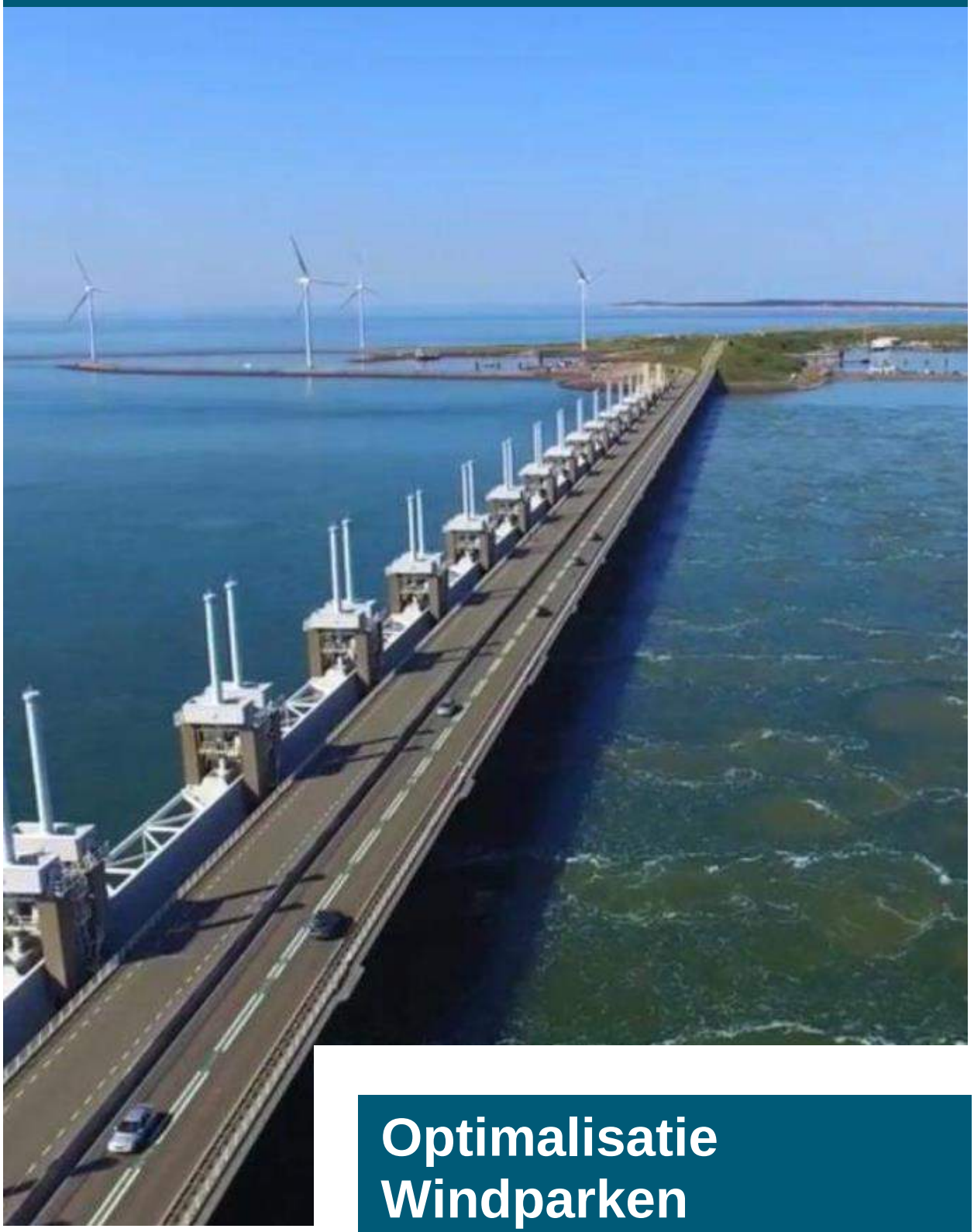
bosch slabbers

Oude Vlissingseweg 1
4336 AA Middelburg
T: 0118 592288
F: 0118 591233
middelburg@bosch-slabbers.nl
www.bosch-slabbers.nl

Bijlagerapport D

Natuuronderzoek

Passende beoordeling en Soortbeschermingstoets



BTL Advies

Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering

E-Connection

COLOFON

Natuuronderzoek
Passende Beoordeling en Soortbeschermingstoets
Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering

OPDRACHTNEMER

BTL Advies B.V.
Parklaan 1
5061 JV Oisterwijk
Postbus 385
5060 AJ Oisterwijk
T 013 52 99 555
E advies@btl.nl

OPGESTELD DOOR

Bart Wouters,
Arjan Schoenmakers

VRIJGEGEVEN DOOR

Arjan Schoenmakers

OPDRACHTGEVER

E-Connection Project BV
Regulierenring 12 f
3980 CC Bunnik

PROJECTNUMMER 722722187

STATUS **DEFINITIEF**
VERSIE 3
DATUM 07-03-2018

VOORWOORD

E-Connection Project heeft gezocht naar mogelijkheden om op de resterende vrije locaties op de Oosterscheldekering nieuwe windturbines te bouwen. Daarnaast is onderzocht of de bestaande windturbinelocaties beter kunnen worden benut door het vernieuwen van de bestaande windturbines (ook wel aangeduid als repoweren). Het streven is om in 2027 de bestaande opwekkingscapaciteit van de windparken op de Oosterscheldekering (inclusief Windpark Jacobahaven) te vergroten. Daarbij moet rekening worden gehouden met andere belangen (zoals natuur) die binnen deze concentratielocatie vertegenwoordigd zijn.

Om de milieueffecten van dit voornemen in kaart te brengen is een milieueffectrapport (MER) opgesteld. Op basis van dit MER is uit de alternatieven en varianten een voorkeursalternatief (VKA) gekozen. Het voorkeursalternatief (VKA) heeft mogelijk effecten op beschermde natuurwaarden en natuurgebieden. E-Connection Project heeft daarom besloten om een toetsing te laten uitvoeren door BTL advies gericht op het gebieden- en soortbeschermingsdeel van de Wet natuurbescherming voor de aanleg- en gebruiksfase.

BTL advies heeft Arcadis gevraagd om de benodigde berekeningen voor het bepalen van aanvaringsslachtoffers uit te voeren en om cumulatieve effecten in beeld te brengen. Tevens hebben zij een kwaliteitscontrole uitgevoerd op de voorliggende rapportage. Arcadis heeft ruime ervaring met slachtofferberekeningen onder vogels en cumulatiestudies.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Bart Wouter en Zef Hermans	Rapportage, toetsing
Arjan Schoenmakers	Projectleiding, rapportage, kwaliteitscontrole
Beno Koolstra & Gijs Kos (Arcadis)	Slachtofferberekening, cumulatiestudie & kwaliteitscontrole

Genoemde personen hebben ruime ervaring in onderzoek en advisering op het gebied van natuurwetgeving en voldoen aan de officiële criteria van ‘deskundige ecoloog’, zoals op de informatie site van de Rijksoverheid (www.rvo.nl) beschreven. Daarnaast is BTL Advies ISO gecertificeerd en aangesloten bij het Netwerk Groene Bureaus dat zorg draagt aan kwaliteitsborging.

Vanuit E-Connection Project werd de opdracht begeleid door T. Hirdes en M. Jansen. De begeleiding van het MER kwam van R.A.J. Schonis (Energieke Ruimte). Wij danken hen voor de zeer prettige samenwerking.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD **4**

1 INLEIDING **7**

1.1 LEESWIJZER 7
1.2 AANLEIDING 7
1.3 HUIDIGE SITUATIE BINNEN HET PROJECTGEBIED 8
1.4 HET VOORKEURSALTERNATIEF 9
1.5 BOUWWERKZAAMHEDEN 11
1.6 WETTELIJK KADER 14
1.6.1 Wet natuurbescherming: gebiedsbescherming 14
1.6.2 Wet natuurbescherming: soortbescherming 14

2 AFBAKENING EFFECTEN **16**

2.1 UITGANGSPUNTEN 16
2.2 EFFECTEN TIJDENS AANLEGFASE 16
2.2.1 Sterfte 16
2.2.2 Ruimtebeslag 16
2.2.3 Verstoring 17
2.2.4 Vermesting en verzuring 17
2.3 EFFECTEN TIJDENS GEBRUIKSFASE 18
2.3.1 Aanvaringsslachtoffers 18
2.3.2 Ruimtebeslag 18
2.3.3 Verstoring 18
2.3.4 Barrièrewerking 19
2.3.5 Vermesting en verzuring 20
2.4 CONCLUSIE 20

3 PASSENDE BEOORDELING **21**

3.1 BESCHRIJVING EN LIGGING NATURA 2000-GEBIEDEN 21
3.1.1 Voordelta 22
3.1.2 Oosterschelde 22
3.1.3 Kop van Schouwen 22
3.2 AANWEZIGHEID KWALIFICERENDE NATUURWAARDEN 22
3.2.1 Habitattypen 22
3.2.2 Habitatsoorten 22
3.2.3 Broedvogels 23
3.2.4 Niet-broedvogels 25
3.3 EFFECTBESCHRIJVING 28
3.3.1 Algemeen 28
3.3.2 Effecten aanlegfase 28
3.3.3 Effecten gebruiksfase 30
3.3.4 Conclusie 35
3.4 TOETSING EFFECTEN 36
3.4.1 Effecten aanlegfase 36
3.4.2 Effecten gebruiksfase 37
3.4.3 Cumulatieve effecten 39
3.4.4 Mitigatie 41
3.5 VERGUNNING 42

4 SOORTBESCHERMINGSTOETS 43

4.1 INLEIDING 43
4.2 METHODE ONDERZOEK 43
4.3 AANWEZIGHEID BESCHERMDE SOORTEN 43
4.4 EFFECTENBESCHRIJVING 49
4.4.1 Effecten 49
4.4.2 Conclusie 56
4.5 TOETSING AAN VERBODSBEPALINGEN 56
4.5.1 Vrijstellingen en gedragscodes 57
4.6 MITIGERENDE MAATREGELEN 58
4.6.1 Maatregelen 58
Vleermuizen 58
4.6.2 Effectiviteit maatregelen 59
Vleermuizen 59
4.6.3 Conclusie 60
4.7 ONTHEFFING 61
4.7.1 Andere bevredigende oplossing 61
4.7.2 Wettelijke belangen 61
4.7.3 Gunstige staat van instandhouding 61
4.7.4 Aan te vragen ontheffing 63

5 LITERATUURLIJST 67

BIJLAGEN 71

BIJLAGE 1: WETTELIJK KADER 72
BIJLAGE 2: INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN PER NATURA 2000-GEBIED 76
BIJLAGE 3: VERSPREIDINGSGEGEVENS OOSTERSCHELDEKERING NDFF EN RWS 79
BIJLAGE 4: VERSPREIDINGSKAARTEN BESCHERMDE SOORTEN 83
BIJLAGE 5: HOOGWATERVLUCHTPLAATSEN OOSTERSCHELDEZIJDE PER SEIZOEN 84
BIJLAGE 6: VERSTORINGSAFSTAND BROEDVOGELS 87
BIJLAGE 7: LOGISTIEK PLAN KRAANOPSTELPLAATSEN, BOUWDEPOTS EN BOUWWEGEN 88
BIJLAGE 8: RAPPORT AERIUS-BEREKENING VOOR AANLEGFASE WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING 91
BIJLAGE 9: RAPPORTAGE SLACHTOFFERBEREKENING EN CUMULATIE (ARCADIS, 2018) 92

1 INLEIDING

1.1 LEESWIJZER

In dit rapport zijn zowel de gebiedsbescherming als de soortbescherming van de Wet natuurbescherming behandeld. Het rapport bestaat grofweg uit vier onderdelen:

- Algemene beschrijvingen: In hoofdstuk 1 wordt de aanleiding en de huidige situatie beschreven. Daarnaast wordt het voorgenomen project (voorkeursalternatief) en bouwwerkzaamheden beschreven. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een beschrijving van het wettelijk kader. In hoofdstuk 2 staat de algemene afbakening van effecten, waarin wordt bepaald welke effecten worden meegenomen voor de toetsingen.

- In hoofdstuk 3 vindt de toetsing aan de gebiedsbescherming plaats. Dit deel van het rapport is de Passende beoordeling. Hierin worden de nabijgelegen Natura 2000-gebieden beschreven en wordt de aanwezigheid van kwalificerende natuurwaarden behandeld. De effecten die kunnen optreden worden beschreven en vervolgens worden deze getoetst aan de geldende instandhoudingsdoelstellingen. Tot slot is een conclusie met betrekking tot de vergunning getrokken, met inbegrip van mitigerende maatregelen.

- In hoofdstuk 4 vindt de toetsing aan de soortbescherming plaats. Hierin zijn soortgelijke stappen genomen als bij de gebiedsbescherming. Eerst wordt ingegaan op de aanwezigheid van beschermde soorten. Daarna worden de effecten beschreven en vervolgens worden deze getoetst aan de geldende verbodsbepalingen. Tot slot is een conclusie met betrekking tot de ontheffing getrokken, met inbegrip van mitigerende maatregelen.

- In hoofdstuk 5 wordt de gebruikte bronnen benoemd, gevolgd door de bijlagen.

1.2 AANLEIDING

De Oosterscheldekering is in het beleid van Rijk (Structuurvisie Wind op Land), de provincie Zeeland (Omgevingsplan Zeeland (2012-2018)) en de drie gemeenten (bestemmingsplannen) aangewezen als concentratielocatie voor het op grootschalige wijze opwekken van windenergie. Omdat dergelijke concentratielocaties in Nederland (en dus ook in Zeeland) beperkt aanwezig zijn, moet elke concentratielocatie zo optimaal mogelijk worden benut. Zo ook de locatie Oosterscheldekering.

E-Connection Project (hierna: de initiatiefnemer) heeft in overleg met de betrokken gemeenten (Schouwen-Duiveland, Veere en Noord-Beveland), de provincie Zeeland, Rijkswaterstaat en andere stakeholders gezocht naar mogelijkheden om op de resterende vrije locaties op de Oosterscheldekering nieuwe windturbines te bouwen. Daarnaast is onderzocht of de bestaande windturbinelocaties beter kunnen worden benut, bijvoorbeeld door het vernieuwen van de bestaande windturbines (ook wel aangeduid als ‘repoweren’). Het doel van het project is om de beschikbare ruimte binnen de concentratielocatie voor windenergie op de Oosterscheldekering zo optimaal mogelijk te benutten. Het streven is om in 2027 de bestaande opwekkingscapaciteit van de windparken op de Oosterscheldekering (inclusief Windpark Jacobahaven) te vergroten. Eerst van 80 MW in de bestaande situatie naar 130 MW in 2020 en door verdere optimalisatie van de bestaande windturbines in de jaren daarna tot circa 140 MW in 2027. Daarbij moet rekening worden gehouden met andere belangen (zoals natuur) die binnen deze concentratielocatie vertegenwoordigd zijn.

Om de milieueffecten van dit voornemen in kaart te brengen, is ervoor gekozen om de procedure om te komen tot een milieueffectrapport (MER) te doorlopen. In het MER zijn alternatieven en varianten omschreven waarvan op globaal niveau de effecten op aanwezige natuurwaarden zijn beoordeeld. Op basis van deze beoordeling en de beoordeling van overige milieueffecten is uit de alternatieven en varianten een voorkeursalternatief (VKA) gekozen. Het voorkeursalternatief (VKA) is het alternatief dat wordt opgenomen in de herziening van het bestemmingsplan Neeltje Jans in de gemeente Veere en vormt de basis voor de aan te vragen vergunningen en toestemmingen in de gemeenten Schouwen-Duiveland, Noord-Beveland en Veere. In de praktijk gaat het hierbij om een mix tussen onderzoeksalternatieven en varianten en de uit het effectenonderzoek naar voren gekomen mitigerende maatregelen.

Het voorliggende Natuurrapport vormt een toetsing van het VKA aan het wettelijk kader van de Wet natuurbescherming voor de aspecten gebiedsbescherming en soortbescherming. De optimalisatie van het windpark Oosterscheldekering kan in de aanleg- en gebruiksfase gevolgen hebben voor beschermde flora en fauna en natuurgebieden. Op basis van de best beschikbare wetenschappelijke kennis zijn de effecten van het VKA op de beschermde gebieden en soorten in kaart gebracht en beoordeeld. Dit is gedaan op basis van de huidige aanwezigheid van beschermde soorten planten en dieren in het projectgebied en de functie van het projectgebied en de directe omgeving voor deze soorten. Deze beoordeling vormt de onderbouwing voor de benodigde vergunning en ontheffing in het kader van de Wet natuurbescherming.

1.3 HUIDIGE SITUATIE BINNEN HET PROJECTGEBIED

Bestaande windparken binnen het projectgebied

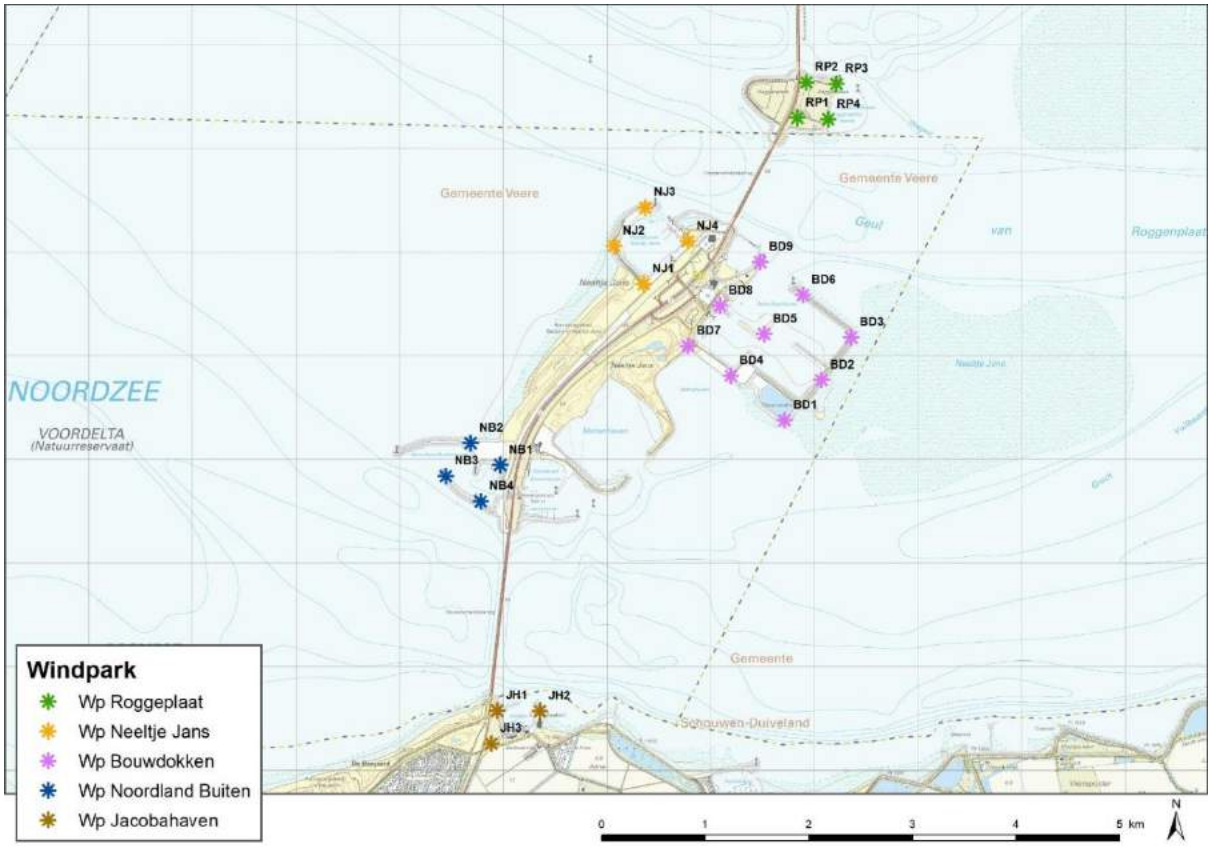
Binnen het projectgebied zijn in de huidige situatie vier windparken aanwezig, te weten Windpark Roggeplaat-Oost, Windpark Neeltje Jans, Windpark Noordland (alle drie in een opstelling bestaande uit vier windturbines) en Windpark Jacobahaven dat drie windturbines omvat (zie afbeelding 1.1). Deze windturbines zorgen momenteel al voor een zekere mate van verstoring van aanwezige natuurwaarden en voor aanvaringsslachtoffers bij vogels en vleermuizen. De bouw van Windpark Bouwdokken is in 2016 gestart. Dat windpark wordt in 2018 in bedrijf genomen. Ten zuiden van de Jacobahaven ligt het windpark Noord-Beveland waarvoor vergevorderde plannen bestaan om het te herontwikkelen. De windparken Bouwdokken en Noord-Beveland behoren niet tot het project voor Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering en vallen derhalve buiten de scope van onderhavige toetsing.

Overige delen projectgebied

Op de locaties waar nieuwe turbines geplaats kunnen worden, bestaat de vegetatie uit een schrale duinvegetatie met op plekken een dichte begroeiing van met name duindoorn. Bij de Binnenhaven is de begroeiing beperkt en bestaat de locatie voornamelijk uit een steen- of asfaltbekleding. Het hoge aantal recreanten (met name in het zomerseizoen) op en rondom de Oosterscheldekering zorgt voor verstoring. Toch zijn de meeste nieuwe turbinelocaties momenteel niet in gebruik door recreanten. Dit komt doordat een deel van deze locaties slecht bereikbaar zijn voor recreanten, omdat ze zijn afgesloten (Roggenplaat[1]) of slecht ontsloten (Poolvoet). Bij de Binnenhaven ligt dit anders, hier is de zuidelijke dam in gebruik als passantenhaven en is op de noordelijke dam een toegangsweg naar het opslagterrein van Rijkswaterstaat aanwezig.

De duinen, duindoornstruwelen, de lagere duinvegetatie en enkele afgelegen strandjes op Neeltje Jans, Mattenhaven en de Roggenplaat zijn van belang voor broedende en rustende vogels. In de havens en op de havendammen en strekdammen kunnen grotere aantallen rustende en foeragerende vogels voorkomen. Over het gebied gelegen tussen de Mattenhaven en het bestaande Windpark Neeltje Jans vindt getijdentrek van vogels plaats bij hoog- en laagwater.

[1] Het eiland ten noorden van Neeltje Jans heet Rogge**n**plaat. De naam van beide windparken die op dit eiland gerealiseerd worden, worden geschreven zonder –n-, namelijk Windpark Roggeplaat(-Oost) en Windpark Roggeplaat-West.



Afbeelding 1.1: Huidige situatie windparken. Windpark Bouwdokken is in aanbouw en valt buiten het projectgebied.

1.4 HET VOORKEURSALTERNATIEF

Windturbineopstelling

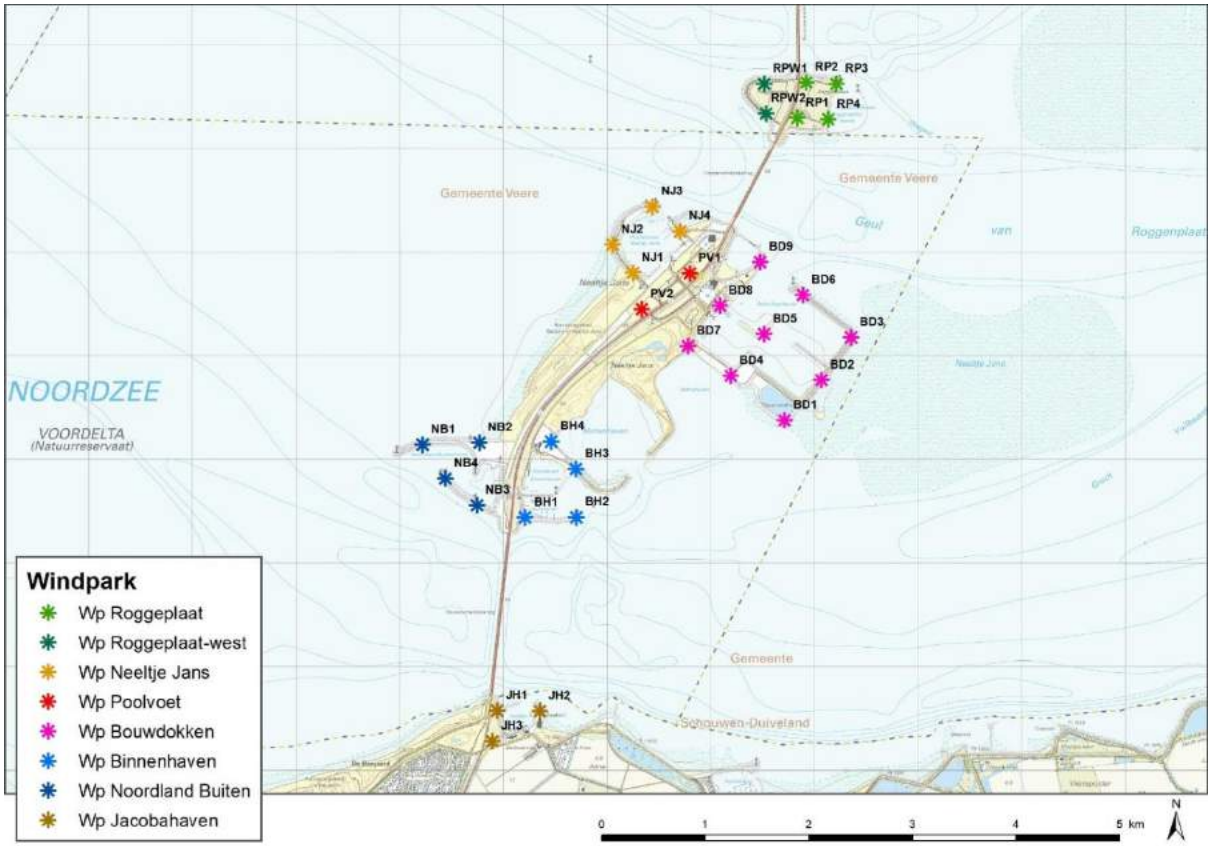
De windturbineopstelling binnen de 4 windparken waarvan de turbines vervangen worden bestaat in de huidige situatie uit 15 windturbines met de opstelling zoals weergegeven in afbeelding 1.1 en de kenmerken (ashoogte, rotordiameter, tiphoogte en opwekkingscapaciteit) zoals weergegeven in tabel 1.1. Voor het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering komen hier 8 windturbines bij. De windturbineopstelling zoals die in het VKA wordt voorzien bestaat uit in totaal 23 windturbines met de kenmerken zoals weergegeven in tabel 1.2 en de opstelling zoals weergegeven op afbeelding 1.2. Omdat het exacte type windturbine dat uiteindelijk geplaatst wordt nog niet voor alle windparken bekend is wordt er voor de meeste windparken uitgegaan van een minimale en maximale afmeting voor wat betreft ashoogte, rotordiameter en tiphoogte. Bij de uiteindelijke keuze van de turbine geldt als uitgangspunt dat de tiplaagte van de rotorbladen niet lager komt dan 30 meter boven maaiveld.

Tabel 1.1: Kenmerken windturbineopstelling in de huidige situatie

Huidige windparken	aantal	type	bouwjaar	kenmerken windturbines		
				ashoogte (meter)	tiphoogte (meter)	rotordiameter
Windpark Roggeplaat	4	E82	2012	78	119	82
Windpark Neeltje Jans	4	V90	2006/2012	78	123	90
Windpark Noordland Buiten	4	V90	2006/2012	78	123	90
Windpark Jacobahaven	3	V90	2006	78	123	90
Totaal	**15**					

Tabel 1.2: Kenmerken en bouwfasering windturbineopstelling VKA van project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering.

deelproject	aantal	Soort bouw	kenmerken windturbines				bouwfasering
			ashoogte (meter)	rotordiameter (meter)	tiphoogte (meter)	capaciteit (MW/totaal)	
Windpark Roggeplaat West	2	Nieuwbouw	80-100	80-120	120-150	3-4 (6-8)	2020
Windpark Roggeplaat	4	Repowering	80-90	80-90	135	3 (12)	2027
Windpark Neeltje Jans	4	Repowering	90-140	120-145	150-215	4-5 (16-20)	NJ1-NJ3: 2021 NJ4: 2027
Windpark Poolvoet	2	Nieuwbouw	90-140	120-145	165	4-5 (8-10)	2020
Windpark Binnenhaven	4	Nieuwbouw	90-140	120-145	150-215	4-5 (16-20)	2020
Windpark Noordland Buiten	4	Repowering	90-140	120-145	150-215	4-5 (16-20)	NB1-NB2: 2021 NB3-NB4: 2027
Windpark Jacobahaven ***=max tip voorlopig 150m.**	3	Repowering	90-140*	120-145*	150-215	3-4 (9-12)	2021
Totaal	**23**					**83-102**	



Afbeelding 1.2: Situatie Windparken na uitvoering van het VKA van project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering

1.5 BOUWWERKZAAMHEDEN

De nieuwbouw van windturbines bestaat hoofdzakelijk uit vier onderdelen: aanleggen van kraanopstelplaatsen (indien nog niet aanwezig), ontmanteling van bestaande turbines, bouw fundering en oprichten van de nieuwe windturbine. De kraanopstelplaatsen bestaan uit een permanent verharde ondergrond (asfalt/beton). Deze zijn nodig voor de hijskraan tijdens het oprichten van de turbine, onderhoud tijdens gebruiksfase en voor de sloop van de turbines in de toekomst. De bouw- en opstelplaatsen worden zo ingericht dat deze daarna als permanente onderhoudsplaats worden gebruikt. Het oppervlak van een bouw-, opslag- en opstelplaats bedraagt per windturbine ongeveer 4.740 m^2. Ook zullen daar waar nodig (tijdelijke) bouwwegen en/of permanente toegangswegen worden aangelegd. Voor de bouw van de fundering van alle nieuwe windturbines (ook bij repowering) zullen per turbine 32 heipalen worden geplaatst. Hier bovenop wordt een betonnen fundering gestort met een diameter van 20m. In het geval van repowering wordt eerst de huidige fundering ontmanteld. Bij windpark Binnenhaven moet voor de turbinelocaties BH2 de zuidelijke havendam plaatselijk worden verstevigd om de bouw van turbines mogelijk te maken. Om effecten op de omgeving te beperken wordt voor de werkzaamheden als uitgangspunt genomen dat deze trillingsarm worden uitgevoerd. Omdat meerdere windturbines op havendammen/dijklichamen gebouwd worden is ook vanuit dijkveiligheid trillingsarm werken gewenst. Bij de bouw van Windpark Bouwdokken in 2017 zijn verschillende methodieken om dit mogelijk te maken succesvol toegepast.

Met het VKA vinden een aantal activiteiten plaats die samenhangen met de bouw van de nieuwe (en het vervangen van de bestaande) windturbines. Het gaat om het realiseren van de aansluiting op het landelijke hoogspanningsnetwerk om de opgewekte elektrische energie af te kunnen voeren, het bouwen van een nieuwe windmeetmast en de aanleg van (tijdelijke en permanente) bouwwegen.

Inzet materieel

De exacte wijze waarop de werkzaamheden worden uitgevoerd is nog niet bekend. Op basis van ervaringen bij de bouw van andere windparken, waaronder de bouw van Windpark Bouwdokken in 2017, is een zo gedetailleerd mogelijke inschatting gemaakt van de inzet van het benodigde materieel. Een en ander is door initiatiefnemer beschreven in een voorlopig uitvoeringsplan (E-Connection Project BV, 2018)

Het aantal draaiuren van materieel dat wordt ingezet bij de werkzaamheden verschilt per locatie. Bepalend hierbij is of er sprake is van repowering van een bestaand windpark, waarbij eerst de bestaande turbine met fundering ontmanteld moet worden, of van de bouw van een nieuw windpark. Kort samengevat:

Repowering: ontmantelen windturbine en fundering + Afvoer materialen (sloop) + Bouw fundering en windturbine + Aan- en afvoer materieel en materialen (bouw) + Opbouw nieuwe windturbine + Kabels leggen.

Nieuwbouw: Bouw fundering en windturbine + Aan- en afvoer materieel en materialen (bouw) + Opbouw nieuwe windturbine + Kabels leggen + (bij locatie BH2) dijkversteviging.

Ontmantelen bestaande turbines Voor het ontmantelen van een windturbine zijn er hijskranen nodig. Een hoofdkraan voor het hijsen van de turbine onderdelen en een hulpkraan voor het opbouwen van de hoofdkraan. Het transport van de hoofdkraan en de afvoer van turbine onderdelen vindt plaats met vrachtwagens geschikt voor groot en zwaar transport (bijv. diepladers).

Afvoer materiaal De windturbinefundaties worden verwijderd, met uitzondering van de fundatiepalen. De palen worden afgekort maar verder niet verwijderd omdat het trekken risico's voor de waterkering zou kunnen opleveren en omdat deze de stabiliteit van de waterkering ter plaatse versterken. Het puin van de fundatie wordt met vrachtwagens afgevoerd. Hiervoor zijn circa 50 vrachtwagens per windturbinefundatie nodig. Voor de sloop van de fundatie wordt ook een graafmachine ingezet.

Bouw nieuwe fundering en windturbine Voor de bouw van de fundering worden per turbine 32 nieuwe heipalen geplaatst (ook bij repowering). Hier bovenop wordt een betonnen fundering gestort met een diameter van 20m. Hiervoor zijn circa 50 betonwagens nodig en circa 6 vrachtwagens met betonstaal per windturbinefundatie. Voor de bouw van een windturbine zijn er hijskranen nodig. Een hoofdkraan voor het hijsen van de turbine onderdelen en een hulpkraan voor het opbouwen van de hoofdkraan. Het transport van de hoofdkraan en de aanvoer van turbine onderdelen vind plaats met vrachtwagens geschikt voor groot en zwaar transport (bijv. diepladers). Voor de aanvoer van de turbine onderdelen betreft dit circa 20 vrachtwagens. Voor de bouw van de fundatie wordt ook een graafmachine ingezet.

Realisatie kraanopstelplaatsen en bouwdepots Bij de nieuwe windturbinelocaties wordt een kraanopstelplaats aangelegd waarop de kranen gepositioneerd worden en kunnen afstempelen. De kraanopstelplaatsen bestaan uit een permanent verharde ondergrond (asfalt/beton). De aanvoer van asfalt/beton vind met vrachtwagens plaats. Tevens wordt een wals en graafmachine ingezet.

Overige Voor het aanleggen van elektriciteitskabels wordt met een graafmachine een sleuf gegraven. Bestaande infrastructuur wordt door het toepassen van een gestuurde boring gepasseerd. Ter hoogte van windturbine BH2 moet de zuidelijke havendam plaatselijk worden verstevigd. De benodigde grond en breuksteen hiervoor wordt met vrachtwagens aangevoerd en met een graafmachine verwerkt.

Bouwfasering

Stormseizoen Met planning van de werkzaamheden wordt rekening gehouden met het stormseizoen. Gedurende het stormseizoen (1 oktober – 1 maart) is het verboden grondroerende activiteiten uit te voeren in de kern- en beschermingszone van de Oosterscheldekering. Grondroerende activiteiten zijn bijvoorbeeld het aanbrengen van de fundaties en de ondergrondse parkbekabeling.

Broedseizoen Met planning van de werkzaamheden wordt rekening gehouden met het vogelbroedseizoen. Het broedseizoen loopt ruim genomen van maart tot en met augustus. Het streven is om zo veel mogelijk het broedseizoen te mijden. Wanneer er toch op een aantal locaties gewerkt moet worden in het broedseizoen worden hiervoor voorwaarden opgenomen in een Ecologisch Werkprotocol en worden de werkzaamheden volgens dit Ecologisch Werkprotocol uitgevoerd.

Fasering bouw turbines In het VKA wordt het vervangen van bestaande turbines en het plaatsen van turbines op nieuwe locaties in drie fases uitgevoerd, zie tabel 1.2. en tabel 1.3. In 2020 worden nieuwe windturbines gebouwd op de westelijke zijde van de Roggenplaat (Windpark Roggeplaat-West), rondom de Binnenhaven en rondom Viaduct Poolvoet. In 2021 worden bestaande windturbines van de windparken Jacobahaven, Neeltje Jans (NJ1, NJ2, NJ3) en Noordland Buiten (NB1, NB2) vervangen (repowering). De resterende bestaande windturbines worden in 2027 vervangen, namelijk bij windpark Roggenplaat (Oost), Neeltje Jans (NJ4) en Noordland-Buiten (NB3, NB4)

Tabel 1.3 fasering van werkzaamheden. Bij het jaar waarin werkzaamheden plaatsvinden is het aantal turbines aangegeven die nieuw geplaatst worden. Tevens is het aantal turbines in de huidige situatie getoond die met het bouwen van de nieuwe turbines vervangen worden. De Windmeetmast op Roggenplaat-West wordt in 2020 gebouwd.

Windpark	# turbines huidige situatie	Bouwfasering (jaar) en # nieuwe turbines		
		2020	2021	2027
Roggeplaat	4	-	-	4
Roggeplaat-West	-	2	-	-
Neeltje Jans	4	-	3	1
Noordland Buiten	4	-	2	2
Jacobahaven	3	-	3	-
Poolvoet	-	2	-	-
Binnenhaven	-	4	-	-
Windmeetmast	-	x	-	-

Netaansluiting

De windturbines worden via ondergrondse parkbekabeling aangesloten op het (bestaande) private kabelnetwerk (OSKneT) waarbij het landelijk hoogspanningsnetwerk wordt aangesloten via de bestaande ondergrondse 150kV-kabelverbinding en het transformatorstation van OSKneT bij Windpark Bouwdokken. Hiertoe dient het transformatorstation te worden uitgebreid met een 20/150kV-transformator met een capaciteit van 55 MVA. Deze uitbreiding was reeds in het ontwerp van het transformatorstation voorzien. Op het graven van de kabels voor de aansluitingen van de nieuwe windturbines op het hiervoor genoemde transformatorstation na, maakt het aanleggen van een nieuwe aansluiting op het landelijke hoogspanningsnetwerk geen deel uit van dit project. Omdat gebruik kan worden gemaakt van het bestaande transformatorstation van Windpark Bouwdokken, is evenmin de bouw van een nieuw transformatorstation voorzien. Tezamen met het aanleggen van de kabels voor de aansluitingen van de nieuwe windturbines wordt een datakabel aangelegd tussen de windturbines en het transformatorstation, waardoor monitoring en besturing van de windturbines op afstand mogelijk is.

Kraanopstelplaatsen en (tijdelijke) bouwwegen

Om veilig te kunnen hijsen worden er voor de hijskranen kraanopstelplaatsen aangelegd bij de windturbinelocaties waarop de kranen gepositioneerd worden en kunnen afstempelen. Gedurende de bouw en gehele exploitatieperiode zijn de kraanopstelplaatsen beschikbaar voor gebruik door het windpark. De kraanopstelplaatsen hebben niet alleen de functie voor het positioneren en afstempelen van de kranen. De volgende functies behoren ook tot die van de kraanopstelplaatsen;

- Opbouw hoofdkraan, waarbij de lengte van de giek grotendeels maatgevend is voor de benodigde ruimte;
- Eventuele voor-montage van de windturbine onderdelen;
- Tijdelijke opslag van bouwmaterialen (incl. containers) en windturbine onderdelen alvorens deze gehesen en gemonteerd worden.

Naast of aansluitend aan de kraanopstelplaatsen worden ook (tijdelijke) bouwdepots en (tijdelijke) bouwwegen ingericht. In bijlage 7 is het logistiek plan opgenomen waarin de benodigde oppervlaktes voor de kraanopstelplaatsen, bouwdepots en bouwwegen op kaart zijn weergegeven. Het transport van de voor-gemonteerde windturbine onderdelen naar de windturbine locaties zal via speciaal transport plaatsvinden. Door het reeds aanwezig zijn van windturbines en het recent realiseren van Windpark Bouwdokken is het onderliggend wegennet geschikt voor het benodigde type speciaal transport. Op een aantal locaties is het ter plaatse van een windpark nodig om aanpassingen in de bestaande infrastructuur te doen, zoals het aanleggen van een (tijdelijke) bouwweg.

Windmeetmast

De windmeetmast wordt gebruikt voor de registratie van winddata op verschillende hoogten en voor de monitoring van de werking van de windturbines. Momenteel wordt onderzocht of op de bestaande radartoren Lange Neel, op de havendijk bij Noordland Buiten, de windmeetapparatuur kan worden geplaatst. Omdat de mogelijkheden hiertoe nog onduidelijk zijn, is voor het VKA voorzien dat op de ***uiterste westpunt*** van het voormalige werkeiland Roggenplaat een nieuwe windmeetmast gebouwd wordt.

De mast wordt een stalen constructie van maximaal 120 meter hoog die zonder tuidraden wordt uitgevoerd. Dit omdat bekend is dat tuidraden veel vogelslachtoffers kunnen veroorzaken. Het gevolg is dat de windmeetmast door middel van een betonnen fundering verankerd moet worden. De initiatiefnemer is voornemens om de windmeetmast te gebruiken voor de monitoring van de aanwezigheid van vleermuizen middels bat-detectoren op verschillende hoogten.

1.6 WETTELIJK KADER

1.6.1 Wet natuurbescherming: gebiedsbescherming

De bescherming van soorten en hun leefgebieden is geregeld in de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn en op nationaal niveau verankerd in de Wet natuurbescherming (hierna Wnb genoemd). Enerzijds richt de Wnb zich op de bescherming van daartoe aangewezen gebieden. Voor dit project zijn dat de Natura 2000-gebieden. In het aanwijzingsbesluit van het Natura 2000-gebied is opgenomen welke instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied gelden. Dit kunnen doelstellingen zijn voor habitattypen en/of plant- of diersoorten. Hierbij kan sprake zijn van een behoudsdoelstelling of van een verbeter- of uitbreidingsdoelstelling voor een habitattype of (leefgebied van) een soort. Activiteiten die schade toebrengen aan de beschermde natuur in deze gebieden zijn verboden.

Als een gebied is aangewezen als Natura 2000-gebied, dan geldt het beschermingsregime op grond van hoofdstuk 2 uit de Wnb. Dit houdt onder andere in dat voor een nieuw plan, project en handeling in, of in de nabijheid van, een dergelijk gebied, moet worden beoordeeld of dit doorgang kan vinden gezien de instandhoudingsdoelstellingen die voor het Natura 2000-gebied gelden. Het is op grond van het tweede lid van artikel 2.7 Wnb namelijk verboden om zonder vergunning een project te realiseren, of andere handeling te verrichten, die gelet op de instandhoudingsdoelstellingen de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren, dan wel een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten, waarvoor het gebied is aangewezen.

Om te beoordelen of significant negatieve effecten aan de orde kunnen zijn, is het noodzakelijk om een zogenaamde Voortoets uit te voeren. Op basis van de uitkomst van de Voortoets kan het bevoegd gezag beoordelen of significant negatieve effecten uitgesloten kunnen worden. Wanneer het project afzonderlijk of in cumulatie significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, wordt vergunning pas verleend nadat uit de passende beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, kan het project uitsluitend plaatsvinden na het doorlopen van een zogenaamde ADC-toets. Het project kan dan uitsluitend doorgang vinden wanneer is voldaan aan elk van de volgende voorwaarden:

- alternatieve oplossingen zijn niet voorhanden;
- het plan, onderscheidenlijk het project, is nodig om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en
- de nodige compenserende maatregelen worden getroffen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft.

1.6.2 Wet natuurbescherming: soortbescherming

Anderzijds richt hoofdstuk 3 van de Wnb zich op de bescherming en het behoud van in het wild levende plant- en diersoorten binnen en buiten de beschermde natuurgebieden. Het uitgangspunt van de wet is het 'Nee, tenzij…'-principe. Dit betekent dat handelingen die zorgen voor schade of verstoring verboden zijn, tenzij dit nadrukkelijk is toegestaan (in de vorm van een vrijstelling of verleende ontheffing).

In de Wnb wordt onderscheid gemaakt in een drietal beschermingsregimes.

- Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn: Dit zijn Europees beschermde soorten. Het is verboden om van nature in Nederland in het wild levende vogelsoorten die zijn opgenomen in de Vogelrichtlijn opzettelijk te doden, verstoren of vangen.
- Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn: Ook dit zijn Europees beschermde soorten waarvoor het verboden is om van nature in Nederland in het wild levende dieren die zijn opgenomen in (bijlage IV van) de Habitatrichtlijn, het Verdrag van Bern en/of het Verdrag van Bonn te doden, verstoren of vangen in hun natuurlijke leefgebied.
- Beschermingsregime Andere soorten: Deze soorten zijn beschermd op grond van de Wnb (nationale wetgeving). Het is verboden om fauna die is opgenomen in de bijlage behorende bij artikel 3.10 Wnb (onderdeel A) opzettelijk te doden of te vangen. Naast het beschermen van de soorten worden ook de voortplantings- en rustplaatsen beschermd, het is verboden om deze opzettelijk te beschadigen of te vernielen. Het is ook verboden om de in de bijlage bij artikel 3.10 Wnb (onderdeel B) genoemde vaatplanten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Op grond van de Wnb zijn in beginsel Gedeputeerde Staten van de provincie het bevoegd gezag voor het verlenen van een vergunning of een ontheffing. Voor dit project is Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland daarom het bevoegd gezag. Verder kan bij provinciale verordening vrijstelling worden verleend van deze verboden. De noodzaak tot ontheffing of vrijstelling kan hierbij ook verband houden met handelingen in het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden zoals bij onderhavig project het geval is.

Provinciale Staten van de provincie Zeeland hebben op 4 november 2016 de Verordening Wet natuurbescherming Zeeland 2017 vastgesteld. In deze verordening is gebruik gemaakt van de mogelijkheid om vrijstelling te verlenen voor 'overige soorten'. In artikel 6.4 en in bijlage IV van de Verordening zijn soorten aangewezen waarvoor de verbodsbepalingen uit de Wnb niet gelden bij ruimtelijke inrichting. Het gaat om de soorten genoemd in tabel 1.4.

Tabel 1.4: Vrijgestelde soorten provincie Zeeland

Soort	
Aardmuis	Huisspitsmuis
Bastaardkikker/Middelste groene kikker	Kleine watersalamander
Bosmuis	Konijn
Bruine kikker	Meerkikker
Bunzing	Ondergrondse woelmuis
Dwergmuis	Ree
Dwergspitsmuis	Rosse woelmuis
Egel	Tweekleurige bosspitsmuis
Gewone bosspitsmuis	Veldmuis
Gewone pad	Vos
Haas	Wezel
Hermelijn	Woelrat

2 AFBAKENING EFFECTEN

In dit hoofdstuk vindt de afbakening van effecten plaats. In dit hoofdstuk wordt niet specifiek ingegaan op beschermde natuurwaarden en bijbehorend effecten. In grote lijn wordt uiteengezet welke effecten mogelijk optreden en wat de reikwijdte van deze effecten is. Aan het einde van het hoofdstuk is bekend welke effecten relevant zijn voor de toetsing.

2.1 UITGANGSPUNTEN

Voor deze toetsing zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- In de Milieueffectrapportage Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering is ervan uitgegaan dat de volgende effecten mogelijk zijn als gevolg van ontwikkelingen: in de aanlegfase zijn verstoring door bijvoorbeeld geluid, verlichting, menselijke activiteiten en aantasting van het leefgebied de relevante effecten. Effecten in de aanlegfase zijn vaak lokaal en/of tijdelijk van aard en afhankelijk van de werkzaamheden en de precieze opstelling van de turbines. De meest relevante potentiële ecologische effecten van windparken in de gebruiksfase zijn verstoring, sterfte en/of barrièrewerking van/voor vleermuizen en vogels. Het verstorende effect wordt zowel bepaald door het ronddraaien van de rotoren, de fysieke aanwezigheid, de verlichting en de geluidsuitstraling. Het werkelijke effect hiervan verschilt per soort(groep).
- De aanlegwerkzaamheden worden trillingsarm uitgevoerd.
- Bij de nieuwe windturbines komt de tiplaagte van de rotorbladen niet beneden de 30 meter boven maaiveld.
- Bij de aanleg van de windturbines of de aanleg van aanrijroutes worden geen bomen gekapt. Ook wordt geen bebouwing gesloopt, anders dan dat de bestaande windturbines worden ontmanteld.
- Werkzaamheden kunnen overdag en ’s avonds worden uitgevoerd.

2.2 EFFECTEN TIJDENS AANLEGFASE

2.2.1 Sterfte

Aard van het effect
Wanneer beschermde plant- en diersoorten aanwezig zijn als de werkzaamheden aanvangen, is het mogelijk dat deze verwond of gedood worden.

Reikwijdte
Sterfte beperkt zich tot die soorten in het projectgebied die aanwezig zijn én bij aanvang de werkzaamheden niet ontvluchten.

2.2.2 Ruimtebeslag

Aard van het effect
Ruimtebeslag kan leiden tot verkleining en/of versnippering van habitattypen en leefgebieden van beschermde soorten. Als leefgebieden te klein worden, worden populaties kwetsbaar voor veranderingen ten gevolge van bijvoorbeeld vermindering van voedselbeschikbaarheid en rust, predatie, extreme seizoensinvloeden of ziekten. Het is belangrijk dat functionele gebiedseenheden voor soorten intact blijven, zodat de gebieden alle functies voor soorten in voldoende mate kunnen faciliteren (Broekmeyer *et al.* 2005).

Reikwijdte
De reikwijdte van ruimtebeslag beperkt zich tot de locatie waar een ontwikkeling inclusief bijbehorende faciliteiten plaatsvindt. De windturbines worden buiten de begrenzing van de Natura 2000-gebieden Oosterschelde en Voordelta gebouwd, waardoor ruimtebeslag op deze gebieden in uitgesloten. De rotoren van meerdere turbines draaien boven (het water van) het areaal van Natura 2000. Deze zogenaamde overdraai heeft geen verlies van areaal van kwalificerende habitattypen of leefgebied van kwalificerende vogels tot gevolg. Mogelijk zorgt het voor lokaal kwaliteitsverlies, waarbij vooral het effect van verstoring bepalend is en waardoor dit aspect niet bij ruimtebeslag beoordeeld wordt.

2.2.3 Verstoring

Aard van het effect
Geluid, licht en visuele prikkels (aanwezigheid van mensen, draaiende turbines) kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Er kan ook gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring van bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer *et al.* 2005).
Tijdens de aanlegfase kan verstoring met name optreden door geluid als gevolg van de werkzaamheden (materieel, sloop- en bouwwerkzaamheden, etc.), door verlichting bij werkzaamheden 's avonds en 's nachts en visuele prikkels van aanwezig personeel en materieel (kranen, vrachtwagens, etc.).

Reikwijdte
Broedvogels en Niet-broedvogels De reikwijdte van verstoring is afhankelijk van de aanwezige beschermde soorten, de optredende effecten en zelfs op het moment dat de effecten optreden (op de dag, maar ook wanneer in het jaar). Per relevante soort wordt ingegaan op het specifieke effect van verstoring tijdens de aanleg.

Zeezoogdieren De werkzaamheden worden trillingsarm uitgevoerd. Dat betekent dat er voor de aanleg van nieuwe funderingen geen heiwerkzaamheden worden uitgevoerd, maar er voor een trillingsarme methode gekozen wordt. Effecten op zeehonden en bruinvis als gevolg van heiwerkzaamheden zijn hierdoor niet aan de orde.

Luchtgeluid als gevolg van de werkzaamheden is lokaal en dusdanig beperkt dat dit een te verwaarlozen rol speelt bij de verstoring van bruinvis en (ligplaatsen van) zeehonden. Effecten als gevolg van verstoring van zeezoogdieren worden niet nader beoordeeld.

2.2.4 Vermesting en verzuring

Aard van het effect
De werkzaamheden veroorzaken emissie van verzurende en vermestende stoffen (vooral NO_x). Deze verzurende en vermestende stoffen slaan via de atmosfeer neer op land en water (stikstofdepositie) en kunnen negatieve effecten op gevoelige vegetaties veroorzaken, zoals vergrassing of verruiging. Ook beschermde soorten planten en dieren die afhankelijk zijn van een bepaald habitattype kunnen hierdoor nadelig beïnvloed worden, bijvoorbeeld door verandering van de samenstelling van de structuur van de vegetatie of een verandering van voedselaanbod.

Reikwijdte
Door de werkzaamheden tijdens de aanlegfase is er sprake van extra stikstofdepositie door de uitstoot van het materieel dat wordt gebruikt. In de Natura 2000-gebieden rondom het projectgebied (paragraaf 3.1) bevinden zich stikstof gevoelige habitattypen zoals o.a. H2110 - Embryonale duinen, H2130A&B – Grijze duinen (kalkrijk en kalkarm), H1330A&B – Schorren en zilte graslanden (binnen en buitendijks). De afstand tussen het projectgebied en de gevoelige habitattypen is niet zo groot (<3 km) dat op voorhand effecten al kunnen worden uitgesloten. Er is daarom berekend of de uitstoot van stikstof binnen het projectgebied effect heeft op de stikstofgevoelige habitattypen in naastgelegen gebieden. De berekening is uitgevoerd met Aerius Calculator (versie september 2017).
Voor de werkzaamheden op de bouwlocatie is per machine het aantal draaiuren bepaald per turbine. Voor de vervoerbewegingen (aantal ritten) is op basis van het aantal km (heen en terug) de te verwachten uitstoot berekend. De resultaten van de Aeriusberekening zijn weergegeven in bijlage 8.

2.3 EFFECTEN TIJDENS GEBRUIKSFASE

2.3.1 Aanvaringsslachtoffers

Aard van het effect
Door aanvaring van vogels en vleermuizen met de rotorbladen van windturbines neemt de sterfte binnen populaties toe. Bij aanleg van windturbineparken ontstaat een vergroot risico op aanvaring en daarmee op een verhoogde mortaliteit. Wanneer er grote aantallen slachtoffers vallen, dan heeft dit mogelijk een effect op de populatie.

Reikwijdte
De drempelwaarde voor dit effect wordt bepaald door de 1%-mortaliteitsnorm. Wanneer sterfte als gevolg van aanvaring met windturbines hoger is dan 1% van de natuurlijke sterfte binnen de populatie, dan zijn effecten op de populatie niet zonder meer uit te sluiten. Zie voor een meer uitgebreide uitleg van de 1%-mortaliteitsnorm het tekstkader hieronder.

De 1%-mortaliteitsnorm
De 1%-norm voor additionele sterfte (1% mortaliteitsnorm) is een door de Raad van State geaccepteerde werkwijze om het mogelijk onbedoeld veroorzaken van sterfte door windturbines te beoordelen. Per soort wordt de gemiddelde jaarlijkse sterfte bepaald voor het betreffende gebied:

1% mortaliteitsnorm = jaarlijkse sterfte x populatieomvang x 0,01

De jaarlijkse sterfte is gebaseerd op de soortspecifieke data op www.bto.org met betrekking tot de jaarlijkse overleving. Indien er minder dan 1% additionele sterfte optreedt, is er geen significant negatief effect. Wanneer wel een overschrijding plaatsvindt, dan kan een nadere analyse noodzakelijk zijn om de relatie nader te onderzoeken.

Deze “1%-mortaliteitsnorm” wordt algemeen in binnen- en buitenland toegepast om de significantie van een ingreep die sterfte tot gevolg heeft te bepalen. In de “Leidraad bepaling significantie” van het Steunpunt Natura 2000 (2010) wordt deze norm ook genoemd als een bruikbaar instrument om de significantie van een ingreep te bepalen. De 1%-mortaliteitsnorm is ontwikkeld door het ORNIS-comité (een groep experts die door de Europese Commissie als gezaghebbend wordt gezien) en is in verschillende gevallen door de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State als zodanig erkend, zie de uitspraak van 1 april 2009 (ABRvS2000801465/Rw), een zaak die specifiek op sterfte veroorzaakt door windturbines betrekking had.

2.3.2 Ruimtebeslag

Ruimtebeslag is een permanent effect dat reeds optreedt in de aanlegfase. Dit effect is niet meer separaat behandeld voor de gebruiksfase.

2.3.3 Verstoring

Aard van het effect
Het geluid en de trillingen die draaiende windturbines veroorzaken alsook silhouetwerking en de signaalverlichting op turbines kunnen vogels en vleermuizen in de directe omgeving verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Er kan ook gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring van bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer *et al.* 2005). Pas bij herhaaldelijke verstoring zullen negatieve effecten te verwachten zijn. Dit kan het geval zijn voor broed- en niet-broedvogels die voorkomen op de Oosterscheldekering. Echter zal verstoring op trekvogels, die 2 keer per jaar passeren, geen negatieve effecten hebben.

Reikwijdte vogels
Afhankelijk van soort en gedrag van de soort geldt een bepaalde afstand waarbinnen windturbines een verstorend effect kunnen hebben. Buiten deze afstand kunnen effecten worden uitgesloten.

- Voor broedvogels is een verstoringsradius van 100 tot 200 meter een goede maat. Verschillende studies hebben laten zien dat het aantal broedvogels tot op 200 meter kon afnemen (Steinborn *et al.* 2011, Everaert 2008, Winkelman *et al.* 2008, Hötker *et al.* 2006). Verschillende sterns, bontplekplevier, strandplevier en scholekster zijn wel tot op korte (30m of meer) afstand van windturbines broedend aangetroffen (Buijs 2016 & 2017a, Everaert 2008). Voor broedende zangvogels is de gemiddelde verstoringsafstand vaak ook lager dan bij andere soorten (Winkelman *et al.* 2008, Everaert 2008, Hötker *et al.* 2006). Onderzoekers denken dat broedvogels redelijk onverstoord worden door windturbines om dat ze zeer trouw zijn aan hun broedgebied.
- Voor rustende en foeragerende vogels is een verstoringsradius van 150-450 meter een goede maat. Het verschilt sterk per soort hoe gevoelig ze zijn voor verstoring door windturbines. Soorten als fuut, blauwe reiger, meerkoet, scholekster, kok- en stormmeeuw worden op kortere afstand al niet meer verstoord. Bij zwanen, ganzen, eenden, kraanvogels en sommige steltlopers treedt de verstorende werking op grotere afstand al op (Klop *et al.* 2014, Winkelman *et al.* 2008, Everaert 2008, Hötker *et al.* 2006). Onderzoekers denken dat het grote verschil tussen broed- en niet-broedvogels is, dat niet-broedvogels minder aan een bepaald gebied gebonden zijn.
- Grotere, hogere turbines zijn mogelijk meer verstorend omdat ze vanaf grotere afstand zichtbaar zijn en waardoor de visuele verstoring mogelijk groter is. Daarentegen draaien grotere turbines ook langzamer waardoor ze juist weer minder verstorend zouden kunnen werken. In recente onderzoeken zijn echter geen verschillen in verstoringsafstand tussen kleinere en grotere turbines gevonden (Kruckenberg & Jaene 1999, Bergen 2001, Winkelman *et al.* 2008). Omdat er geen duidelijke aanwijzingen zijn voor verschil in verstoring door turbine grootte, wordt dit in de verdere toetsing buiten beschouwing gelaten.

Reikwijdte vleermuizen

Het geluid en de trillingen die draaiende windturbines veroorzaken kunnen vleermuizen in de directe omgeving verstoren. Uit onderzoek is gebleken dat vleermuizen bij het foerageren locaties met veel geluid mijden. Uit experimenten blijkt dat gebieden met veel geluid minder gebruikt worden om te foerageren, maar niet volledig ongeschikt worden: vleermuizen blijven ook bij veel geluid foerageren. Voor de verstoring is niet een drempelwaarde vastgesteld, maar hier is een verklaring voor gegeven. Hoewel uit onderzoek blijkt dat vleermuizen geluid intensieve plaatsen als snelwegen mijden, worden ook bepaalde geluidsbronnen van natuurlijke oorsprong gemeden. “Vegetation noise” is minder intensief dan het geluid van een snelweg, maar heeft overeenkomsten met geluid van insecten en wordt gemeden omdat vleermuizen geen onderscheid tussen het achtergrondgeluid en prooien kunnen maken (Schaub *et al.* 2008). Kortom: het mijden van foerageergebieden door vleermuizen vindt voornamelijk plaats bij zeer hoge geluidsniveaus, maar is ook afhankelijk van de specifieke bron. Uit onderzoek in Groningen naar vleermuizen die reeds windturbines passeren (Krijgsveld *et al.* 2016) is gebleken dat de geluidsniveaus niet voldoende zijn voor vleermuizen om de windturbines te mijden. Het effect van geluid in de gebruiksfase op vleermuizen wordt hierom verder niet meegenomen.

2.3.4 Barrièrewerking

Aard van effect

Barrièrewerking treedt op wanneer de migratie voor plant- of diersoorten wordt belemmerd. Hierbij gaat het om migratie in de breedste zin, het kan gaan om bijvoorbeeld voorjaarstrek, maar ook om de dagelijkse bewegingen tussen rust- en foerageergebieden. Barrièrewerking hangt samen met andere effecten: soorten kunnen niet passeren vanwege de ruimtelijke wijziging of toenemende kans op aanvaringen, maar willen bijvoorbeeld niet passeren vanwege het optreden van verstoring. Barrièrewerking leidt ertoe dat soorten een omweg van de gebruikelijke route moeten maken. Dit kost meer energie en kan zorgen voor een verhoogde mortaliteit.

Reikwijdte

Barrièrewerking is een effect dat optreedt door een combinatie van andere effecten. Er is sprake van barrièrewerking als de passage van vogels en vleermuizen gehinderd wordt. Het hinderen is het gevolg van verstoring en kans op aanvaringen en wordt derhalve in relatie tot deze beide effecten besproken.

2.3.5 Vermesting en verzuring

Aard van het effect
In de gebruiksfase vindt aan de nieuwe windturbines periodiek onderhoud plaats. Ook kan het voorkomen dat monteurs kleine onderhoudswerkzaamheden moeten verrichten bij storingen. De motorvoertuigbewegingen van de monteurs veroorzaken emissie van verzurende en vermestende stoffen (vooral NO_x) (zie ook eerder bij aanlegfase).

Reikwijdte
Het aantal motorvoertuigbewegingen bedraagt daarbij hooguit 1 à 2 per windturbine per week. Gelet op het aantal vervoersbewegingen in de huidige situatie op de Oosterscheldekering (7.500 motorvoertuigen (mvt)/etmaal)[2] is dit verwaarloosbaar en wordt aangenomen dat de extra emissies aan stikstof geen negatief effect heeft op de omliggende Natura 2000-gebieden. Daarom is het effect van stikstofdepositie in de gebruiksfase verder buiten beschouwing gebleven.

2.4 CONCLUSIE

De volgende effecten worden meegenomen in de toetsing:

Aanlegfase:
- Sterfte van soorten, reikwijdte is beperkt tot de aanwezige soorten die niet vluchten.
- Ruimtebeslag, reikwijdte beperkt zich tot het werkgebied.
- Verstoring: afhankelijk van aanwezige soorten in het projectgebied en omgeving.
- Stikstofdepositie, kan zorgen voor vermesting of verzuring.

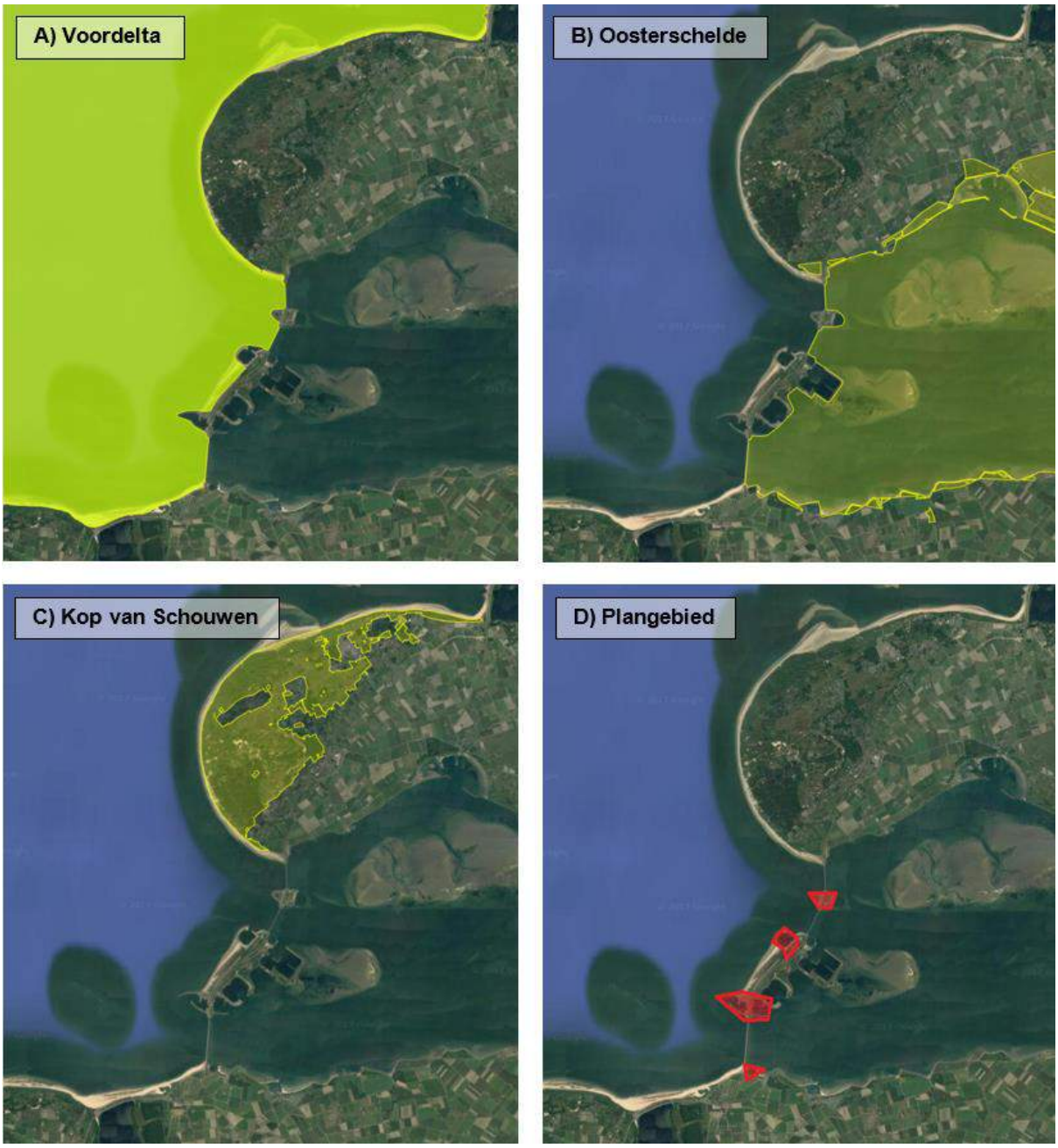
Gebruiksfase:
- Aanvaringsslachtoffers vogels en vleermuizen, afhankelijk voor welke soorten de 1%-mortaliteitsnorm wordt overschreden.
- Verstoring van vogels:
  - broedvogels: 100 – 200 meter, afhankelijk van de gevoeligheid van de soort (-groep),
  - foeragerende en rustende vogels: 150 - 450 meter, afhankelijk van gevoeligheid van de soort (-groep),
- Barrièrewerking, geen reikwijdte, effect afhankelijk van het gevolg van verstoring en kans op aanvaringen bij soorten die passeren.

[2] Weekdaggemiddelde gebaseerd op de tellingen die door de provincie zijn uitgevoerd vanaf 1 juli 2016 tot en met 30 juni 2016. Te raadplegen op de website <https://www.zeeland.nl/kaarten-en-cijfers/verkeerscijfers>. Geraadpleegd op 21 augustus 2017.

3 PASSENDE BEOORDELING

3.1 BESCHRIJVING EN LIGGING NATURA 2000-GEBIEDEN

Het projectgebied maakt zelf geen deel uit van een Natura 2000-gebied, maar grenst aan de Natura 2000-gebieden Voordelta (Vogel- en Habitatrichtlijn) in westelijke richting en de Oosterschelde (Vogel- en Habitatrichtlijn) in oostelijke richting. Daarnaast bevindt zich op ongeveer 3km ten noorden van het projectgebied het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen (Habitatrichtlijn).



Afbeelding 3.1: De 3 Natura 2000-gebieden (A, B en C) die mogelijk effecten kunnen ondervinden van de aanleg- en exploitatiefase van windturbines in het projectgebied (D).

3.1.1 Voordelta

De Voordelta bestrijkt het ondiepe zee gedeelte van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren, getijdengebieden en stranden. De kustzone is hier relatief voedselrijk en daardoor hoog productief. De Voordelta dient als kraamkamer voor diverse vissoorten en als foerageergebied voor visetende trekvogels en schelpdiereters. Voor de vogel- en habitatrichtlijnsoorten zijn instandhoudingsdoelstellingen opgesteld. Deze zijn terug te vinden in Bijlage 2.

3.1.2 Oosterschelde

De Oosterschelde bevat belangrijke getijdennatuur in de vorm van droogvallende platen en schorren met de daarbij behorende grote hoeveelheden foeragerende en rustende wadvogels. Aan de noord- en zuidkant van de Oosterschelde behoren ook binnendijkse terreinen tot het Natura 2000-gebied. Deze zijn rijk aan milieugradiënten en zijn van belang voor onder meer zilte graslanden, broedende en rustende vogels en de Noordse woelmuis. Voor de vogel- en habitatrichtlijnsoorten en habitattypen zijn instandhoudingsdoelstellingen opgesteld. Deze zijn terug te vinden in Bijlage 2.

3.1.3 Kop van Schouwen

De Kop van Schouwen is een duingebied op het westelijke uiteinde van Schouwen-Duiveland. Het gebied bevat o.a. kalkrijke jonge duinen, kalkarme oude duinen, klifduinen en stuifduinen. De natte duingedeelten vormen een leefgebied voor de Noordse woelmuis. Voor de habitatrichtlijnsoorten en habitattypen zijn instandhoudingsdoelstellingen opgesteld. Deze zijn terug te vinden in Bijlage 2.

3.2 AANWEZIGHEID KWALIFICERENDE NATUURWAARDEN

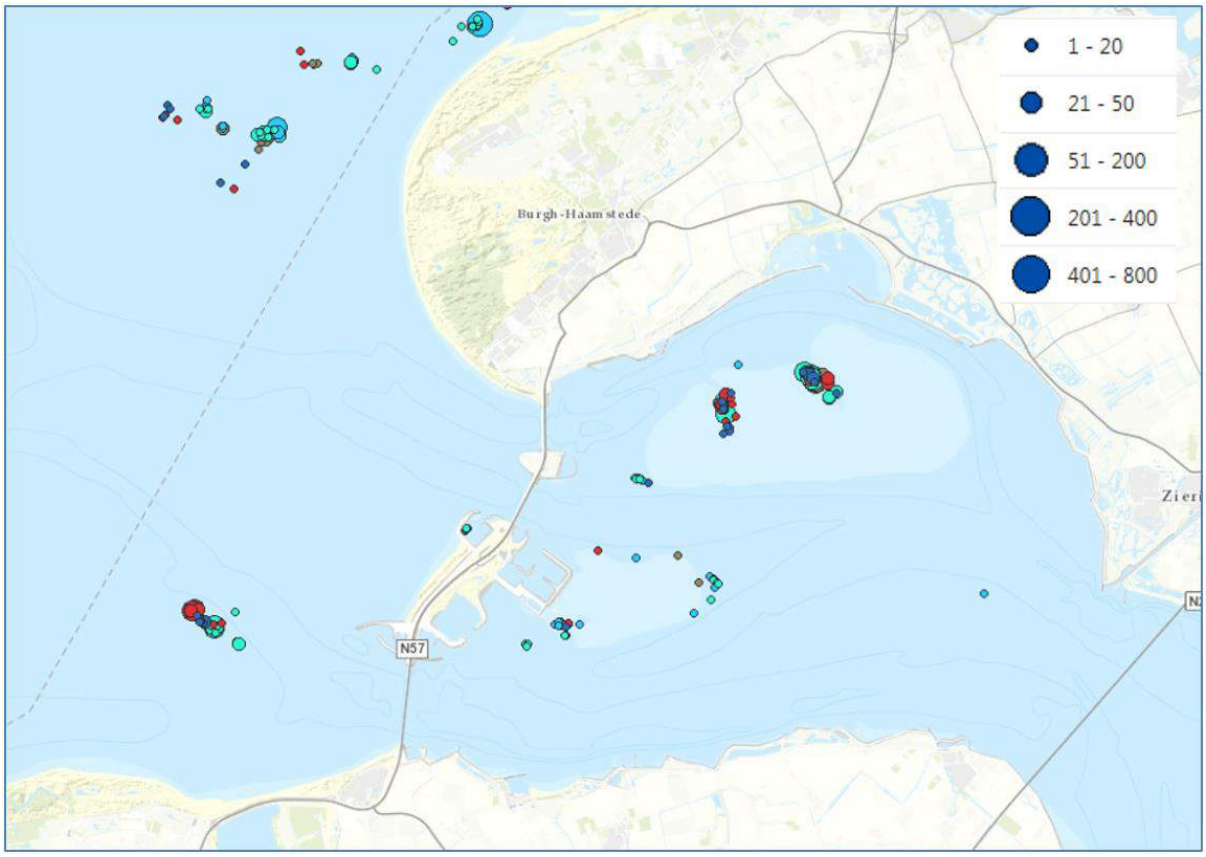
3.2.1 Habitattypen

Het projectgebied valt niet binnen de begrenzing van de omliggende Natura 2000-gebieden. Er zal daardoor geen effect zijn op de gekwalificeerde habitattypen doormiddel van areaal verlies. In de Oosterschelde maakt al het open water aan de oostzijde van de Oosterscheldekering deel uit van het habitattype Grote Baaien (H1160). Aan de zijde van de Voordelta maakt al het open water deel uit van het habitattype Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee - kustzone; H1110B). Tussen de Vluchthaven (waar de vier windturbines van Windpark Neeltje Jans staan) en de Noordland Buitenhaven (met huidig Windpark Noordland Buiten) bevindt zich een strand- en duingebied waarvan het strand gekwalificeerd is als Slik- en zandplaten (Noordzee - kustzone; H1140B) en het duingebied als Grijze duinen (kalkrijk; H2130A). In de drie Natura 2000-gebieden bevinden zich stikstofgevoelige habitattypen zoals o.a. H2110 - Embryonale duinen, H2130A&B – Grijze duinen (kalkrijk en kalkarm), H1330A&B – Schorren en zilte graslanden (binnen en buitendijks).

3.2.2 Habitatsoorten

Gewone- en Grijze zeehond De gewone zeehond (H1365) is een kwalificerende Habitatrichtlijnsoort voor zowel de Voordelta als de Oosterschelde. De grijze zeehond (H1364) is voor de Voordelta als Habitatrichtlijnsoort gekwalificeerd. Beide soorten komen in de gehele Voordelta voor, alsmede in het (hoofdzakelijk) westelijke deel van de Oosterschelde. Behalve dat zwemmende zeehonden worden waargenomen langs de gehele Oosterscheldekering, is een aantal plaatsen ter hoogte van de kering bekend waar zich regelmatig rustende zeehonden bevinden. Deze locaties zijn aangegeven op afbeelding 3.2. In de Oosterschelde komt de gewone zeehond het meest voor. Deze soort baart hier ook jongen en zoogt op de hoger gelegen platen. De belangrijkste voortplantingsplaats en ruigebied, bevindt zich in de kreken van de zandplaat Roggenplaat (ten oosten van eiland Roggenplaat). Incidenteel worden gewone zeehonden waargenomen op de Neeltje Jansplaat, ten oosten van het werkeiland Neeltje Jans en verder van het projectgebied op de Galgeplaat. De zeehonden gebruiken het water om het projectgebied om te foerageren. De grootste aantallen worden waargenomen in de periode april-augustus met een maximum in augustus.

In de Voordelta zijn er sinds 2008 rustgebieden voor zeehonden ingesteld rond de Verklikkerpaat/Middelplaat, de Hinderplaat en de Bollen van de Ooster. Zowel grijze als gewone zeehonden gebruiken deze platen naast rustgebied ook als voortplantingsplaats en ruigebied. Daarnaast komen ze in kleinere concentraties op andere platen voor, zoals op de plaat ten zuidwesten van werkeiland Neeltje Jans, zie afbeelding 3.2.



Afbeelding 3.2 Indicatie van de belangrijkste rustplaatsen van zeehonden. Waarnemingen van Gewone en Grijze zeehond (jong en adult) ter hoogte van de Oosterscheldekering van 2010-2016 (Bron: provincie Zeeland, Geoloket)

Vissoorten Voor de Voordelta zijn de zeeprik (H1095), rivierprik (H1099), elft (H1102) en fint (H1103) als habitatsoorten aangewezen. Deze soorten zijn allemaal trekvissen die leven in het open water (op de Noordzee) en in het rivierengebied paaien. Aangezien geen open verbinding is tussen de Oosterschelde en de Rijn/Maas of Schelde is geen sprake van gerichte trek. Het voorkomen van deze vissen rond de Oosterscheldekering zal ongeveer gelijk zijn aan andere willekeurige plekken langs de Noordzeekust.

Noordse woelmuis De noordse woelmuis (H1340) is in de Oosterschelde en Kop van Schouwen als habitatsoort aangewezen. Het leefgebied van deze soort is zeer lokaal gebonden. De afstand tot Kop van Schouwen is groot (>4 Km). De Oosterschelde grenst wel direct aan het projectgebied, maar de deelgebieden die als habitat voor de Noordse woelmuis kunnen dienen (o.a. zilte graslanden) liggen op grote afstand (>4 Km) van het projectgebied.

Overige soorten Voor de Kop van Schouwen zijn de nauwe korfslak (H1014) en groenknolorchis (H1903) als habitatsoorten aangewezen. Voor deze soorten geldt ook dat ze lokaal gebonden zijn en dat de afstand tot de Kop van Schouwen groot is (>4km).

3.2.3 Broedvogels

De Oosterschelde is (als enige van de drie Natura 2000-gebieden) aangewezen voor een aantal broedvogelsoorten. Dit zijn bruine kiekendief (A081), kluut (A132), bontbekplevier (A137), strandplevier (A138), grote stern (A191), visdief (A193), noordse stern (A194) en dwergstern (A195). Zie bijlage 2 voor de instandhoudingsdoelstellingen. Behalve de bruine kiekendief zijn dit allen kustbroedvogels die jaarlijks in het kader van het Biologisch Monitoringprogramma van de zoute Rijkswateren geteld worden in opdracht van

Rijkswaterstaat[3]. Deze kustbroedvogels worden in vaste telgebieden geteld. Sommige daarvan, zoals op Neeltje Jans en Roggenplaat, liggen aan de randen van een Natura 2000-gebied, direct buiten de begrenzing.

Het werkeiland Neeltje Jans (OS132NJANS) en de Roggenplaat (OS131ROGGE) zijn twee vaste telgebieden op de Oosterscheldekering. De meest recente gegevens van de kustbroedvogels die binnen deze telgebieden broeden zijn opgevraagd. Deze gegevens over de broedperiode 2012 - 2016 en waargenomen kwalificerende broedvogels zijn in tabel 3.1 weergegeven. Een overzicht van de waargenomen kustbroedvogels is opgenomen in bijlage 3. Ter hoogte van windpark Jacobahaven zijn de laatste jaren geen kwalificerende broedvogels waargenomen (Buijs 2015c). Deze gegevens uit 2017 zijn eveneens in tabel 3.1 en in afbeelding 3.3 weergegeven.

Tabel 3.1 Aanwezige kwalificerende kustbroedvogels op de Oosterscheldekering in de periode 2012 - 2016. Gegevens zijn afkomstig van kustbroedvogeltellingen van Rijkswaterstaat (ongepubliceerde gegevens). * gegevens van 2017 zijn afkomstig van Buijs, 2017a,c &d.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017*
Werkeiland Neeltje Jans						
Bontbekplevier	9	14	14	15	14	11
Dwergstern	20	40	40	58	4	2
Visdief	22	35	53	76	88	98
Eiland Roggenplaat						
Bontbekplevier	2	0	2	3	4	3

Het aantal broedende bontbekplevieren is de laatste jaren stabiel. Met name kale strandjes en plekken waar weinig recreanten komen, zijn geschikte broedlocaties. Op de Roggenplaat-oost broeden 2 paar bontbekplevieren op kale semi-verharde paden onder de bestaande windturbines. Datzelfde geldt voor Noordland Buiten waar in 2017 4 paren tot broeden kwamen. Op Roggenplaat-west is 1 paar bontbekplevier tot broeden gekomen (Buijs 2017c). Op de uiterste punt van de havendam tussen de Binnenhaven en de Mattenhaven zijn in 2017 2 broedparen bontbekplevier waargenomen (Buijs 2017d).

Dwergsterns broeden op het strandje van het Topshuis (westzijde Neeltje Jans) en voorheen op de noordelijke strekdam van Windpark Noordland Buiten. In de winter van 2014-2015 is het strandje bij het Topshuis grotendeels door erosie in de zee verdwenen en is de soort in 2015 op de zuidwestpunt van Neeltje Jans waargenomen. In 2016 zijn veel broedgevallen bij het Topshuis door recreanten verstoord. Op het strandje hebben in 2017 2 paren een broedpoging gedaan. Bij Windpark Noordland Buiten werd in maart 2016 een nieuw broedgebied aangelegd op een afstand van 130 meter van de windturbine (NB1). In 2016 en 2017 zijn hier geen dwergsterns tot broeden gekomen, terwijl dat in eerdere jaren wel het geval was.

De meeste visdieven broeden op het eiland “De Haak” bij Windpark Bouwdokken. Ook wordt jaarlijks door een aantal paren gebroed op drijvers van de mosselkwekerij in de bouwdokken. De aantallen broedende visdieven nemen elk jaar toe. In maart 2016 is in de inlaag bij de bouwdokken in opdracht van de initiatiefnemer een broedvogeleiland geplaatst. Het aantal broedende visdieven bereikte in dat jaar al het grote aantal van 50 nesten op dit nieuwe eiland.

[3] Een deel van de in deze rapportage gebruikte vogelgegevens is afkomstig uit het Biologisch Monitoring Programma Zoute Rijkswateren van Rijkswaterstaat, hetgeen onderdeel uitmaakt van het Monitoringsprogramma Waterstaatkundige Toestand van het Land (MWTL) van Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat neemt geen verantwoordelijkheid voor de in deze rapportage vermelde conclusies op basis van het door haar aangeleverde materiaal.

Afbeelding 3.3 indicatie van de broedlocaties van aanwezige kwalificerende broedvogels ter hoogte van de bestaande windparken in 2017 (Buijs, 2017a,c &d).

3.2.4 Niet-broedvogels

Naast de broedvogels zijn er ook voor een groter aantal niet-broedvogelsoorten instandhoudingsdoelstellingen bepaald voor de Natura 2000-gebieden Oosterschelde en Voordelta (zie Bijlage 2). Hier komen onder andere steltlopers, eenden, ganzen en meeuwen op en rond de Oosterscheldekering voor. Zowel aan de oostzijde (Oosterschelde) als aan de westzijde (Voordelta) van de Oosterscheldekering worden maandelijks alle watervogels geteld in het kader van het Biologisch Monitoringprogramma van de zoute Rijkswateren, uitgevoerd door Rijkswaterstaat. Voor de kwalificerende niet-broedvogels zijn in tabel 3.2 en 3.3 de meest recente maandgemiddelden van de waargenomen soorten weergegeven. Het betreft de maandgemiddelden over de periode juli 2011 - juni 2016 van vogels die zijn geteld in telvakken die overlappen met het projectgebied of daaraan grenzen (zie afbeelding 3.4). Een overzicht van alle waargenomen kustvogels langs Oosterschelde en Voordelta is opgenomen in bijlage 3.

Belangrijke gebieden voor vogels zijn de hoogwatervluchtplaatsen (HVP) waar zich bij hoogwater grote aantallen vogels verzamelen. De vogels, met name steltlopers, wachten hier tot de volgende laagwaterperiode, waarbij de vogels weer kunnen foerageren op droogvallende slikken, waaronder de slikken van Neeltje Jans. In Bijlage 5

worden de belangrijkste HVP aan de zijde van de Oosterschelde langs de Oosterscheldekering weergegeven[4]. De afbeelding laat de belangrijkste HVP zien tijdens voorjaar, zomer, najaar en winter. Voor een aantal HVP zijn de totale aantallen vogels weergegeven, gebaseerd op maandgemiddelden van de telperiode 2011 – 2015 (deze telperiode loopt van juli 2011 t/m juni 2016). Ten zuidoosten van het Windpark Bouwdokken is de situatie sinds 2017 veranderd. De HVP aan de zuidzijde van het zanddepot (Bouwdokken) is vergroot in oppervlakte en wordt ook intensief gebruikt door verschillende soorten. Het oogeiland in de Oosterschelde (HVP ten oosten van Bouwdokken) is voor een groot deel uitgespoeld en daardoor in de huidige situatie in mindere mate functioneel als HVP. Voor de Voordelta zijn via de gehanteerde HVP-viewer van Rijkswaterstaat geen kaarten met HVP beschikbaar.

Buiten de broedtijd is het strandje bij de zuidelijke havendam van de Mattenhaven van groot belang als rui-plek voor de strandplevier. Deze soort vertoont een negatieve populatietrend in de Oosterschelde (gaat hard in aantal achteruit) en in het Deltagebied zijn slechts enkele gebieden aanwezig waar de soort nog voorkomt. Als broedvogel is de soort niet aanwezig in het projectgebied, het strand wordt door de strandplevier uitsluitend gebruikt in de periode begin juli t/m half september (zie tabel 3.2).

Tabel 3.2 Aanwezige kwalificerende niet-broedvogels langs de Oosterscheldezijde van de Oosterscheldekering (telvak OS131, OS132, OS870) in de periode 2011 -2015. Vanwege uitwisseling tussen beide Natura 2000-gebieden zijn de kwalificerende niet-broedvogels van de Oosterschelde en Voordelta weergegeven. Gegevens zijn afkomstig van kustvogeltellingen van Rijkswaterstaat (ongepubliceerde gegevens).

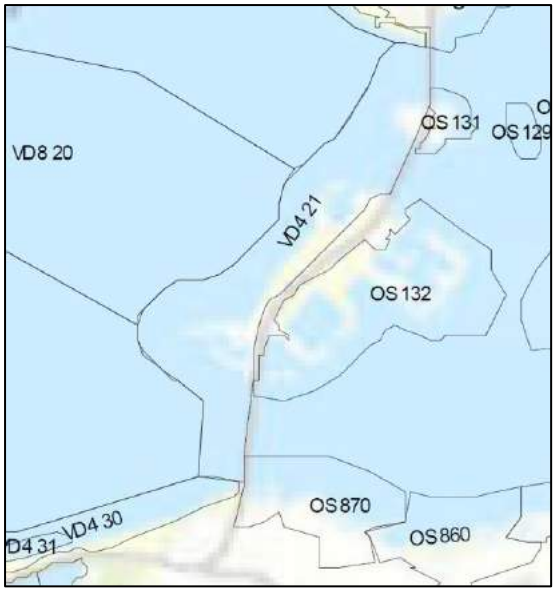
Soort	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
Aalscholver	20	15	14	20	59	29	69	84	83	37	37	24
Bergeend	94	101	155	83	178	142	56	15	8	13	27	40
Bontbekplevier	1	2	4	6	11	5	8	18	25	3	1	0
Bonte Strandloper	4	7	202	240	744	0	2	26	9	26	3	68
Brandgans	1	0	0	1	0	0	0	11	6	0	0	0
Brilduiker	6	22	16	1	0	0	0	0	0	1	4	6
Dodaars	23	19	14	1	0	0	0	2	2	4	14	32
Drieteenstrandloper	0	1	0	93	454	0	0	28	4	0	0	12
Eidereend	18	33	92	132	139	78	151	175	84	29	17	16
Fuut	57	35	14	4	7	3	19	15	26	16	47	66
Goudplevier	12	0	0	0	0	0	0	5	38	0	0	0
Grauwe Gans	498	188	81	53	153	101	93	466	191	123	157	149
Groenpootruiter	0	0	0	0	1	0	2	4	2	1	0	0
Kanoetstrandloper	0	0	4	1	10	0	0	0	0	1	0	0
Kievit	23	19	1	1	12	2	6	92	32	4	27	22
Kleine Zilverreiger	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0
Kluut	0	0	2	1	1	2	0	0	3	0	0	0
Krakeend	60	68	53	20	30	35	20	42	46	35	72	35
Kuifduiker	3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Lepelaar	0	0	0	1	4	10	38	68	21	1	0	0
Middelste Zaagbek	98	114	42	22	6	1	1	0	1	24	111	61
Pijlstaart	1	1	0	0	0	0	0	0	4	2	4	3
Rosse Grutto	2	6	2	38	126	0	13	26	17	5	7	3
Rotgans	81	71	165	46	198	2	2	2	2	145	123	69
Scholekster	602	639	314	303	255	181	553	798	1.090	585	524	692
Slechtvalk	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1

[4] Kaarten met hoogwatervluchtplaatsen in de Oosterschelde en Westerschelde zijn te bekijken via de HVP viewer van Rijkswaterstaat, te benaderen via:
https://www.zeeweringenwiki.nl/wiki/index.php/PBZ_Ecologisch_kaart_VN

Soort	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
Slobeend	116	66	52	37	6	5	15	61	84	71	67	84
Smient	788	883	77	1	0	0	2	11	125	119	564	917
Steenloper	27	25	12	6	16	0	6	11	7	13	16	27
Strandplevier	0	0	0	0	0	0	23	40	5	0	0	0
Tureluur	46	53	17	28	7	5	28	33	68	37	79	50
Wilde Eend	329	259	78	43	91	106	49	450	320	148	226	347
Wintertaling	69	38	12	7	0	1	3	58	87	75	108	42
Wulp	157	194	113	14	24	13	128	59	155	227	157	243
Zilverplevier	6	1	33	108	209	0	14	24	4	8	3	7
Zwarte Ruiter	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0

Tabel 3.3 Aanwezige kwalificerende niet-broedvogels langs de Voordelta-zijde van de Oosterscheldekering (telvak VD421, VD430) in de periode 2011 - 2015. Vanwege uitwisseling tussen beide Natura 2000-gebieden zijn de kwalificerende niet-broedvogels van de Oosterschelde en Voordelta weergegeven. Gegevens zijn afkomstig van kustvogeltellingen van Rijkswaterstaat (ongepubliceerde gegevens).

Soort	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
Aalscholver	9	10	6	3	11	12	16	24	19	24	13	13
Bergeend	0	4	2	5	11	6	5	2	0	1	2	1
Bontbekplevier	24	29	8	5	8	5	6	14	34	17	29	21
Bonte Strandloper	5	24	0	0	0	0	2	1	3	0	24	18
Brilduiker	12	11	5	0	0	0	0	0	0	0	7	15
Dodaars	5	3	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2
Drieteenstrandloper	70	33	12	8	3	0	0	3	1	9	30	69
Eidereend	2	1	18	13	11	4	3	32	6	3	0	7
Fuut	5	8	4	1	1	1	1	0	3	6	18	11
Grauwe Gans	0	4	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0
Middelste Zaagbek	47	81	26	11	2	0	0	0	0	9	60	66
Rosse Grutto	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
Rotgans	29	44	9	28	17	1	0	0	0	52	35	30
Scholekster	108	150	75	59	76	59	78	132	117	111	127	157
Slobeend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Smient	176	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	5
Steenloper	41	33	13	15	9	1	9	35	19	31	21	40
Strandplevier	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
Tureluur	0	6	0	0	3	0	4	1	0	0	0	6
Wilde Eend	13	11	4	4	1	6	2	3	2	4	5	5
Wulp	11	37	5	2	1	1	11	4	5	17	22	17
Zilverplevier	8	21	0	0	1	0	0	0	1	3	11	2
Zwarte Zee-eend	0	18	0	2	0	0	0	0	3	0	14	3



Afbeelding 3.4 Ligging van gehanteerde telgebieden VD421, VD430, OS131, OS132 en OS870

3.3 EFFECTBESCHRIJVING

3.3.1 Algemeen

De reikwijdte van effecten tijdens de aanlegfase en gebruiksfase (zie hoofdstuk 2), de aanwezigheid van kwalificerende soorten en habitattypen en het belang van de omgeving voor aanwezige soorten bepaald of negatieve effecten kunnen optreden als gevolg van het project. Voor een aantal soorten kunnen effecten op voorhand worden uitgesloten. Door de afstand tussen het projectgebied en het huidige leefgebied van noordse woelmuis en nauwe korfslak en huidige groeiplaatsen van groenknolorchis (>4 km) kunnen negatieve effecten op deze soorten op voorhand worden uitgesloten. Voor de vissoorten zeeprik, rivierprik, elft en fint heeft het water rondom de Oosterscheldekering geen specifiek belang ten opzichte van de rest van de Noordzeekust. Ook voor deze vissoorten kunnen negatieve effecten worden uitgesloten. Als gevolg van het trillingsarm uitvoeren van de werkzaamheden kunnen effecten op zeezoogdieren (zeehonden en bruinvis) eveneens worden uitgesloten.

Het projectgebied valt niet binnen de begrenzing van de omliggende Natura 2000-gebieden. Effecten door areaalverlies op kwalificerende habitattypen zijn uitgesloten. Effecten door mogelijk een toename van stikstofdepositie op kwalificerende habitattypen wordt wel nader beoordeeld.

Voor de overige kwalificerende soorten zoals beschreven in paragraaf 3.2 kunnen effecten niet op voorhand worden uitgesloten en deze worden hieronder nader beschreven.

3.3.2 Effecten aanlegfase

Sterfte

Sterfte van kwalificerende soorten is alleen mogelijk bij ter plekke broedende vogels. Niet-broedvogels zullen het werkgebied verlaten bij aanvang van de werkzaamheden, een negatief effect op niet-broedvogels is uitgesloten. Broedvogels kunnen gaan broeden op bouwlocaties waardoor zijzelf of hun jongen kunnen omkomen door de werkzaamheden. De vogels broeden op de grond en de kans bestaat dat de nesten met eieren of jongen worden overreden door materieel. De kans dat ouders sterven is klein, deze zullen wegvliegen wanneer er bij het nest gevaar dreigt. Als de jongen door de werkzaamheden te lang gescheiden worden van hun ouders kunnen ze ook sterven doordat de ouders ze niet tijdig kunnen voorzien van voedsel. Op of rond de bouwlocaties Jacobahaven, Poolvoet en Binnenhaven (zie afbeelding 1.2) zijn in de periode van 2012-2017 geen broedende kwalificerende soorten aangetroffen (Buijs 2015bc & 2017d, RWS, ongepubliceerde gegevens). Ter hoogte van deze windparken ontbreekt geschikt broedgebied en sterfte van broedvogels is bij deze windparken uitgesloten.

Op het strand bij het Topshuis, dichtbij de bouwlocatie van windturbinelocatie NJ4, worden geen werkzaamheden uitgevoerd en is sterfte van broedende bontbekplevier of dwergstern ook uitgesloten.

Rond de bestaande windturbinelocaties Roggeplaat(-oost) en Noordland Buiten, en op de nieuwe bouwlocaties Roggeplaat-west en Binnenhaven zijn broedende bontbekplevieren waargenomen. Wanneer de werkzaamheden bij deze windparken starten in het broedseizoen kunnen (de jongen van) 9 broedpaar bontbekplevieren worden gedood.

Ruimtebeslag

Kwalificerende broedvogels broeden momenteel onder of in de buurt van bestaande windturbines. De bestaande turbines worden vervangen, waardoor hier geen sprake is van (aanvullend) permanent ruimtebeslag. Op de locaties waar nieuwe turbines gebouwd worden (Binnenhaven en Poolvoet) worden geen kwalificerende broedvogels waargenomen, met uitzondering van Roggeplaat-west. Op de nieuwe bouwlocatie Roggeplaat-west is 1 paar broedende bontbekplevieren waargenomen. Het realiseren van 2 nieuwe turbines en een windmeetmast heeft potentieel permanent ruimtebeslag op het aanwezige broedgebied van bontbekplevier op Roggeplaat-west.

Hoewel er ook sprake is van tijdelijk ruimtebeslag, is tijdens de aanlegfase verstoring een meer bepalend effect, waardoor niet alleen het werkgebied, maar ook de omgeving gemeden zal worden als gevolg van werkzaamheden tijdens het broedseizoen. Het effect van tijdelijk ruimtebeslag wordt om die reden niet nader bepaald.

Verstoring

Broedvogels Bij verstoring als gevolg van de werkzaamheden is het voor veel broedvogels niet altijd mogelijk om uit te wijken naar broedplaatsen in de omgeving. De meeste soorten zijn zeer honkvast en in de Oosterschelde is het gebrek aan geschikt broedgebied voor kustvogels een groot knelpunt (Rijkswaterstaat 2016). Gelet op de locaties waar kwalificerende broedvogels zijn aangetroffen zijn negatieve effecten mogelijk bij de turbines van windparken Roggeplaat (oost en west), Neeltje Jans, Binnenhaven en Noordland Buiten. In totaal kunnen hierbij 9 paar broedende bontbekplevieren en 2 paar broedende dwergsterns verstoord worden.

Rustende en foeragerende vogels Door het uitvoeren van verstorende werkzaamheden kunnen locaties tijdens de werkzaamheden tijdelijk niet of minder geschikt zijn als rust- en foerageergebied voor niet-broedvogels. Het is voor veel vogels mogelijk om uit te wijken naar rust- en foerageergebied in de omgeving, maar naarmate zich meer vogels in de Delta bevinden (hetgeen vooral in de wintermaanden het geval is) en er op meer windparken tegelijkertijd gewerkt wordt, neemt de aanwezigheid van geschikte uitwijkmogelijkheden eveneens af. Uitgaande van de ‘worst-case’ situatie kunnen de aantallen niet-broedvogels uit tabel 3.2 en 3.3 verstoord worden.

De strandplevier is al jaren geen broedvogel meer op Neeltje Jans maar voor deze soort is het strand bij de Mattenhaven nog wel een belangrijke plaats om een deel van de rui door te maken. Op 10 juli 2017 waren 16 exemplaren aanwezig. Dit aantal komt overeen met ca. 6 % van de Nederlandse populatie (Buijs, 2017d). Het strandje waar de vogels ruien ligt op ca. 300 meter van de dichtstbijzijnde nieuwe turbine BH3. De werkzaamheden bij turbine BH3 in de maanden juli en augustus kunnen verstorend zijn voor de ruiende strandplevieren op het nabijgelegen strandje in de Mattenhaven.

Stikstofdepositie

De aanlegwerkzaamheden zorgen voor extra stikstofdepositie door de uitstoot van het gebruikte materieel (zie ook par. 2.2.4). Er is daarom berekend of de uitstoot van stikstof binnen het projectgebied effect heeft op de stikstofgevoelige habitattypen in naastgelegen gebieden. Uit de Aerius berekening van Optimalisatie windparken OSK (zie Bijlage 8) blijkt dat er voor de Oosterschelde op het kwalificerende habitattype Schorren en zilte graslanden (binnendijks) [H1330B] een extra stikstofdepositie van 0,06 mol/ha/jaar optreed door de optimalisatie van windpark OSK (zie afbeelding 3.4).

Afbeelding 3.4 De gele hexagrammen zijn de gebieden waar de extra stikstofdepositie door de optimalisatie van windpark OSK 0,06 gram/ha/jaar is. De licht paarse gebieden zijn de stikstofgevoelige habitattypen en de rode tekst labels geven de turbineplaatsen op de Roggenplaat weer (Aerius Calculator, 2017).

Fasering 2020 en 2027 Volgens de voorgenomen fasering wordt de eerste tranche werkzaamheden in 2020 en 2021 uitgevoerd. De repowering van de laatste zeven windturbines zal pas in 2027 plaatsvinden. Om van het VKA het 'worst-case' effect in beeld te brengen is er voor gekozen om het geheel aan werkzaamheden in één berekening mee te nemen. Omdat tussen de beide tranches een periode van 6 jaar zit zou het ook te verdedigen zijn om in Aerius twee aparte berekeningen uit te voeren. Voor beide tranches is het in dat geval echter denkbaar dat de stikstofdepositie dan onder de grenswaarde van 0,05 mol/ha/jaar zou zijn gebleven.

3.3.3 Effecten gebruiksfase

Aanvaringsslachtoffers

Methodiek slachtofferberekening Voor de Natura 2000-gebieden is de toename van het aantal aanvaringsslachtoffers onder broedvogels, overwinterende niet-broedvogels en vogels die jaarrond in het gebied verblijven (seizoensvogels) als gevolg van het project van belang. Om de aanvaringsslachtoffers van de windparken onderling en gezamenlijk te bepalen heeft Arcadis (2018) een slachtofferberekening uitgevoerd. Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de gehanteerde uitgangspunten en gebruikte methodiek. Voor verdere onderbouwing wordt verwezen naar het rapport van Arcadis in bijlage 9.

Bij het bepalen van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van verschillende onderzoeken over de aanwezigheid van vogels. Er is geen modelmatige berekening met een aanvaringsmodel van het aantal slachtoffers uitgevoerd. Hiervoor zijn gedetailleerde gegevens nodig over de flux (het aantal vogels dat per vliegrichting en -hoogte de windturbine passeert) per soort. Het bepalen van een flux is mogelijk wanneer er een duidelijk (lineair) vliegpatroon is van locatie A naar locatie B, dat repeterend voorkomt. Onder andere op basis van het onderzoek naar vliegbewegingen op Neeltje Jans en Roggenplaat (Buijs, 2017b) bleken duidelijke fluxen voor meerdere (lokale) vogelsoorten niet te onderscheiden. Noodzakelijke gegevens waren niet voor alle relevante vogelsoorten in voldoende detail voorhanden om een betrouwbare flux voor een heel jaar af te leiden en derhalve

was het niet mogelijk om een modellering uit te voeren. Om die reden is een andere aanpak gekozen, waarbij het aantal slachtoffers per turbine is gebaseerd op het aantal daadwerkelijk gevonden slachtoffers bij een referentiepark. Omdat voor het huidig windpark Roggeplaat(-oost) een gedetailleerd slachtofferonderzoek (over een periode van 12 jaar) is uitgevoerd, is dit park gekozen als referentiepark. Deze methode voor het bepalen van het aantal aanvaringsslachtoffers is al bij meerdere windparken toegepast, onder meer bij Windpark Geefsweer in Groningen[5]. Ook bij deze windparken waren goede slachtofferonderzoeken van bestaande turbines beschikbaar die op dezelfde wijze zijn vertaald naar de nieuwe parken. De eerste van de parken waarvoor dat is gedaan is al een aantal jaren in gebruik en de aantallen van de huidige slachtofferonderzoeken komen erg goed overeen met de middels de toegepaste extrapolatiemethodiek geschatte aantallen.

Het aantal te verwachten slachtoffers is gebaseerd op het aantal gevonden slachtoffers in het Windpark Roggeplaat-oost, het referentiepark. Voor dit windpark zijn betrouwbare gegevens over het aantal slachtoffers beschikbaar. Hierbij zijn zowel van de huidige situatie (4 grotere turbines op het oostelijk deel van eiland Roggenplaat) als van de historische situatie (12 kleinere turbines op de gehele Roggenplaat) over een totale periode van 12 jaar slachtofferaantallen bekend. Hierdoor is er een goed beeld van het aantal slachtoffers in beide situaties verkregen. Daardoor kan de invloed van de grootte van de turbine op het aantal slachtoffers goed bepaald worden. Dit gegeven kan vervolgens worden gebruikt om het aantal slachtoffers in het referentiepark om te rekenen naar het aantal slachtoffers in de andere windparken op en bij de Oosterscheldekering. De slachtofferaantallen van de Roggenplaat zijn daarbij gebruikt om de aanvaringsslachtoffers voor andere windturbineparken te extrapoleren. De extrapolatie voor de andere windturbineparken is gedaan met de gegevens van de periode 2004-2016 (Baptist, 2017) waarbij de tellingen van 2017 voor de periode februari – september zijn opgeteld. Het aantal aanvaringsslachtoffers voor seizoensvogels is uitgerekend met de formule:

Aantal slachtoffers per jaar = Aantal slachtoffers per windturbine per jaar (afhankelijk van rotordiameter) × aantal windturbines × (% van soort onder slachtoffers / 100).

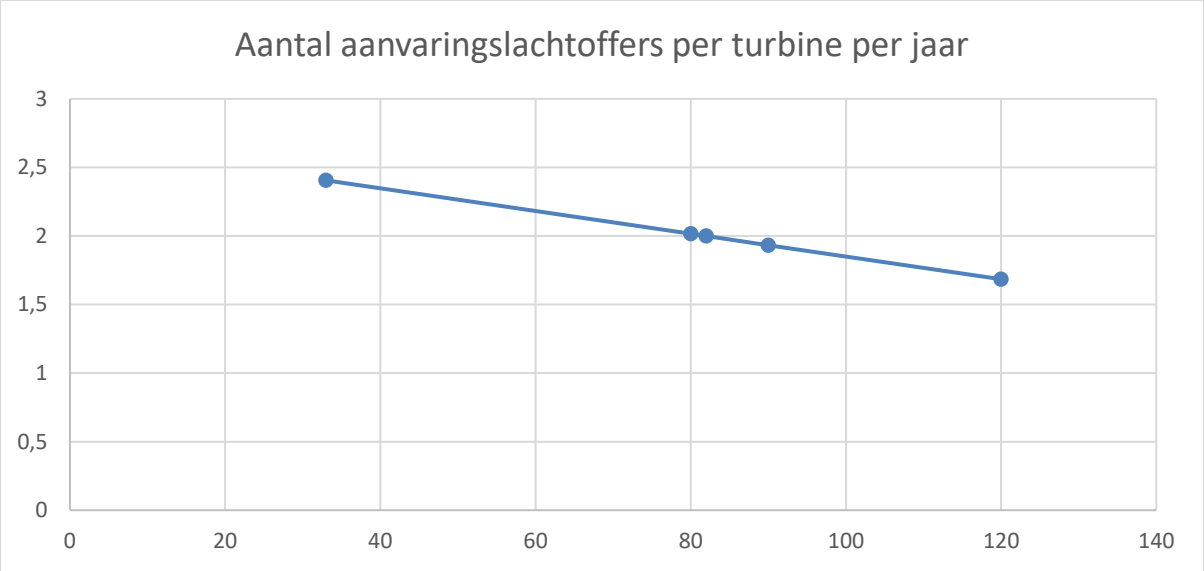
Bij de andere windparken langs de Oosterscheldekering (voor zover reeds aanwezig) zijn geen slachtofferonderzoeken gehouden en derhalve is niet duidelijk of de soortensamenstelling onder de slachtoffers verschilt. Hoewel er wel broedvogelonderzoeken zijn uitgevoerd en watervogeltellingen beschikbaar zijn, zijn deze onvoldoende gedetailleerd om een slachtofferschatting hierop aan te passen omdat de flux langs de windturbines (aantallen, vliegrichting en -hoogte) niet in voldoende detail bekend zijn uit de beschikbare gegevens. De onbetrouwbaarheid die dit in de huidige slachtofferschatting veroorzaakt is klein. De Roggenplaat laat zien dat er geen duidelijk verband is tussen het aantal aanwezige broedvogels en aanvaringsslachtoffers. Een aantal soorten broedvogels op de Roggenplaat wordt aanvaringsslachtoffers, maar niet allemaal. Verder vallen ook aanvaringsslachtoffers onder soorten die niet op het eiland broeden. Dit lijkt voor de meeuwen wel het geval (veel broedparen, relatief veel slachtoffers) maar hierbij is sprake van een grote flux van meeuwen die niet broeden in de directe omgeving. De actieradius van meeuwen is groot en de slachtoffers vallen niet uitsluitend in de broedkolonie. Gezien de vergelijkbare omstandigheden van de Roggenplaat met de andere windparken op werkeiland Neeltje Jans, is ervan uitgegaan dat de soortensamenstelling van de aanvaringsslachtoffers ook vergelijkbaar is. Voor Jacobahaven is deze aanname ook gedaan, omdat deze locatie aan de kust nabij Neeltje Jans is gelegen.

Uit het slachtofferonderzoek bij windpark Roggeplaat-oost blijkt verder dat er geen relatie is tussen de aanwezigheid van HVP's en windturbineslachtoffers. Vogels die gebruik maken van de HVP's vliegen niet langs de windturbines (Buijs, 2017a; 2017d) of vliegen te laag om binnen het bereik van de rotordiameter te komen. Slachtoffers onder scholeksters, de enige soort die gebruik maakt van HVP's bij Roggeplaat en waarvan aanvaringsslachtoffers zijn gevonden, zijn naar alle waarschijnlijkheid het gevolg van lokaal broedende vogels die opvliegen voor de balts of in paniek. Uit het slachtofferonderzoek komt eveneens naar voren dat de verhouding van vogelsoorten die aanvaringsslachtoffer wordt, niet verschilt tussen de kleine en grote windturbines die op de Roggenplaat stonden. Op basis van dit gegeven is uitgegaan dat de verhouding van aanvaringsslachtoffers onder vogels vergelijkbaar is voor de verschillende types windturbines.

De grootte van de turbine is wel bepalend voor het *aantal* slachtoffers. Uit de monitoring van Baptist (2017) volgt dat het aantal slachtoffers bij een grote turbine kleiner is dan bij een kleine turbine. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de lagere draaisnelheid van een grote turbine. Dat betekent dat er een correctiefactor voor de

[5] Zie http://www.commissiemer.nl/advisering/afgerondeadviezen/3135

rotordiameter berekend kan worden, waarmee de slachtofferkans specifiek per turbine bepaald kan worden. Op deze wijze is de slachtofferkans van de turbines op de Roggenplaat aan de hand van de rotordiameter door te vertalen naar turbines op de andere locaties. Deze correlatie is getoond in afbeelding 3.5.



Afbeelding 3.5 Regressielijn aan de hand waarvan het aantal vogelslachtoffers per jaar per turbine bepaald is. Op de x-as staat de rotordiameter, op de y-as het aantal vogelslachtoffers per windturbine per jaar. Voor het bepalen van de lijn zijn de gegevens van Baptist, 2017 gebruikt (Arcadis, 2018).

Verhouding kleine en grote vogelsoorten bij slachtofferonderzoek In het slachtofferonderzoek dat op de Roggenplaat is uitgevoerd zijn overwegend (maar niet uitsluitend) grote vogels als slachtoffer gevonden. Dat wordt ten dele veroorzaakt door de gevolgde werkwijze. Door de relatief lange interval tussen de verschillende zoekrondes zal een deel van de kleinere soorten gepredeerd zijn voordat gezocht wordt. Gezien de aard van het terrein is de kans dat kleine soorten worden gevonden tijdens het zoeken niet heel groot: het is een kaal en open terrein waardoor slachtoffers sneller gepredeerd worden. Een zeer beperkt deel van de op de Roggenplaat gevonden slachtoffers betreft kleine vogels. Omdat er nauwelijks slachtoffers onder kleinere soorten gevonden zijn, en de slachtoffervoorspelling voor seizoensvogels in deze studie wordt gebaseerd op daadwerkelijk gevonden slachtoffers zou er sprake kunnen zijn van een onderschatting van het aantal slachtoffers onder kleine soorten (broedvogels en overwinterende vogels).

Broedvogels Op een aantal plaatsen broeden kleinere soorten zoals de bontbekplevier, maar ook zangvogels zoals kneu, merel en grasmus. Lensink & Verbeek (2015) beschrijven dat de bontbekplevieren zelden zo hoog vliegen dat ze binnen rotorbereik (30 meter boven maaiveld) komen. Meer dan incidentele slachtoffers onder bontbekplevier is dan ook uitgesloten. Voor de kleine zangvogels geldt hetzelfde. Ook deze soorten blijven tijdens vliegbewegingen laag, incidentele slachtoffers is eveneens uitgesloten.

Overwinterende vogels Uit de beschikbare watervogeltellingen blijkt dat een aantal soorten kleinere steltlopers in kleine aantallen in het plangebied aanwezig is. Arcadis (2018) geeft de seizoensmaxima weer van een aantal kleine steltlopers (bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, steenloper, strandplevier, zilverplevier) in de periode 2011 – 2016. De hoogste aantallen van deze kleine steltlopers zijn waargenomen in telgebied OS132 (zie afbeelding 3.4). De in dit gebied getelde vogels bevinden zich vooral in het gebied tussen de (geplande) windparken Bouwdokken en Binnenhaven. De vogels die op deze plaats overtijen komen vanaf de Oosterschelde, en passeren bij het aanvliegen van de HVP geen nieuwe turbinelocaties. Bij het aan- en afvliegen van de hoogwatervluchtplaatsen hebben de vogels weinig hoogte (zeker minder dan de laagste tiphoogte van 30 meter). Het is dan ook uitgesloten dat er meer dan incidentele slachtoffers zullen vallen.

Op basis van bovenstaande kan geconcludeerd worden dat er bij de slachtoffervoorspelling geen sprake is van een onderschatting van het aantal slachtoffers onder kleine vogelsoorten. Kleine vogelsoorten vliegen over het algemeen laag en komen niet binnen het bereik van de rotor. Door de slachtoffervoorspelling te baseren op daadwerkelijk gevonden (overwegend grotere) vogelsoorten, worden de effecten op de kleinere vogelsoorten niet onderschat.

Effecten Voor de slachtofferberekeningen zijn per windpark de (verwachte) aanvaringsslachtoffers bepaald. Voor zover van toepassing (vanwege repowering) is hierbij een onderscheid gemaakt tussen 2020 en 2027 wanneer het windpark gefaseerd gerealiseerd wordt. Omdat voor alle windparken een range is aangegeven voor de rotordiameter (tabel 1.1) zijn ook de slachtoffers bij de minimale en maximale afmeting van de rotor berekend. Voor het bepalen van de totale aanvaringsslachtoffers is de cumulatie van alle windparken uit het VKA voor de situatie in 2027 bepaald, waarbij de turbines die verdwijnen ten behoeve van deze ontwikkeling in de berekening zijn gesaldeerd. Tabel 3.4 geeft een overzicht van de aanvaringsslachtoffers van alle windparken op de Oosterscheldekering bij elkaar opgeteld voor de eindsituatie in 2027, met de minimale en maximale afmetingen van alle rotordiameters.

Tabel 3.4 De totale aanvaringsslachtoffers per jaar van alle windparken op de Oosterscheldekering (VKA) bij elkaar opgeteld voor de eindsituatie in 2027, met alle rotordiameters minimaal en maximaal. Het betreft de kwalificerende broedvogel- en niet-broedvogelsoorten van Voordelta en Oosterschelde. Er is gesaldeerd met de aantallen slachtoffers van de turbines die verdwijnen. De getallen zijn afkomstig uit Arcadis (2018) tabel 21 exclusief WP Bouwdokken (bijlage 9)

	Minimumvariant							**Maximumvariant**						
	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL
Aantal windturbines	6	4	2	4	4	3		4 2	4	2	4	4	3	
Rotordiameter (m)	80	120	120	120	120	120		90 120	145	145	145	145	145	
Aalscholver	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	**0,06**	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,02	-0,01	**0,01**
Bergeend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Bontbekplevier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Eider	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Grauwe gans	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	**0,06**	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,02	0,01	**0,03**
Grote stern	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	**0,06**	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,02	0,01	**0,03**
Lepelaar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Rotgans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Scholekster	0,08	-0,02	0,06	-0,02	0,13	-0,01	**0,22**	0,06	-0,03	0,06	-0,03	0,11	-0,03	**0,14**
Slechtvalk	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,02**	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,01**
Visdief	0,05	-0,01	0,04	-0,01	0,08	-0,01	**0,14**	0,04	-0,02	0,03	-0,02	0,07	-0,02	**0,08**
Wilde eend	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	**0,06**	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,02	-0,01	**0,01**

Verstoring

Windturbines kunnen een verstorend effect hebben op broedvogels en niet-broedvogels. Dat wil zeggen dat als gevolg van het aanwezig zijn en het draaien van een turbine de kwaliteit van het habitat in de directe omgeving afneemt. Dit leidt ertoe dat de dichtheid van (niet-)broedvogels in de directe omgeving lager is dan op grotere afstand. Tussen soorten bestaan verschillen in die zin dat de ene soort zich in het geheel niets aantrekt van een windturbine en een andere soort tot op zekere afstand een lagere (broed-)dichtheid kent als gevolg van de aanwezigheid van een of meer windturbines (bijlage 6).

Bestaande windparken In de bestaande windparken is in de huidige situatie al sprake van verstoring van de omgeving. De huidige windturbines worden vervangen, waarbij de onderkant van de rotorbladen zich op gelijke hoogte of hoger boven het maaiveld bevindt en de draaisnelheid ook lager is. Het beeld wordt hierdoor rustiger. De windturbines worden echter ook groter (behalve bij Roggeplaat-oost waar de afmetingen niet wijzigen) en

produceren in het ergste geval ook meer geluid. Verstoring van (niet-)broedvogels zal hierdoor niet toenemen, maar ook niet afnemen. Het effect van verstoring treedt hierdoor niet op bij de bestaande windparken.

Nieuwe windparken In de nieuwe windparken Roggeplaat-west, Poolvoet en Binnenhaven neemt de verstoring wel toe omdat hier op dit moment nog geen turbines staan. Het effect in deze nieuwe windparken op broedvogels en niet-broedvogels wordt hier apart besproken.

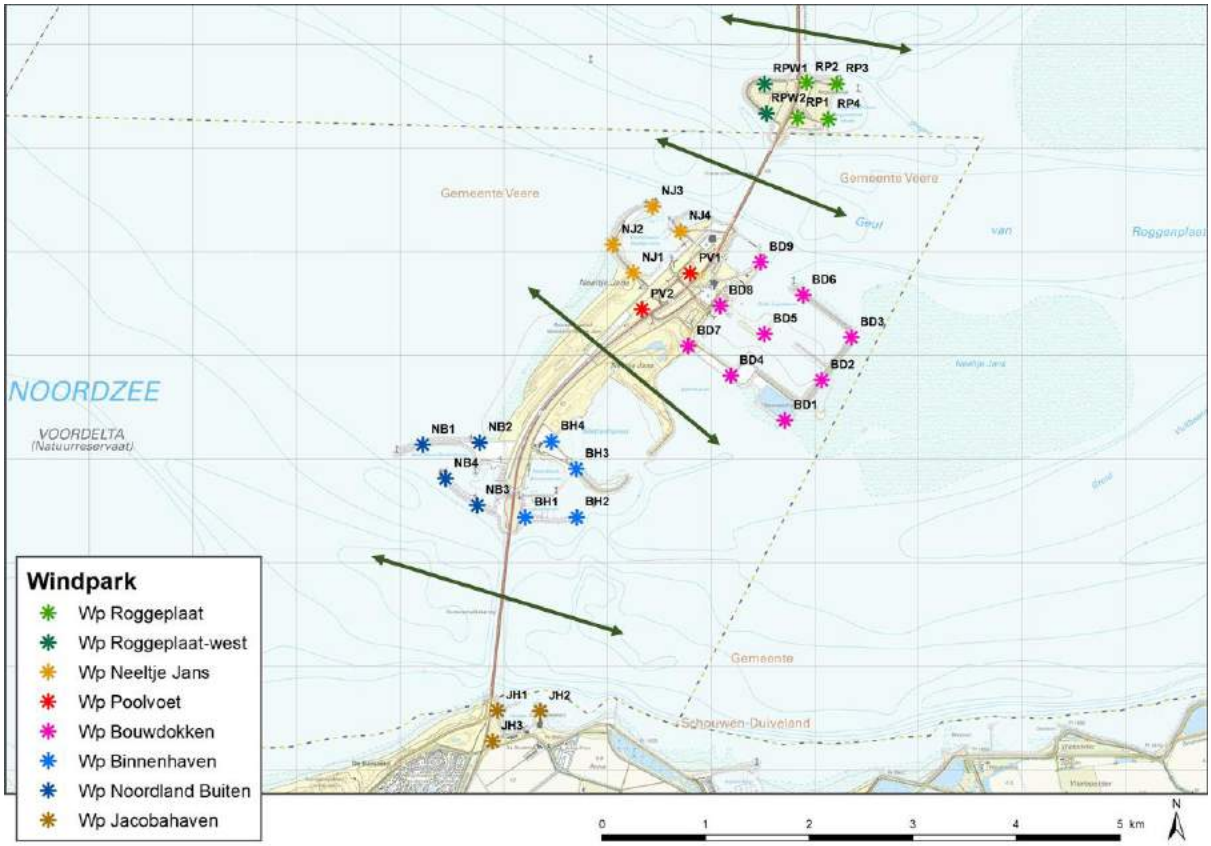
Broedvogels Van de drie nieuwe windparken zijn op Roggeplaat-west en Binnenhaven alleen broedparen van de bontbekplevier aangetroffen. Andere kwalificerende broedvogelsoorten komen niet voor nabij de nieuwe windparken waardoor effecten op deze soorten zijn uitgesloten. In 2017 is op Roggeplaat-west één broedpaar van de bontbekplevier aangetroffen en op de havendam tussen Binnenhaven en Mattenhaven zijn op de uiterste punt twee broedparen van deze soort waargenomen (Buijs, 2017a: 171503-053 + b). Bij Poolvoet zijn de huidige omstandigheden, met een ondergroei bestaande uit helm, vlier en duindoorn, niet geschikt voor kwalificerende broedvogels die op Neeltje Jans broeden (bontbekplevier, dwergstern visdief). Uit onderzoek op de Roggenplaat is bekend dat de bontbekplevier broedlocaties in de directe nabijheid van windturbines niet schuwen. Ook na de realisatie van de turbines blijft er op Roggeplaat-west en Binnenhaven geschikt broedareaal voor bontbekplevier bestaan. Het plaatsen van windturbines in de nieuwe windparken Roggeplaat-west, Poolvoet en Binnenhaven heeft geen verstoring van kwalificerende broedvogels tot gevolg.

Niet-broedvogels De drie nieuwe windparken Roggeplaat-west, Poolvoet en Binnenhaven en de directe omgeving zijn niet van groot belang als hoogwatervluchtplaats voor kwalificerende niet-broedvogels (zie bijlage 5). Het ontbreekt hier eveneens aan geschikt foerageergebied in de vorm van droogvallende slikken of mosselbanken. Veruit de grootste aantallen van de in tabel 3.2 genoemde niet-broedvogelsoorten zijn geteld binnen HVP en foerageergebieden in de omgeving. Deze HVP en foerageergebieden liggen ver buiten de verstoringsafstand (200 m) van de drie nieuwe windparken. Negatieve effecten door verstoring van niet-broedvogels als gevolg van draaiende turbines in de drie nieuwe windparken treden niet op.

De strandplevier is al jaren geen broedvogel meer op Neeltje Jans maar voor deze soort is het strand bij de Mattenhaven nog wel een belangrijke plaats om een deel van de rui door te maken. Op 10 juli 2017 waren 16 exemplaren aanwezig. Dit aantal komt overeen met ca. 6 % van de Nederlandse populatie (Buijs, 2017d). Het strandje waar de vogels ruien ligt op ca. 300 meter van de dichtstbijzijnde nieuwe turbine BH3. Strandplevieren zijn weinig verstoringsgevoelig voor windturbines. Ze worden zelfs tot onder turbines waargenomen (Winkelman, 2008). De verstoringsafstand is beperkt (bijlage 6) waardoor effecten op ruiende strandplevieren gezien de afstand tot de dichtstbijzijnde turbine niet zullen optreden.

Barrièrewerking

Barrièrewerking is een effect dat optreedt door een combinatie van andere effecten. Er is sprake van barrièrewerking als de passage van vogels gehinderd wordt. Een aantal soorten passeren de windparken niet tussen de turbines door, maar vliegen er omheen. Uit het onderzoek van Buijs (2017b) blijkt bijvoorbeeld dat de aalscholver om de bestande windparken heen vliegt. Voor dergelijke soorten kan toename van het aantal windturbines in cumulatie leiden tot effecten als gevolg van barrièrewerking. Aangezien de windparken alleen op de eilanden in de Oosterschelde (Roggenplaat, Neeltje Jans) en aan de zuidzijde wordt gebouwd, zijn de barrières geclusterd. Over grote afstanden blijft, namelijk over de eigenlijke kering en het centrale deel van werkeiland Neeltje Jans, meer dan voldoende ruimte tussen de verschillende windturbineopstellingen om de Oosterscheldekering te passeren (afbeelding 3.6). Negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking treden niet op.



Afbeelding 3.6 Mogelijkheden voor passage Oosterscheldekering tussen de bestaande en nieuw te bouwen windparken.

3.3.4 Conclusie

Uit de bovenstaande effectbeschrijving volgt dat (mogelijk) sprake is van negatieve effecten op kwalificerende soorten en habitattypen van Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde en Kop van Schouwen. Tijdens de aanlegfase zijn effecten voorzien door: sterfte van broedende bontbekplevieren, ruimtebeslag op broedgebied van bontbekplevier, verstoring van broedvogels en niet-broedvogels en een toename van stikstofdepositie op gevoelige habitattypen.

Tijdens de gebruiksfase is een toename van aanvaringsslachtoffers van een aantal kwalificerende broedvogels, overwinterende niet-broedvogels en seizoensvogels van Voordelta en Oosterschelde voorzien (zie tabel 3.4). Er treden geen negatieve effecten op als gevolg van verstoring en barrièrewerking op kwalificerende broedvogels en niet-broedvogels.

De vastgestelde negatieve effecten tijdens de aanlegfase en gebruiksfase van de windturbines langs de Oosterscheldekering worden hierna getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van de desbetreffende kwalificerende vogelsoorten en habitattypen in Voordelta, Oosterschelde en Kop van Schouwen.

3.4 TOETSING EFFECTEN

3.4.1 Effecten aanlegfase

Sterfte

Door de fasering van de werkzaamheden, waarbij niet in alle windparken tegelijkertijd gewerkt wordt is het zeer onwaarschijnlijk dat op windparken waar de bontbekplevier broedt alle eieren of jongen sneuvelen als gevolg van de werkzaamheden. Dat er eieren of jongen sterven kan niet worden uitgesloten, maar het aantal zal klein zijn en geen effect hebben op het instandhoudingsdoel van de soort. Uitgaande van een worst-case situatie is op 9 broedparen een effect mogelijk. De huidige Deltapopulatie van de bontbekplevier bestaat uit 133 broedparen. Het instandhoudingsdoel voor deze soort is 100 broedparen. Met een maximaal verlies van 9 broedparen komt het instandhoudingsdoel niet in gevaar. Een significant negatief effect als gevolg van sterfte van broedende bontbekplevieren is uitgesloten.

Ruimtebeslag

Bij windpark Roggeplaat-west is mogelijk sprake van ruimtebeslag op broedlocatie van bontbekplevier. Vanwege het kleine aantal broedparen en het feit dat deze soort ook onder windturbines tot broeden komt (zoals bij windpark Roggeplaat-oost) kan worden aangenomen dat deze soort onder de nieuwe turbines voldoende geschikt (semi verhard) broedareaal behoud. Een permanent negatief effect op het broedgebied van bontbekplevier op Roggeplaat-west treedt niet op. Het permanent ruimtebeslag als gevolg van het vervangen van de bestaande windturbines en het bouwen van nieuwe turbines (incl. kraanopstel- en opslagplaatsen) heeft geen significant negatief effect tot gevolg op de aanwezigheid van geschikt broedgebied.

Verstoring

Broedvogels Wanneer de werkzaamheden voorafgaand zijn gestart en tijdens het broedseizoen worden uitgevoerd, is in het ergste geval een windpark volledig ongeschikt als broedgebied voor bontbekplevier en dwergstern tijdens het jaar van de werkzaamheden. Bij de voorgenomen fasering vinden er werkzaamheden plaats in 2020, 2021 en 2027. De fasering van de werkzaamheden in bovengenoemde parken is weergegeven in tabel 3.5. In tabel 3.6 is het maximaal aantal verstoorde broedparen van kwalificerende broedvogels per jaar afgezet tegen het instandhoudingsdoel (gebaseerd op de deltapopulatie) en de huidige deltapopulatie. Deze tabel laat zien dat bij maximale verstoring van kwalificerende broedvogels in de jaren dat werkzaamheden plaatsvinden het instandhoudingsdoel voor bontbekplevier en dwergstern niet in gevaar komt. Een significant negatief effect door verstoring van kwalificerende broedvogels tijdens de aanlegfase treedt niet op.

Tabel 3.5 fasering van werkzaamheden bij windparken met broedparen kwalificerende broedvogels. Bij het jaar waarin werkzaamheden plaatsvinden is het aantal turbines aangegeven die nieuw geplaatst worden. bb=bontbekplevier, dw=dwergstern

Windpark	# paren kwalificerende broedvogels in 2017	2020	2021	2027
Roggeplaat-Oost	2^{bb}			4
Roggeplaat-West	1^{bb}	2		
Neeltje Jans	$3^{bb} + 2^{dw}$		3	1
Noordland Buiten	4^{bb}		2	2
Binnenhaven	2^{bb}	4		

Tabel 3.6 Deltapopulatie van bontbekplevier en dwergstern bij maximale verstoring per jaar waarin werkzaamheden plaatsvinden. De deltapopulatie is afgeleid uit het Beheerplan Deltawateren (RWS, 2016). (IHD=Instandhoudingsdoel)

	Maximaal aantal verstoorde broedparen					Populatie bij maximale verstoring		
Soort	2020	2021	2027	**IHD**	**Deltapopulatie**	2020	2021	2027
Bontbekplevier	3	7	9	100	133	130	126	124
Dwergstern	0	2	2	300	474	474	472	472

Niet-broedvogels Volgens de voorgenomen fasering wordt er in 2020, 2021 en 2027 telkens in drie windparken tegelijkertijd gewerkt. Deze windparken en de directe omgeving zijn niet van groot belang als hoogwatervluchtplaats of foerageergebied voor kwalificerende niet-broedvogels. Belangrijke HVP in de nabijheid is de Neeltje Jansplaat en in mindere mate ook de Bouwdokken (bijlage 5). Deze liggen ver buiten de verstoringsafstand (200m) van de nieuwe windparken. De oppervlakte foerageergebied die binnen de invloedsfeer van de windparken valt is zo klein ten opzichte van de totale oppervlakte van de Oosterschelde en Voordelta, dat indien het verstoord zou worden hier geen meetbaar negatief effect aan valt te ontlenen. In de aanlegfase zullen daarnaast de verstorende effecten voor de niet-broedvogelsoorten slechts tijdelijk en lokaal van aard zijn. Door de gefaseerde aanpak van de bouw en sloop van de windturbines (in ruimte en tijd) is er op het werkeiland Neeltje Jans en in de ruime omgeving (Bouwdokken, Neeltje Jansplaat) nog geschikte uitwijkmogelijkheden beschikbaar waar tijdelijk verstoorde foeragerende en overtijende vogels gebruik van kunnen maken. Significant negatief verstorende effecten van de gefaseerde aanleg van de windparken langs de Oosterscheldekering op de populaties van niet-broedvogelsoorten uit Natura 2000-gebieden Voordelta en Oosterschelde zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

Strandplevier De werkzaamheden bij turbine BH3 kunnen verstorend zijn voor de ruiende strandplevieren op het nabijgelegen strandje in de Mattenhaven. In de maanden juli en augustus is een significant aantal strandplevieren op deze locatie aanwezig. De gemiddelde populatie in de Oosterschelde van de laatste 5 jaar is 25 exemplaren. Het instandhoudingsdoel voor de Oosterschelde bedraagt 50 exemplaren. Dit jaar zijn 16 ruiende strandlopers geteld op het strandje, dat is 64% van de Oosterscheldepopulatie en ca. 6 % van de Nederlandse populatie. Verstoring van deze soort door de werkzaamheden heeft een significant negatief effect op de populatie van de Oosterschelde.

Stikstofdepositie

Met behulp van de Aerius calculator is berekend in welke mate de werkzaamheden in het projectgebied bijdragen aan hogere stikstofdepositie in de omliggende gebieden met stikstofgevoelige habitattypen. Vanuit PAS (Programma Aanpak Stikstof) is bepaald dat bij een stikstofdepositie > 1,0 mol/ha/jaar er een vergunning moet worden aangevraagd. Bij een stikstofdepositie tussen 0,05 en 1,0 mol/ha/jaar moet een melding gedaan worden. Bij een stikstofdepositie < 0,05 mol/ha/jaar hoeft er niets gedaan te worden. Bovenstaand gaat niet op voor gebieden die onder grote druk staan van stikstofdepositie. Voor meerdere Natura 2000-gebieden waarbij dit het geval is is de grenswaarde voor het aanvragen van een vergunning verlaagd naar 0,05 mol/ha/jaar. Voor de Oosterschelde, Voordelta en Kop van Schouwen is dit niet het geval (gecontroleerd op 5 maart 2018).

Uit de Aerius berekening van Optimalisatie windparken OSK (zie Bijlage 8) blijkt dat voor de Oosterschelde op het kwalificerende habitattype Schorren en zilte graslanden (binnendijks) [H1330B] een extra stikstofdepositie van 0,06 mol/ha/jaar optreedt door de optimalisatie van windpark OSK (zie afbeelding 3.6). Dit valt net binnen de 0,05 en 1,0 mol/ha/jaar en hiervoor is een melding bij het bevoegd gezag (Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland) noodzakelijk.

3.4.2 Effecten gebruiksfase

Aanvaringsslachtoffers

Voor de soorten waarvoor in tabel 3.4 aanvaringsslachtoffers zijn berekend is in tabel 3.7 en 3.8 de toetsing van de aanvaringsslachtoffers weergegeven van de kwalificerende broedvogel- en niet-broedvogelsoorten voor respectievelijk Oosterschelde en Voordelta. Er is hierbij gesaldeerd met de huidige turbines die ten behoeve van het VKA worden vervangen. In de tabellen is weergegeven of voor deze soorten de 1%-mortaliteitsnorm van het Natura 2000-gebied wordt overschreden. Wanneer deze overschreden wordt, dan is een negatief effect op de populatie aan de orde. Wanneer een negatief effect op de populatie aan de orde is én de instandhoudingsdoelstelling niet wordt gehaald, dan is er mogelijk sprake van een significant negatief effect.

De tabellen laten zien dat er geen sprake is van een negatief effect op de populatie seizoensvogels van Oosterschelde en Voordelta. De toename van het aantal slachtoffers per soort als gevolg van het project is in alle gevallen veel lager dan 1 exemplaar van de soort per jaar. Significant negatieve effecten op kwalificerende vogelsoorten van beide Natura 2000-gebieden als gevolg van een toename van het aantal aanvaringsslachtoffers treedt niet op.

Tabel 3.7 Toetsing van de aanvaringslachtoffers voor de Oosterschelde. Bij de populatiegrootte is aangegeven of de instandhoudingsdoelstelling (IHD) wel of niet is gehaald met respectievelijk groen en oranje. Bij de kolom aanvaringsslachtoffers is aangegeven of de 1%-norm wel of niet overschreden wordt met respectievelijk groen en oranje (aantallen uit Arcadis, 2018).
A) Dit zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor niet-broedvogels, tenzij het getal met een b is gemarkeerd, dan geldt de instandhoudingsdoelstelling voor de broedvogel.
B) De Oosterscheldepopulatie, afkomstig van de website van SOVON. Het gemiddelde van de laatste 5 beschikbare jaren is aangehouden. Voor de meeste soorten waren gegevens tot 2016 beschikbaar.
C) Afkomstig van de website BTO.org.
D) zie § 2.3.1 voor uitleg van de 1%-norm. Voor de broedvogels is voor de 1%-norm uitgegaan van drie vogels per broedpaar: de populatie bestaat grosso modo uit driemaal zoveel individuen als het aantal broedparen: twee ouders per paar en één juveniel of subadult.1%-mortaliteitsnorm is berekend met de formule ((aantal huidige populatie x 3) x mortaliteit) x 1%.

Oosterschelde					**Aanvarings-slachtoffers (aantal vogels/jaar)**	
Kwalificerende soort	**Instandhoudings-doelstelling[A]**	**Populatie grootte (gem. 2011-2015)[B]**	**Mortaliteit[C]**	**1% norm[D]**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**
Aalscholver	360	368	0,12	0,442	0,060	0,010
Grauwe gans	2300	3786	0,17	6,436	0,060	0,030
Grote stern	4000[b]	515	0,1	1,545	0,060	0,030
Scholekster	24000	21594	0,12	25,913	0,220	0,140
Slechtvalk	10	12	0,2	0,024	0,020	0,010
Visdief	6500[b]	2333	0,1	6,999	0,140	0,080
Wilde eend	5500	5407	0,37	20,006	0,060	0,010

Tabel 3.8 Toetsing van de aanvaringslachtoffers voor de Voordelta. Bij de populatiegrootte is aangegeven of de instandhoudingsdoelstelling wel of niet is gehaald met respectievelijk groen en oranje. Bij de aanvaringsslachtoffers is aangegeven of de 1%-norm wel of niet overschreden wordt met respectievelijk groen en oranje (aantallen uit Arcadis, 2018).
A) Dit zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor niet-broedvogels. Voor grote stern en visdief is geen IHD bepaald.
*B) Voor de Voordelta en afkomstig van de website van SOVON. Het gemiddelde van de laatste 5 beschikbare jaren is aangehouden. Voor de meeste soorten waren gegevens tot 2016 beschikbaar. Tenzij gemarkeerd met een *, dan populatie van de Delta afkomstig uit het Beheerplan Deltawateren (RWS, 2016)*
C) Afkomstig van de website BTO.org.
D) zie § 2.3.1 voor uitleg van de 1%-norm.

Voordelta					**Aanvaringsslachtoffers (aantal vogels/jaar)**	
Kwalificerende soort	**Instandhoudings-doelstelling[A]**	**Populatie grootte (gem. 2011-2015)[B]**	**Mortaliteit[C]**	**1% norm[D]**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**
Aalscholver	480	595	0,12	0,714	0,060	0,010
Grauwe gans	70	199	0,17	0,338	0,060	0,030
Grote stern	Geen IHD	7162*	0,1	7,160	0,060	0,030
Scholekster	2500	2399	0,12	2,879	0,220	0,140
Visdief	Geen IHD	4396*	0,1	4,400	0,140	0,080

3.4.3 Cumulatieve effecten

Uit voorgaande effectbeoordeling blijkt dat de bouw en realisatie van het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering, zonder mitigatie, de volgende effecten heeft:

1. Verstoring van broedparen en sterfte van exemplaren bontbekplevier en dwergstern tijdens de aanlegfase.

2. Verstoring van significante aantallen ruiende strandplevier tijdens de aanlegfase.

3. Sterfte van kwalificerende broedvogel en niet-broedvogelsoorten tijdens de gebruiksfase.

Voor punten 1 en 2 zijn in deze passende beoordeling mitigerende maatregelen opgenomen (par. 3.4.3) waarmee het optreden van het desbetreffende effect volledig voorkomen kan worden. Er is in dat geval op deze punten geen sprake van een resteffect. Dit betekent dat alleen met betrekking tot sterfte (punt 3) sprake is van een resteffect dat in cumulatie met het effect van andere plannen en projecten in de omgeving beschouwd moet worden.

In een cumulatiestudie hoeft alleen rekening te worden gehouden met projecten waarvoor een Wnb-vergunning is afgegeven en die nog niet (volledig) zijn gerealiseerd. Daarnaast hoeft ook alleen gecumuleerd te worden met projecten die eenzelfde ‘type’ effect sorteren, op instandhoudingsdoelstellingen waar het te toetsen project ook een effect op heeft. Dit betekent dat in dit geval alleen gecumuleerd hoeft te worden met nog niet gerealiseerde projecten, waarvoor wel een Wnb-vergunning is afgegeven, die ook zorgen voor sterfte van kwalificerende broedvogel en niet-broedvogelsoorten uit Natura 2000-gebied Oosterschelde en Voordelta.

Cumulatie aanvaringsslachtoffers

Oosterschelde De Wet natuurbescherming vraagt om een cumulatieve beoordeling van plannen en projecten. Van belang daarbij is duidelijk te begrenzen welke projecten wel en niet meegenomen worden in de cumulatie. Voor het bepalen van die grens kan niet een vaste afstand gehanteerd worden. In de situatie van de nieuw te bouwen en te repoweren windparken uit het VKA is duidelijk dat deze gezamenlijk tot een toename van het aantal aanvaringsslachtoffers zal leiden. Het effect op aanvaringsslachtoffers van de verschillende windparken binnen het VKA is hiervoor al gecumuleerd in beeld gebracht. Hier is het effect op soorten bepaald waarvoor in de Oosterschelde een instandhoudingsdoelstelling geldt. Momenteel wordt op Neeltje Jans ook het Windpark Bouwdokken gerealiseerd. Voor het bepalen van de aanvaringslachtoffers van windturbines op de Oosterscheldekering kan dit windpark niet los gezien worden van de windparken uit het VKA. Om die reden geeft tabel 3.9 de toetsing van de effecten inclusief cumulatie voor kwalificerende vogels van de Oosterschelde (op basis van Arcadis, 2018).

Bij het bepalen van de cumulatie is het windpark op Noord-Beveland (huidig windpark op deze locatie heet Jacoba-Rip-polder, het op deze locatie nieuw te bouwen windpark heet Noord-Beveland) ook meegenomen, hoewel de soortensamenstelling van de slachtoffers voor een groot deel afwijkt van de slachtoffers bij de windparken op en aan de Oosterscheldekering (Van Vliet et al., 2015; Verbeek & Kleyheeg-Hartman, 2015). Tevens is Windpark Noord-Beveland niet direct aan de kust gelegen en ligt het buiten de belangrijkste vliegroute die door vogels die langs de Oosterscheldekering migreren wordt gebruikt (afbeelding 15 uit Arcadis, 2018). Cumulatie is alleen bepaald voor soorten waaronder ook voor de parken aan de Oosterscheldekering slachtoffers worden verwacht.

Door de wijze waarop de slachtofferaantallen bepaald zijn voor Windpark Noord-Beveland en omdat de aantallen slachtoffers in de huidige situatie niet bekend zijn, is het niet mogelijk de cumulatie-berekening voor Noord-Beveland uit te voeren op de wijze zoals dat is gedaan voor de andere windparken. Daarom is de cumulatie van aanvaringsslachtoffers van de windparken op en bij de Oosterscheldekering met die van Windpark Noord-Beveland in een beschrijvende vorm uitgevoerd. Volgens Verbeek & Kleyheeg-Hartman (2015) is voor Windpark Noord-Beveland het gesaldeerde aantal slachtoffers nihil, omdat het aantal slachtoffers in de plansituatie niet wezenlijk zal verschillen van dat in de huidige situatie. Daarom is bij het bepalen van de cumulatie voor Windpark Noord-Beveland uitgegaan van gelijke aantallen slachtoffers voor de huidige situatie en de plansituatie. Bij de beoordeling van de cumulerende effecten van het VKA, waarbij wordt uitgegaan van saldering van de aanvaringsslachtoffers van de turbines die vervangen worden, zijn de slachtofferaantallen van Windpark Noord-Beveland om die reden niet getoond (want deze zijn nihil). In het slachtofferonderzoek van Arcadis (2018) wordt de cumulatie met Windpark Noord-Beveland wel in beeld gebracht voor de situatie zonder saldering.

Tabel 3.9 Toetsing van de aanvaringslachtoffers voor de Oosterschelde van het VKA in cumulatie met Windpark Bouwdokken. Er is gesaldeerd met de aantallen slachtoffers van de turbines die worden vervangen. Bij de populatiegrootte is aangegeven of de instandhoudingsdoelstelling wel of niet is gehaald met respectievelijk groen en oranje. Bij de aanvaringsslachtoffers is aangegeven of de 1%-norm wel of niet overschreden wordt met respectievelijk groen en oranje (aantallen uit Arcadis, 2018).

Oosterschelde					**Aanvaringsslachtoffers (aantal vogels/jaar)**			**Aanvaringsslachtoffers gecumuleerd (aantal vogels/jaar)**	
Kwalificerende soort	**Instandhoudings-doelstelling**	**Populatie grootte (gem. 2011-2015)**	**Mortaliteit**	**1% norm**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**	**Windpark Bouwdokken**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**
Aalscholver	360	368	0,12	0,442	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Grauwe gans	2300	3786	0,17	6,436	0,060	0,030	0,060	0,120	0,090
Grote stern	4000[b]	515	0,1	1,545	0,060	0,030	0,060	0,120	0,090
Scholekster	24000	21594	0,12	25,913	0,220	0,140	0,280	0,500	0,420
Slechtvalk	10	12	0,2	0,024	0,020	0,010	0,000	0,020	0,010
Visdief	6500[b]	2333	0,1	6,999	0,140	0,080	0,170	0,310	0,250
Wilde eend	5500	5407	0,37	20,006	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070

Voordelta Tevens zijn effecten op soorten waarvoor in de Voordelta een instandhoudingsdoelstelling geldt bepaald. Ten aanzien van deze soorten is de cumulatie ook beperkt tot de windparken rond de Oosterscheldekering. De andere windparken (o.a. Slufter/Maasvlakte, Wind op Zee Borssele) liggen op zodanige afstand dat geen ecologische relatie is tussen beide delen van de Voordelta. Om die reden is het niet logisch cumulatie met windparken op grote afstand te bepalen. Cumulatie met windparken op zee is eveneens buiten beschouwing gelaten, op basis van de afstand en de grotendeels afwijkende soortensamenstelling (Arcadis, 2018).

Tabel 3.10 Toetsing van de aanvaringslachtoffers voor de Voordelta van het VKA met Windpark Bouwdokken. Bij de populatiegrootte is aangegeven of de instandhoudingsdoelstelling wel of niet is gehaald met respectievelijk groen en oranje. Bij de aanvaringsslachtoffers is aangegeven of de 1%-norm wel of niet overschreden wordt met respectievelijk groen en oranje (aantallen uit Arcadis, 2018).

Voordelta					**Aanvaringsslachtoffers (aantal vogels/jaar)**			**Aanvaringsslachtoffers gecumuleerd (aantal vogels/jaar)**	
Kwalificerende soort	**Instandhoudings-doelstelling**	**Populatie grootte (gem. 2011-2015)**	**Mortaliteit**	**1% norm**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**	**Windpark Bouwdokken**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**
Aalscholver	480	595	0,12	0,714	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Grauwe gans	70	199	0,17	0,338	0,060	0,030	0,060	0,120	0,090
Grote stern	Geen doelstelling	7162	0,1	7,16	0,060	0,030	0,060	0,120	0,090
Scholekster	2500	2399	0,12	2,879	0,220	0,140	0,280	0,500	0,420
Visdief	Geen doelstelling	4396	0,1	4,40	0,140	0,080	0,170	0,310	0,250

Conclusie aanvaringsslachtoffers De tabellen laten zien dat er sprake is van een beperkt negatief effect op de populaties kwalificerende broedvogels, overwinterende niet-broedvogels en seizoensvogels van Oosterschelde en Voordelta als gevolg van de gebruiksfase van het project Optimalisatie Windparken OSK in combinatie met Windpark Bouwdokken. De toename van het aantal slachtoffers per soort als gevolg van het project blijft, ook in cumulatie, in alle gevallen veel lager dan 1 exemplaar van de soort per jaar. Significant negatieve effecten op deze kwalificerende vogelsoorten van beide Natura 2000-gebieden als gevolg van een toename van het aantal aanvaringsslachtoffers treden niet op.

3.4.4 Mitigatie

Bij de strandplevier zijn mitigerende maatregelen van belang om significant negatieve effecten tijdens de aanlegfase te voorkomen of zoveel mogelijk te minimaliseren, zogenaamde wettelijke maatregelen. Daarnaast zijn er maatregelen mogelijk om negatieve, maar geen significante effecten te voorkomen of minimaliseren. Dit worden bovenwettelijke maatregelen genoemd. Zowel de wettelijke als bovenwettelijke maatregelen worden hierna uitgewerkt.

Wettelijke maatregelen

- Ten aanzien van verstoring van ruiende strandplevieren op het strandje in de Mattenhaven kunnen significant negatieve effecten voorkomen worden door geen werkzaamheden uit te voeren bij turbine BH3 in Windpark Binnenhaven in de maanden juli en augustus. Verstoring van ruiende vogels is dan uitgesloten.

Bovenwettelijke maatregelen

- Ten aanzien van het doden van bontbekplevieren kunnen slachtoffers voorkomen worden door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren of te starten voorafgaand aan het broedseizoen. Het broedseizoen van de bontbekplevier loopt van half april tot half juli. De jongen zijn vliegvlug na ca. 24 dagen. De werkzaamheden kunnen dus niet starten in de periode half april - half augustus ter hoogte van bekende broedlocaties van bontbekplevier bij de windparken Roggeplaat-Oost, Noordland Buiten (NB2), Roggeplaat-west en Binnenhaven (BH3).

- Voor kwalificerende broedvogels bij de windparken Roggeplaat-Oost, Roggeplaat-west, Neeltje Jans, Noordland Buiten en Binnenhaven kan verstoring worden voorkomen door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren (half april tot half juli). Wanneer er op locaties toch gewerkt wordt tijdens het broedseizoen en er hierdoor tijdelijk broedlocaties ongeschikt zijn, dient er binnen het plangebied tijdig (voorafgaand aan het broedseizoen) vervangend broedareaal te worden aangeboden. Dit kunnen bijvoorbeeld schelpenstrandjes zijn of broedeilanden. Broedparen van de bontbekplevier en dwergstern hebben dan de gelegenheid om in de directe omgeving een geschikte broedlocatie te vinden.

Ecologisch werkprotocol

De hierboven beschreven wettelijke en bovenwettelijke maatregelen dienen nader uitgewerkt en eenduidig beschreven te worden in een ecologisch werkprotocol. Eventueel aanvullende maatregelen die in de vergunning zijn beschreven dienen ook in dit ecologisch werkprotocol te worden opgenomen. De initiatiefnemer en aannemer dienen zich bij de voorbereiding en uitvoering van de werkzaamheden te houden aan de maatregelen uit het ecologisch werkprotocol. Om dit te kunnen aantonen dient tijdens de werkzaamheden een exemplaar van het werkprotocol op het werk aanwezig te zijn.

Leemten in kennis

De werkzaamheden voor het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering worden gefaseerd uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 1.3. Voor deze toetsing worden de effecten over de gehele looptijd van het project in beeld gebracht en getoetst. Omdat de aanwezigheid van soorten en aantallen onderhevig is aan natuurlijke fluctuaties kan worden beargumenteerd dat met de toetsing van effecten die pas bij de werkzaamheden over 10 jaar optreden (2^{e} tranche in 2027) mogelijk niet de werkelijke situatie voldoende wordt beschouwd. Om die reden zal door initiatiefnemer uiterlijk 1 jaar voorafgaand aan de werkzaamheden van de 2^{e} tranche een update worden uitgevoerd om te bepalen of de conclusies uit dit rapport nog stand houden voor de activiteiten die nog volgen. Op basis van deze update kan besloten worden om bepaalde maatregelen in het ecologisch werkplan aan te passen

of uit te breiden. Voor nieuwe waargenomen soorten kan het tevens nodig zijn een aanvullende vergunning aan te vragen.
Voorafgaand aan de start van de werkzaamheden in 2020 wordt een monitoringsprogramma opgesteld om de verspreidingsgegevens van de meest relevante soorten langs de Oosterscheldekering de komende 10 jaar up-to-date te houden. De meest relevante soorten zijn de soorten waarop negatieve effecten verwacht kunnen worden als gevolg van de werkzaamheden of het in gebruik hebben van de windturbines.

3.5 VERGUNNING

Het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering heeft negatieve effecten tot gevolg op kwalificerende natuurwaarden in de nabijheid van de Oosterscheldekering. Mits de wettelijke mitigerende maatregel wordt toegepast zijn de effecten op ruiende strandplevieren niet significant. Er blijft tevens sprake van negatieve effecten op broedende bontbekplevieren en van aanvaringsslachtoffers op kwalificerende broedvogels en niet-broedvogels van de Oosterschelde en Voordelta. Voor alle soorten waarbij (significant) negatieve effecten optreden is het noodzakelijk om een vergunning aan te vragen.

Effecten op het stikstofgevoelige habitattype Schorren en zilte graslanden (binnendijks) [H1330B] in de Oosterschelde zijn mogelijk als gevolg van de aanlegwerkzaamheden van de Windparken. Voor de toename van 0,06 mol/ha/jaar is een melding bij het bevoegd gezag noodzakelijk.

4 SOORTBESCHERMINGSTOETS

4.1 INLEIDING

De Wet natuurbescherming (Wnb) heeft op 1 januari 2017 onder andere de Flora- en faunawet (Ff-wet) vervangen. De bescherming van de soorten uit de Ff-wet is nu ondergebracht onder het hoofdstuk soortbescherming van de Wnb. De lijst met beschermde soorten is hierbij niet 1 op 1 overgenomen. Er zijn soorten die met de nieuwe wet hun beschermde status zijn verloren en nieuw beschermde soorten zijn er bijgekomen. Voor deze toetsing is uitgegaan van de beschermde soorten zoals opgenomen in de Wnb. De soortgegevens die voor deze toets gebruikt zijn, kunnen afkomstig zijn van onderzoeken die in de tijd van de Ffwet zijn uitgevoerd. Dit is de reden waarom genoemde voorkomende beschermde soorten in dit rapport soms afwijken van de beschermde soorten die in de gebruikte literatuurbronnen genoemd worden.

De werkzaamheden voor het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering worden gefaseerd uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 1.5. Voor deze toetsing worden de effecten over de gehele looptijd van het project in beeld gebracht en getoetst. Omdat de aanwezigheid van soorten en aantallen onderhevig is aan natuurlijke fluctuaties kan worden beargumenteerd dat met de toetsing van effecten die pas bij de werkzaamheden over 10 jaar optreden (2e tranche in 2027) mogelijk niet de werkelijke situatie voldoende wordt beschouwd. Om die reden zal door initiatiefnemer uiterlijk 1 jaar voorafgaand aan de werkzaamheden van de 2e tranche een update worden uitgevoerd om te bepalen of de conclusies uit dit rapport nog stand houden voor de activiteiten die nog volgen. Op basis van deze update kan besloten worden om bepaalde maatregelen in het ecologisch werkplan aan te passen of uit te breiden. Voor nieuwe waargenomen soorten kan het tevens nodig zijn een aanvullende ontheffing aan te vragen.
Voorafgaand aan de start van de werkzaamheden in 2020 wordt een monitoringsprogramma opgesteld om de verspreidingsgegevens van de meest relevante soorten langs de Oosterscheldekering voor de komende 10 jaar up-to-date te houden. De meest relevante soorten zijn de soorten waarop negatieve effecten verwacht kunnen worden als gevolg van de werkzaamheden of het in gebruik hebben van de windturbines. Uit onderstaande toetsing zal blijken welke soorten in het monitoringsprogramma moeten worden opgenomen.

4.2 METHODE ONDERZOEK

Het voorliggende onderzoek is uitgevoerd middels een literatuurstudie naar beschikbare inventarisatiegegevens van beschermde soorten binnen het projectgebied. Daar waar relevant zijn de bronnen in de tekst benoemd. Verder is gebruik gemaakt van vrij beschikbare informatie zoals verspreidingskaarten en de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF), die is geraadpleegd op 09-12-2017. Waarnemingen van aangetroffen soorten over een periode van de afgelopen vijf jaar zijn uit deze database gefilterd. Er is hierbij rekening gehouden met Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten, waarvoor een norm geldt van drie jaar voor geldigheid van waargenomen individuen. In de literatuurlijst in hoofdstuk 5 is de volledige bronvermelding opgenomen.
Door Arcadis (2018) zijn er slachtofferberekeningen uitgevoerd waarmee slachtoffers van windturbines tijdens de gebruiksfase in beeld zijn gebracht. Dit volledige rapport van Arcadis is opgenomen in bijlage 9.

4.3 AANWEZIGHEID BESCHERMDE SOORTEN

In de tabel 4.1 is per soortgroep beschreven of beschermde soorten voorkomen binnen het projectgebied, of dat mogelijk geschikt habitat voor beschermde soorten aanwezig is. In bijlage 3 zijn waargenomen soorten binnen het projectgebied opgenomen (NDFF).

Tabel 4.1: Voorkomen van beschermde soorten binnen het projectgebied, beschreven per soortgroep met in de rechterkolom de conclusie met groen = komt niet voor en oranje = komt (mogelijk) voor.

Soortgroep	Leefgebied voor beschermde soorten aanwezig	Conclusie
Planten	Binnen en in de directe omgeving van het projectgebied zijn beschermde soorten in het kader van de Wnb waargenomen (NDFF; Aptroot,2016). Glad biggenkruid en Bergnachtorchis komen voor in het projectgebied (zie bijlage 4 voor de verspreiding). In de nabijheid van het projectgebied zijn groeiplaatsen van Bokkenorchis (De Banjaard) en Trosgamander (Bouwdokken) bekend. Doordat binnen het projectgebied uitvoerig onderzoek is uitgevoerd (Aptroot, 2016; Arcadis, 2013; Buijs, 2017e, NDFF) waarbij geen andere beschermde soorten zijn aangetroffen, kan de aanwezigheid hiervan uitgesloten worden.	Glad biggenkruid en Bergnachtorchis.
Vleermuizen	Binnen het projectgebied zijn op basis van badloggergegevens (Wageningen Marine Research, 2015 & 2016) en batdetectoronderzoek (Buijs & Halters, 2017) de volgende soorten/groepen vastgesteld: • Gewone dwergvleermuis • Ruige dwergvleermuis • Rosse vleermuis • Watervleermuis Mogelijk aanwezige soorten: • Kleine dwergvleermuis • Nyctaloiden (Laatvlieger, Bos, Tweekleurige Vleermuis) • Meervleermuis • Grootoorvleermuis Bovenstaande onderzoeken geven aan dat er vleermuizen voorkomen op de OSK. Het onderzoek van Buijs Eco Consult (2017) is het begin van een één jaar durend onderzoek volgens het vleermuisprotocol (Netwerk Groene Bureaus, 2017). Op dit moment is er op Neeltje Jans alleen nog onderzoek in de periode september – november 2017 uitgevoerd en bestaat er nog geen volledig beeld van het voorkomen van vleermuizen en mogelijke verblijfplaatsen, foerageergebieden, vliegroutes en migratieroutes. Verreweg de meest algemene soorten zijn gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis en in mindere mate rosse vleermuis. Daarnaast kun je goed het seizoenspatroon zien; in de nazomer verdwijnt de lokaal voorkomende gewone dwergvleermuis langzaam van het toneel terwijl de migrerende ruige dwergvleermuis steeds algemener wordt. Vanaf eind september neem de vleermuisactiviteit steeds verder af. Hieronder is per functie beschreven of deze voor de waargenomen vleermuizen aanwezig is: • Verblijfplaatsen: Binnen het projectgebied vormt bebouwing geschikte locaties voor verblijfplaatsen van gebouwbewonende vleermuizen. Hierbij gaat het mogelijk om gewone- en ruige dwergvleermuis. Voor boombewonende vleermuizen kan worden uitgesloten dat verblijfplaatsen aanwezig zijn omdat geschikte bomen binnen het projectgebied ontbreken. Tijdens twee najaarsbezoeken zijn uitvliegers waargenomen ter plaatse van het hoofdgebouw van Deltapark Neeltje Jans. Ook zijn ter plaatse paarverblijfplaatsen waargenomen (Buijs & Halters, 2017). • Foerageergebied: Het projectgebied maakt mogelijk deel uit van het foerageergebied van vleermuizen die verblijfplaatsen hebben binnen of in de omgeving van het projectgebied. Gewone dwergvleermuis is foeragerend binnen het projectgebied waargenomen, zie ook Buijs & Halters (2017). Enkele bosschages binnen het projectgebied zijn bijvoorbeeld geschikt als foerageergebied. Het merendeel van het projectgebied biedt echter als open duingebied weinig aantrekkelijk foerageergebied voor de voorkomende soorten vleermuizen. • Vliegroutes: Er zijn slechts beperkt lijnvormige elementen aanwezig binnen het projectgebied die geschikt zijn als vliegroute voor vleermuizen. De kering zelf is waarschijnlijk het belangrijkste lijnvormige element dat kan fungeren als vliegroute.	Gewone-, kleine-, en ruige dwergvleermuis komen voor en in mindere mate enkele andere soorten/groepen (meervleermuis, nyctaloiden en Myotis).

Soortgroep	Leefgebied voor beschermde soorten aanwezig	Conclusie
	• Migratieroutes: In 2015 en 2016 is door Wageningen Marine Research een onderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van vleermuizen, waarbij ook aandacht is besteed aan het fenomeen van gestuwde trek. Tijdens dit onderzoek werden voornamelijk ruige dwergvleermuizen waargenomen en een enkele rosse vleermuis. Door de hogere aantallen waargenomen vleermuizen kan geconcludeerd worden dat het gebied op een belangrijke trekroute van ruige dwergvleermuis ligt. In het najaar van 2017 is dit bevestigd door waarnemingen van Buijs Eco Consult. Migratieroutes van vleermuizen zijn voornamelijk gelegen langs de kust en grote rivieren. Omdat het huidige projectgebied langs de kust ligt, is de conclusie dat het huidige projectgebied van belang is voor trekkende vleermuizen.	
Grondgebonden zoogdieren	Binnen het projectgebied komen beschermde zoogdieren als haas, ree, konijn, egel, wezel en vos voor (NDFF, zie Bijlage 3). Ook waarnemingen van beschermde soorten als hermelijn en bunzing zijn bekend (Buijs, 2017e; Arcadis 2013). Het projectgebied vormt in principe geschikt leefgebied voor de meeste van de genoemde soorten maar de eilanden zijn niet door alle soorten bereikt. Hermelijn, wezel, vos, egel en haas komen niet voor op de eilanden Neeltje Jans en Roggenplaat maar zijn wel waargenomen in de buurt van de Jacobahaven. De Jacobahaven vormt naar verwachting met name foerageergebied. De aanwezigheid van overige beschermde soorten (zoals o.a. noordse woelmuis, waterspitsmuis, das) binnen het projectgebied is uitgesloten op basis van het ontbreken van geschikt habitat en/of het feit dat het projectgebied niet binnen het verspreidingsgebied van de soort ligt.	Haas, ree, konijn, egel, wezel, vos, hermelijn en bunzing komen voor.
Zeezoogdieren	De Oosterschelde is van belang als rustplaats voor Gewone en Grijze zeehond en Bruinvis (NDFF; RWS Centrale Informatievoorziening; Buijs, 2015c). Gewone en Grijze zeehonden komen in de Oosterschelde vooral voor op de zandplaat Roggenplaat op ruim 3 km van eiland Roggenplaat. Op de Neeltje Jansplaat op ca 2 km van Windpark Binnenhaven pleisteren kleinere aantallen (Arts et al 2015). In de gehele Oosterschelde werden in het seizoen 2013/2014 maximaal 120 Gewone (april) en 29 Grijze zeehonden (mei) geteld (Buijs, 2015c). Op de Neeltje Jansplaat zijn maximaal 10 Gewone zeehonden in mei en 1 Grijze Zeehond in september geteld en op de zandplaat Hompels in de Voordelta komen maximaal 66 Gewone zeehonden in mei en 9 Grijze Zeehonden in april voor, zie ook afbeelding 3.2. Bruinvissen zijn jaarrond aanwezig in de Voordelta en Oosterschelde. Ze worden ook regelmatig waargenomen in het water rondom de Oosterscheldekering. Sinds 2009 worden door Stichting Rugvin jaarlijks bruinvissen geteld in de Oosterschelde. In 2017 werden 37 bruinvissen geteld, voornamelijk in het westelijk deel van de Oosterschelde. Bij deze telling is ook een kalfje en een juveniel gespot.	Gewone en Grijze Zeehond en Bruinvis komen voor.
Vogels	***Algemene broedvogels*** Het totale projectgebied bestaat uit een verscheidenheid van biotopen. Hieronder wordt per sub-onderzoeksgebied een beschrijving gegeven van de aanwezige biotopen en het voorkomen van broedvogels aldaar van de afgelopen 3 jaar. De vlakte van Noordland Buiten is een open stenige vlakte met langs de noordelijke rand enkele lage duindoornstruwelen en vlier. Vegetatie op de vlakte bestaat vooral uit grassen en mossen. Langs de westrand ligt er vooral steen en zand. Aanwezige broedvogel: Bontbekplevier, scholekster, dwergstern, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, winterkoning, graspieper, grasmus, fitis, merel, kneu, ekster en nachtegaal (Buis, 2016, 2017d)	Algemene broedvogels komen voor (zie Bijlage 3) en broeden binnen het projectgebied.

Soortgroep	Leefgebied voor beschermde soorten aanwezig	Conclusie
	Het gebied rond de Vluchthaven (Windpark Neeltje Jans) bestaat vooral uit zeedijk, parkeerplaats en duingebied met vegetatie van duindoorn, vlier en helmgras. Hier ligt ook het strandje bij Topshuis. Aanwezige broedvogel: Bontbekplevier, scholekster, dwergstern, zilvermeeuw, winterkoning, heggenmus, nachtegaal, graspieper, grasmus, braamsluiper, fitis, merel, kneu, houtduif (Buijs 2017d) Het werkeiland Roggenplaat bestaat voor het grootste deel uit korte grasvegetatie en laag struikgewas. In het westelijk deel komt wat hoger struikgewas (vooral duindoorn en vlier) voor. Aanwezige broedvogel: Aalscholver, grauwe gans, bergeend, wilde eend, eider, slechtvalk, bontbekplevier, scholekster, stormmeeuw, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, holenduif, heggenmus, nachtegaal, merel, grasmus, fitis, ekster, zwarte kraai, kneu (Buijs 2017c) In de nabijheid van de Mattenhaven ligt het talud van de N57, de omgeving van de Roompotsluis en een kleine strook duingebied van de Oostduinen. Aanwezige broedvogel: Bergeend, bontbekplevier, scholekster, stormmeeuw, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, holenduif, houtduif, turkse tortel, graspieper, heggenmus, nachtegaal, winterkoning, merel, grasmus, fitis, koolmees, pimpelmees, ekster, kauw, kneu, lepelaar (Buijs 2017d) Het gebied rond Windpark Binnenhaven bestaat uit 2 havendammen, bebouwing en het talud van de N57 bestaande uit duingebied met vegetatie van enkele lage duindoornstruwelen en vlier. Vegetatie op de vlakte bestaat vooral uit grassen en mossen. Aanwezige broedvogel: Wilde Eend, kuifeend, fazant, scholekster, houtduif, graspieper, witte kwikstaart, winterkoning, heggemus, roodborst, nachtegaal, roodborsttapuit, merel, zanglijster, grasmus, zwartkop, fitis, groenling, putter, kneu ((Buijs 2015c)) ***Broedvogels met een jaarrond beschermd nest*** Aanwezige broedvogels met vaste nesten (categorie 1 t/m 4) zijn slechtvalk (Roggenplaat) en huismus (Jacobahaven). De slechtvalk broedt op de strekdam van Roggenplaat-oost en de huismus in de bebouwing rondom de Jacobahaven. Aanwezige broedvogels met vaste nesten (categorie 5) zijn zwarte kraai, ekster, koolmees, pimpelmees, eider. Deze soorten komen verspreid over het projectgebied voor. ***Niet-broedvogels*** Rond de Oosterscheldekering komen vooral steltlopers, eenden, ganzen en meeuwen voor. Belangrijke gebieden voor vogels zijn de hoogwatervluchtplaatsen (HVP) waar zich bij hoogwater grote aantallen vogels verzamelen. De vogels, met name steltlopers, wachten hier tot de volgende laagwaterperiode, waarbij de vogels weer kunnen foerageren op droogvallende slikken, waaronder de slikken van Neeltje Jans. In Bijlage 5 worden de belangrijkste HVP aan de zijde van de Oosterschelde langs de Oosterscheldekering weergegeven. De afbeelding laat de belangrijkste HVP zien tijdens voorjaar, zomer, najaar en winter. Voor een aantal HVP zijn de totale aantallen vogels weergegeven, gebaseerd op maandgemiddelden van de telperiode 2011 – 2015 (deze telperiode loopt van juli 2011 t/m juni 2016). Ten zuidoosten van het Windpark Bouwdokken	Broedvogels met jaarrond beschermde nesten cat. 1 t/m 4 als slechtvalk en huismus en cat. 5 als zwarte kraai, ekster, eider, kool- en pimpelmees komen voor Soorten als dwergstern en strandplevier verdienen extra aandacht vanwege hun zeldzaamheid

Soortgroep	Leefgebied voor beschermde soorten aanwezig	Conclusie

is de situatie sinds 2017 veranderd. De HVP aan de zuidzijde van het zanddepot (Bouwdokken) is vergroot in oppervlakte en wordt ook intensief gebruikt door verschillende soorten. Het oogeiland (HVP ten oosten van Bouwdokken) is voor een groot deel uitgespoeld en daardoor in de huidige situatie in mindere mate functioneel als HVP. Voor de Voordelta zijn kaarten met HVP niet beschikbaar.

De oppervlakte foerageergebied die binnen de invloedsfeer van de windparken valt is klein ten opzichte van de totale oppervlakte van de Oosterschelde en Voordelta. Het ontbreekt aan grote oppervlakten droogvallende slikken of mosselbanken.

Buiten de broedtijd is het strandje bij de zuidelijke havendam van de Mattenhaven van groot belang als rui-plek voor de strandplevier. Deze soort vertoont een negatieve populatietrend in de Oosterschelde, gaat hard in aantal achteruit en in het Deltagebied zijn er slechts enkele gebieden waar de soort nog voorkomt. Als broedvogel is de soort niet aanwezig, het strand wordt door de strandplevier uitsluitend gebruikt in de periode begin juli t/m half september (zie tabel 3.2).

Het talud bij de Roompotsluis (over het COT-terrein) wordt gebruikt als slaapplaats voor spreeuwen. Een deel van de vogels blijft de gehele dag op het eiland in het duingebied aan beide zijden van de N57. Aantallen op de slaapplaats waren maximaal circa 52000 ex (begin sept 2017) (Buijs 2017b).

Trekvogels

In tegenstelling tot broedvogels en niet-broedvogels passeren trekvogels de windparken langs de Oosterscheldekering slecht tweemaal per jaar, namelijk tijdens de voorjaarstrek en najaarstrek. In onderstaande tabel zijn de soorten opgenomen die als trekvogel langs de Oosterscheldekering zijn waargenomen bij de telposten Westerschouwen, Banjaard, Veersegatdam en Oranjezon (www.trektellen.nl).

Nederlandse naam		
Vink	Kruisbek	Smient
Fitis	Vuurgoudhaantje	Wulp
Huismus	Blauwborst	Pijlstaart
Roodborst	Rietgors	Blauwe Reiger
Koolmees	Zwarte Roodstaart	Scholekster
Tjiftjaf	Turkse Tortel	Tafeleend
Veldleeuwerik	Tapuit	Slobeend
Goudhaantje	Kauw	Bontbekplevier
Winterkoning	Gierzwaluw	Slechtvalk
Boompieper	Kleine Karekiet	Groenpootruiter
Ringmus	Grote Lijster	Regenwulp
Zwartkop	Oeverpieper	Eidereend
Merel	Beflijster	Temmincks Strandloper
Zanglijster	Houtsnip	Grauwe Gans
Spreeuw	Ransuil	Kleine Strandloper
Grauwe Vliegenvanger	Sperwer	Tureluur
Boerenzwaluw	Torenvalk	Zwarte Zeeëend
Witte Kwikstaart	Watersnip	Krombekstrandloper
Huiszwaluw	Kievit	Paarse Strandloper
Bonte Vliegenvanger	Pestvogel	Grote Zeeëend

<table>
<tr><th>Soortgroep</th><th>Leefgebied voor beschermde soorten aanwezig</th><th>Conclusie</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>Heggemus</td><td>Frater</td><td>Steenloper</td></tr>
<tr><td>Kneu</td><td>Wintertaling</td><td>Zwarte Ruiter</td></tr>
<tr><td>Koperwiek</td><td>Bosruiter</td><td>Drieteenstrandloper</td></tr>
<tr><td>Sijs</td><td>Goudplevier</td><td>Kleine Rietgans</td></tr>
<tr><td>Keep</td><td>Meerkoet</td><td>Visarend</td></tr>
<tr><td>Kramsvogel</td><td>Aalscholver</td><td>Middelste Zaagbek</td></tr>
<tr><td>Goudvink</td><td>Velduil</td><td>Kanoetstrandloper</td></tr>
<tr><td>Gele Kwikstaart</td><td>Oeverloper</td><td>Brandgans</td></tr>
<tr><td>Houtduif</td><td>Zomertaling</td><td>Kleine Zwaan</td></tr>
<tr><td>Gekraagde Roodstaart</td><td>Witgatje</td><td>Zilverplevier</td></tr>
<tr><td>Barmsijs</td><td>Bonte Strandloper</td><td>Rosse Grutto</td></tr>
<tr><td>Graspieper</td><td>Bruine Kiekendief</td><td>Rotgans</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>Amfibieën</td><td>Het projectgebied ligt binnen het verspreidingsgebied van algemeen voorkomende amfibieën zoals gewone pad en kleine watersalamander (NDFF). Het windpark Jacobahaven en de directe omgeving vormen naar verwachting geschikt leefgebied voor deze soorten. Op Neeltje Jans en Roggenplaat zijn geen waarnemingen van amfibieën bekend.</td><td>Algemeen voorkomende gewone pad en kleine watersalamander komen mogelijk voor.</td></tr>
<tr><td>Reptielen</td><td>Het projectgebied ligt niet binnen het verspreidingsgebied van reptielen (RAVON) en er zijn ook geen soorten waargenomen (NDFF)</td><td>Reptielen komen niet voor.</td></tr>
<tr><td>Vlinders, libellen en andere ongewervelden</td><td>Er zijn geen waarnemingen vanuit het NDFF bekend.
Gericht onderzoek naar dagvlinders, libellen of andere beschermde ongewervelden heeft niet plaatsgevonden. Beschermde libellensoorten zijn gebonden aan specifieke zoetwatermilieus. Deze milieus komen niet voor binnen het projectgebied. In het projectgebied zijn geen bijzondere vegetaties aanwezig die een aantrekkende werking kunnen hebben op bijzondere en beschermde soorten dagvlinders. Op basis van de aangetroffen omstandigheden wordt verwacht dat het projectgebied geen specifieke functie heeft voor overige bijzondere en/of beschermde soorten ongewervelden.</td><td>Beschermde soorten komen niet voor.</td></tr>
<tr><td>Vissen</td><td>Er zijn geen waarnemingen vanuit het NDFF bekend.
Binnen de Wnb zijn enkel zoetwatervissen beschermd. Beschermde zoetwatervissen komen in Zeeland vrijwel niet voor (website RAVON). De aanwezigheid van beschermde vissoorten binnendijks van het projectgebied is uitgesloten.</td><td>Beschermde vissen komen niet voor.</td></tr>
</table>

4.4 EFFECTENBESCHRIJVING

In deze paragraaf worden de effecten op beschermde soorten beschreven. Aan het einde van deze paragraaf is bekend op welke beschermde soorten effecten zijn voorzien.

4.4.1 Effecten

Per soort is beschreven of sprake is van negatieve effecten. Enkel soorten die aanwezig zijn binnen het projectgebied zijn daarbij meegenomen. In de effectbeschrijving is onderscheid gemaakt tussen effecten in de aanlegfase en de gebruiksfase en zijn effecten beoordeeld zoals beschreven in hoofdstuk 2.

Planten

Effecten op planten zijn enkel mogelijk tijdens de aanlegfase waarbij het plaatsen van nieuwe turbines en kraanopstelplaatsen tot ruimtebeslag op groeiplaatsen kan leiden. Tevens is vernietiging van groeiplaatsen mogelijk door vergraven of bereiden van groeiplaatsen.

Glad biggenkruid komt veelvuldig voor in de berm van de Faelweg en plaatselijk langs de Hoogh Plaetweg. Meerdere groeiplaatsen liggen binnen het werkgebied. Door transport van en naar de Windparken Noordland Buiten en Binnenhaven en het inrichten van tijdelijke depotlocaties/opslagplaatsen langs beide wegen gaan groeiplaatsen verloren. Het verlies van groeiplaatsen van glad biggenkruid kan niet worden uitgesloten.

Bergnachtorchis komt voor ten oosten van het Topshuis. Hier worden geen windturbines gebouwd en in principe is deze locatie niet in beeld als transportroute of opslagplaats. Negatieve effecten zijn niet waarschijnlijk, maar kunnen worden uitgesloten door de groeiplaatsen buiten het werkgebied te houden.

Voor beide soorten geldt dat het verlies van enkele exemplaren op het werkeiland Neeltje Jans geen gevolgen heeft voor de gunstige staat van instandhouding van de regionale populatie.

Vleermuizen aanlegfase

Gewone dwergvleermuis, rosse vleermuis en watervleermuis zijn vliegend en foeragerend waargenomen binnen het projectgebied. Van ruige dwergvleermuis loopt een migratieroute langs de Oosterscheldekering en daarmee door het projectgebied. Vleermuizen foerageren en migreren in de schemering en ’s avonds. Effecten kunnen optreden wanneer er werkverlichting wordt gebruikt bij opslagplaatsen of bij werkzaamheden in het donker. Vleermuizen zijn namelijk lichtschuw en zullen gebieden met veel licht mijden. Wanneer belangrijke foerageergebieden verlicht zijn kan dit problemen geven omdat de alternatieven op werkeiland Neeltje Jans beperkt zijn. Daarbij is de populatiegrootte op Neeltje Jans onduidelijk, omdat het vleermuisonderzoek nog niet volledig is afgerond.

Vleermuizen gebruiksfase

Door aanvaring van vleermuizen met de rotorbladen van windturbines neemt de sterfte binnen populaties toe. Doordat er meer turbines geplaatst worden langs de kering neemt de kans op extra aanvaringsslachtoffers toe. Wanneer er grote aantallen slachtoffers vallen heeft dit mogelijk een effect op de populaties van aanwezige vleermuissoorten. Om dit effect goed in beeld te brengen is een volledige set aan data nodig over de verschillende soorten die voorkomen binnen het projectgebied, wanneer deze voorkomen, hoe ze het gebied gebruiken (verblijfplaats, foerageergebied, migratie, e.d.), en op welke hoogte ze vliegen. In 2017 is gestart met een onderzoek naar deze aspecten, maar dit is nog niet afgerond. Daarmee zijn de benodigde gegevens niet volledig. Voorafgaand aan deze toetsing was bekend dat de beschikbare gegevens nog niet voldoende zouden zijn voor een volledige toetsing.

Onderzoek In het najaar van 2017 is door Buijs EcoConsult (BEC) (Buijs & Halters, 2017) vleermuisonderzoek uitgevoerd op de Roggenplaat, Jacobahaven en Neeltje Jans. Daarbij is een gebiedsinventarisatie conform het Vleermuisprotocol uitgevoerd (met een batdetector metingen vanaf de grond) en zijn batloggers opgehangen. De Batloggers, 8 in totaal, zijn deels op rotorhoogte (3) en deels onder rotorhoogte (5) gehangen. Aanvullend is door BEC data gebruikt van een batlogger van Wageningen Universiteit. Onderstaande afbeelding, ontleend aan een tussentijdse rapportage van BEC, toont de locatie van de batloggers.

Afbeelding 4.1 Locaties batloggers. Witte cirkels met blauwe ring: twee loggers, op en onder rotorhoogte; blauw: alleen onder rotorhoogte; oranje: logger WUR (uit: Buijs & Halters, 2017).

De loggers waren aanwezig in de periode medio september – medio november. Niet alle loggers hebben even lang gehangen, totaal zijn er in een periode van ongeveer 2 maanden waarnemingen gedaan. Deze periode is te kort om uitspraken te doen over de aantallen per soort die jaarrond aanwezig zijn. In combinatie met het gebiedsonderzoek volgens het Vleermuisprotocol en zichtwaarnemingen kan wel een goede indicatie gegeven worden van de soortensamenstelling en het terreingebruik. Omdat de waarnemingsperiode samenviel met de trekperiode van de ruige dwergvleermuis (een risico-soort voor aanvaringen tijdens de trekperiode) kan daarover wel een goede uitspraak worden gedaan.

Analyse onderzoeksresultaten Onderstaande tabel toont de waarnemingen per logger. De codes van de loggers zijn terug te vinden in Afbeelding 4.1.

Tabel 4.2 Samenvatting resultaat waarnemingen batloggers BEC. Laag: onder rotorhoogte; Hoog: op rotorhoogte (uit: Buijs & Halters, 2017).

Turbine	Ruige dwergvl.	Gewone dwergvl.	Kleine dwergvl.	Rosse vl	Onbepaald	Grootoor-vl	Water-vl.	Periode
JH1 Hoog	0	0	0	12	0	0	0	19-9 t/m 16-11
JH1 Laag	567	235	0	0	0	1	1	15-9 t/m 17-11
NJ1 Hoog	0	0	0	10	0	0	0	27-9 t/m 16-11
NJ1 Laag	248	19	0	3	0	0	1	15-9 t/m 17-11
RP1 Hoog	0	0	0	26	0	0	0	27-9 t/m 16-11
RP1 Laag	693	216	1	2	1	0	3	15-9 t/m 17-11
BD5 Laag	77	1	0	0	0	0	0	15-10 t/m 17-11
RP4 Laag	122	8	0	0	1	0	0	15-10 t/m 17-11

Op de batloggers die op rotorhoogte hangen zijn uitsluitend waarnemingen van rosse vleermuizen gedaan. Dat is opvallend, omdat in andere studies op andere locaties in het land in de trekperiode ook grote aantallen ruige dwergvleermuizen op rotorhoogte zijn waargenomen. Op posities JH1, NJ1 en RP1 zijn steeds onder rotorhoogte grote aantallen ruige dwergvleermuizen waargenomen, en geen waarnemingen op rotorhoogte. Dat, in combinatie met de zichtwaarnemingen (warmtebeeldcamera, zoeklicht), leidt tot de conclusie dat op deze locatie de ruige dwergvleermuis zeer laag vliegt, in de luwte van de Oosterscheldekering. Alle andere soorten, waarvan de gewone dwergvleermuis veruit de talrijkste is, zijn met uitzondering van de rosse vleermuis uitsluitend onder rotorhoogte aangetroffen. Daaruit volgt dat er, afgaand op de waarnemingen tot nu toe, uitsluitend voor de rosse vleermuis een aanvaringsrisico zou bestaan. Gezien de lage aantallen vleermuizen die zijn waargenomen is het risico op meer dan incidentele slachtoffers niet groot. De aantallen in de tabel zijn voor de rosse vleermuis een overschatting van het daadwerkelijk aanwezige aantal. Anders dan bij de ruige dwergvleermuis, waarbij het overwegend passerende dieren zijn, gaat het bij de rosse vleermuis vooral om foeragerende dieren die rondom een turbine cirkelen. Eén foeragerend dier wordt daarbij meerdere malen geregistreerd.

Voor windturbines wordt vaak een slachtofferschatting van 5 (voor zeer vleermuisrijke gebieden 10, voor zeer vleermuisarme gebieden minder dan 5) slachtoffers per turbine per jaar aangehouden. Vervolgens wordt op basis het voorkomen van de verschillende soorten in het plangebied (soortensamenstelling) een verdeling van deze slachtoffers over de verschillende soorten gemaakt. Omdat in het plangebied alleen de rosse vleermuis op turbinehoogte is waargenomen, is deze methode niet toepasbaar voor de windturbines op de Oosterscheldekering. Omdat alleen de rosse vleermuis op rotorhoogte vliegt, en dan nog in relatief lage aantallen is een slachtofferschatting van 5 vleermuizen per jaar veel te hoog. In de onderzoeksperiode zijn op de batloggers 53 waarnemingen van rosse vleermuis, waarvan 48 op turbinehoogte vastgelegd. Dit komt neer op een gemiddelde van minder dan 1 waarneming per dag. Gezien de lage dichtheid aan vleermuizen op rotorhoogte is het niet mogelijk een betrouwbare slachtofferberekening uit te voeren: de aantallen zijn hiervoor te laag.

Conclusie Op basis van de tot nu toe beschikbare waarnemingen kan voor alle soorten met uitzondering van de rosse vleermuis de kans op meer dan incidentele slachtoffers uitgesloten worden. Alleen de rosse vleermuis is op rotorhoogte aangetroffen en alleen voor deze soort bestaat, op basis van de huidige gegevens, een aanvaringsrisico. Gezien het aantal rosse vleermuizen dat is waargenomen (gemiddeld minder dan 1 waarneming per dag gedurende de onderzoeksperiode van 2 maanden) is er kans op hooguit enkele slachtoffers per jaar. Ook zonder stilstandsvoorziening kan er geen sprake zijn van een effect op de populatie c.q. staat van instandhouding. Omdat het jaarrond onderzoek nog niet is afgerond kunnen echter nog geen definitieve conclusies worden getrokken over de werkelijke effecten die optreden en de noodzakelijkheid om deze effecten te mitigeren met een stilstandsvoorziening voor de turbines. Het kan zijn dat de vlieghoogte in het voorjaar anders is. Met een heersende zuidwestenwind vliegen de ruige dwergvleermuizen tijdens de voorjaarstrek mogelijk hoger (op rotorhoogte) om van de rugwind te kunnen profiteren. Ook kan het zijn dat de aantallen rosse vleermuizen in de zomer hoger zijn of dat de gewone dwergvleermuizen in de zomerperiode bij rustig weer hoger foerageren dan tot nu toe waargenomen. Om risico op aanvaringen te verkleinen dient, totdat uit onderzoek anders blijkt, een stilstandsvoorziening te worden toegepast voor de maanden waarvan nog geen duidelijkheid is verkregen over de aanwezigheid en gedrag van vleermuizen ter hoogte van de Oosterscheldekering. Tijdens de maanden september t/m november zijn effecten op de gunstige staat van instandhouding van aanwezige vleermuizen uitgesloten. Van oktober tot april zijn vleermuizen minder actief en in winterslaap en geldt hetzelfde. Een stilstandsvoorziening dient derhalve te worden toegepast voor de maanden april tot september.

Grondgebonden zoogdieren aanlegfase

Effecten op grondgebonden zoogdieren zijn mogelijk tijdens de aanlegfase waarbij het plaatsen van nieuwe turbines en kraanopstelplaatsen tot ruimtebeslag op leefgebied kan leiden. Tevens is het mogelijk dat verblijfplaatsen vernietigd of dieren gedood worden door (graaf-)werkzaamheden. Werkzaamheden leiden mogelijk tot het doden en verwonden van algemeen voorkomende grondgebonden zoogdieren die niet op tijd het gebied kunnen ontvluchten bij de start van de werkzaamheden.

Er is slechts sprake van een verwaarloosbaar verlies aan oppervlak aan geschikt leefgebied voor algemeen voorkomende soorten grondgebonden zoogdieren. Aangezien in de omgeving voldoende leefgebied aanwezig is, heeft het verlies van dit beperkte oppervlak geen negatief effect op aanwezige grondgebonden zoogdiersoorten.

De werkzaamheden leiden mogelijk tot verstoring van leefgebied. Dit effect is tijdelijk en in de omgeving is voldoende alternatief leefgebied aanwezig waar soorten naar kunnen uitwijken. Effecten als gevolg van verstoring zijn dan ook uitgesloten.

Grondgebonden zoogdieren gebruiksfase

Er is niets bekend over effecten als gevolg van verstoring door de windturbines op grondgebonden zoogdieren. De genoemde zoogdieren worden op Neeltje Jans ook waargenomen in de nabijheid van de bestaande windturbines. Naar verwachting treedt gewenning op, net zoals bij een weg, waardoor effecten als gevolg van verstoring kunnen worden uitgesloten.

Zeezoogdieren

Ligplaatsen van zeehonden, inclusief voortplantingsplaats en ruigebied, liggen op minimaal 2 km van het dichtbijgelegen windpark. De werkzaamheden worden trillingsarm uitgevoerd. Dat betekent dat er voor de aanleg van nieuwe funderingen geen heiwerkzaamheden worden uitgevoerd, maar er voor een trillingsarme methode gekozen wordt om heipalen te plaatsen. Effecten op zeehonden en bruinvis als gevolg van heiwerkzaamheden zijn hierdoor niet aan de orde.

Luchtgeluid als gevolg van de werkzaamheden is lokaal en dusdanig beperkt dat dit een te verwaarlozen rol speelt bij de verstoring van bruinvis en (ligplaatsen van) zeehonden. Wezenlijke effecten van luchtgeluid als gevolg van de werkzaamheden (tijdens de werp- en zoogperiode) treden hier niet op. De rustplaats in de vluchthaven bij windpark Neeltje Jans zal niet gebruikt worden door zeehonden wanneer hier veel (visuele) verstoring is van de werkzaamheden. Effecten van luchtgeluid zijn ook hier uitgesloten en worden niet nader beoordeeld.

Vogels aanlegfase

Broedvogels Als de werkzaamheden starten in het broedseizoen kunnen broedvogels en hun jongen op de bouwlocaties gedood worden.

Door het inrichten van nieuwe turbinelocaties, kraanopstelplaatsen en opslagplaatsen treedt er permanent ruimtebeslag op van broedlocaties. Alleen bij de nieuwe windturbinelocaties is er sprake van ruimtebeslag. Het werkelijke areaal dat hierdoor ongeschikt wordt als broedgebied is beperkt en in de directe omgeving is voldoende alternatief broedgebied beschikbaar. Het ruimtebeslag als gevolg van het vervangen van de bestaande windturbines en het bouwen van nieuwe turbines (incl. kraanopstel- en opslagplaatsen) heeft geen negatief effect tot gevolg op de aanwezigheid van geschikt broedgebied.

Wanneer de werkzaamheden in het broedseizoen worden uitgevoerd kan verstoring van de omgeving optreden door geluid (materieel, sloopwerkzaamheden, etc.), door verlichting bij werkzaamheden ’s avonds en ’s nachts en visuele prikkels van aanwezig personeel en materieel (kranen, vrachtwagens, etc.). Wanneer de werkzaamheden voorafgaand aan het broedseizoen worden gestart zullen meerdere soorten zangvogels uitwijken naar geschikte broedgebieden in de directe omgeving waar geen werkzaamheden plaatsvinden. Voor verschillende vogelsoorten is dit echter niet altijd mogelijk. Een aantal soorten zijn zeer honkvast en in de Oosterschelde is het gebrek aan geschikt broedgebied voor kustbroedvogels een groot knelpunt (Rijkswaterstaat, 2016). Als de werkzaamheden tijdens het broedseizoen worden uitgevoerd, zijn met de voorgenomen fasering (zie tabel 1.3) in het ergste geval drie windparken volledig ongeschikt als broedgebied tijdens het jaar van de werkzaamheden. Bij de voorgenomen fasering vinden er werkzaamheden plaats in 2020, 2021 en 2027. Effecten als gevolg van verstoring van broedvogels door de werkzaamheden kunnen niet worden uitgesloten.

Niet-broedvogels Door het uitvoeren van verstorende werkzaamheden kunnen locaties tijdens de werkzaamheden tijdelijk niet of minder geschikt zijn als rust- en foerageergebied voor niet-broedvogels. Het is voor veel vogels mogelijk om uit te wijken naar rust- en foerageergebied in de omgeving, maar naarmate zich meer vogels in de Delta bevinden (hetgeen vooral in de wintermaanden het geval is) en er op meer windparken tegelijkertijd gewerkt wordt, neemt de aanwezigheid van geschikte uitwijkmogelijkheden eveneens af.

Volgens de voorgenomen fasering wordt er in 2020, 2021 en 2027 telkens in drie windparken tegelijkertijd gewerkt. Deze windparken en de directe omgeving zijn niet van groot belang als hoogwatervluchtplaats of foerageergebied voor niet-broedvogels. Belangrijke HVP in de nabijheid is de Neeltje Jansplaat en in mindere mate ook de Bouwdokken (bijlage 5). Deze liggen ver buiten de verstoringsafstand van de nieuwe windparken. De oppervlakte foerageergebied die binnen de invloedsfeer van de windparken valt is zo klein ten opzichte van de totale oppervlakte van de Oosterschelde en Voordelta, dat indien het verstoord zou worden hier geen meetbaar effect aan valt te ontlenen. In de aanlegfase zullen daarnaast de verstorende effecten voor de niet-broedvogelsoorten slechts tijdelijk en lokaal van aard zijn. Door de gefaseerde aanpak van de bouw en sloop van de windturbines (in ruimte en tijd) is er op het werkeiland Neeltje Jans en in de ruime omgeving (Bouwdokken, Neeltje Jansplaat) nog

geschikte uitwijkmogelijkheden beschikbaar waar tijdelijk verstoorde foeragerende en overtijende vogels gebruik van kunnen maken. De verstoring van niet-broedvogels door de gefaseerde aanleg van de windparken langs de Oosterscheldekering is niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende niet-broedvogelsoorten.

Strandplevier De werkzaamheden bij turbine BH3 kunnen verstorend zijn voor de ruiende strandplevieren op het nabijgelegen strandje in de Mattenhaven. In de maanden juli en augustus is een significant aantal strandplevieren op deze locatie aanwezig. De gemiddelde populatie in de Oosterschelde van de laatste 5 jaar is 25 exemplaren. Het instandhoudingsdoel voor de Oosterschelde bedraagt 50 exemplaren. Dit jaar zijn 16 ruiende strandlopers geteld op het strandje, dat is 64% van de Oosterscheldepopulatie en ca. 6 % van de Nederlandse populatie. Verstoring van deze soort door de werkzaamheden heeft een negatief effect op de populatie van de Oosterschelde.

Vogels gebruiksfase

Door aanvaring van vogels met de rotorbladen van windturbines neemt de sterfte toe. Doordat er meer turbines geplaatst worden langs de kering neemt de kans op extra aanvaringsslachtoffers toe. Wanneer er grote aantallen slachtoffers vallen heeft dit mogelijk een effect op de populaties van aanwezige vogelsoorten.

Aanvaringsslachtoffers seizoensvogels Door Arcadis (2018) zijn de aanvaringsslachtoffers voor seizoensvogels (broedvogels, overwinterende vogels en vogels die jaarrond in het gebied verblijven) berekend om de effecten van de windparken onderling en gezamenlijk te bepalen. Voor een beschrijving van de gehanteerde uitgangspunten en gebruikte methodiek wordt verwezen naar het rapport van Arcadis in bijlage 9.

Voor de slachtofferberekeningen zijn per windpark de (verwachte) aanvaringsslachtoffers bepaald. Voor zover van toepassing (vanwege repowering) is hierbij een onderscheid gemaakt tussen 2020 en 2027 wanneer het windpark gefaseerd gerealiseerd wordt. Omdat voor alle windparken een range is aangegeven voor de rotordiameter (tabel 1.1) zijn ook de slachtoffers bij de minimale en maximale afmeting van de rotor berekend.

Hoewel de Wnb niet expliciet om een cumulatietoets vraagt, kan een ontheffing alleen worden verleend wanneer wordt aangetoond dat de staat van instandhouding van de betreffende soort niet wordt aangetast. Daaruit volgt wel de noodzaak tot het in kaart brengen van cumulatieve effecten, om goed onderbouwd te kunnen vaststellen of er sprake is van een effect op de staat van instandhouding. Om die reden is getoetst aan het effect op de lokale populatie voor de dieren die als seizoensvogel (broedvogel, overwinteraar of jaarrond) in het gebied aanwezig zijn. Voor de seizoensvogels geldt dat wanneer wordt getoetst aan de lokale populatie, volstaan kan worden met cumulatie zoals in het voorgaande beschreven: alleen de windparken met effecten op deze lokale populatie zijn betrokken.

Voor het bepalen van de totale aanvaringsslachtoffers van het VKA is daarom de cumulatie van alle windparken langs de Oosterscheldekering voor de situatie in 2027 bepaald, waarbij de turbines die verdwijnen ten behoeve van deze ontwikkeling in de berekening zijn gesaldeerd. Tabel 4.3 geeft een overzicht van de aanvaringsslachtoffers van de windparken binnen het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering en Windpark Bouwdokken bij elkaar opgeteld voor de eindsituatie in 2027, met de minimale en maximale afmetingen van alle rotordiameters (op basis van Arcadis, 2018).

Voor Windpark Noord-Beveland, ten zuiden van de Jacobahaven, zijn ook gegevens over aanvaringsslachtoffers beschikbaar, maar de soortensamenstelling van de slachtoffers wijkt voor een groot deel af van de slachtoffers bij de windparken op en aan de Oosterscheldekering (Van Vliet et al., 2015; Verbeek & Kleyheeg-Hartman, 2015). Het windpark Noord-Beveland is niet aan de kust gelegen en ligt daarmee buiten de belangrijkste vliegroute die door kustvogels (meeuwen) of trekvogels die langs de Oosterscheldekering migreren wordt gebruikt (afbeelding 15 uit Arcadis, 2018). Cumulatie is alleen bepaald voor soorten waaronder ook voor de parken aan de Oosterscheldekering slachtoffers worden verwacht.

Door de wijze waarop de slachtofferaantallen bepaald zijn voor Windpark Noord-Beveland en omdat de aantallen slachtoffers in de huidige situatie niet bekend zijn, is het niet mogelijk de cumulatie-berekening voor Windpark Noord-Beveland uit te voeren op de wijze zoals dat is gedaan voor de andere windparken. Daarom is de cumulatie van aanvaringsslachtoffers van de windparken op en bij de Oosterscheldekering met die van Windpark Noord-Beveland in een beschrijvende vorm uitgevoerd. Volgens Verbeek & Kleyheeg-Hartman (2015) is het gesaldeerde aantal slachtoffers van Windpark Noord-Beveland nihil, omdat het aantal slachtoffers in de plansituatie niet wezenlijk zal verschillen van dat in de huidige situatie. Daarom is bij het bepalen van de cumulatie voor Windpark

Noord-Beveland uitgegaan van gelijke aantallen slachtoffers voor de huidige situatie en de plansituatie. Bij de beoordeling van de cumulerende effecten van het VKA, waarbij wordt uitgegaan van saldering van de aanvaringsslachtoffers van de turbines die vervangen worden, zijn de slachtofferaantallen van Windpark Noord-Beveland om die reden niet getoond (want deze zijn nihil). In het slachtofferonderzoek van Arcadis (2018) wordt de cumulatie met Windpark Noord-Beveland wel in beeld gebracht voor de situatie zonder saldering.

Tabel 4.3 laat zien dat er sprake is van negatieve effecten omdat aanvaringsslachtoffers te verwachten zijn als gevolg van het project Optimalisatie Windparken OSK in combinatie met Windpark Bouwdokken.

Tabel 4.3 Toetsing van de aanvaringslachtoffers van het VKA in cumulatie met Windpark Bouwdokken. Bij de populatiegrootte is aangegeven of de instandhoudingsdoelstelling wel of niet is gehaald met respectievelijk groen en oranje. Bij de aanvaringsslachtoffers is aangegeven of de 1%-norm wel of niet overschreden wordt met respectievelijk groen en oranje (aantallen uit Arcadis, 2018).
A) afkomstig van de website van SOVON. Het gemiddelde van de laatste 5 beschikbare jaren is aangehouden. Voor de meeste soorten waren gegevens tot 2016 beschikbaar. b: Populatie van broedvogels (o.b.v. tabel 5 uit Arcadis, 2018), PZ: Populatie gem. Provincie Zeeland (SOVON), OS: Alleen populatie gegevens van Oosterschelde beschikbaar, DP: Deltapopulatie (Baptist, 2015 Ffwet Bouwdokken)
B) Afkomstig van de website BTO.org.
C) zie § 2.3.1 voor uitleg van de 1%-norm. Voor de broedvogels is voor de 1%-norm uitgegaan van drie vogels per broedpaar: de populatie bestaat grosso modo uit driemaal zoveel individuen als het aantal broedparen: twee ouders per paar en één juveniel of subadult.1%-mortaliteitsnorm is berekend met de formule ((aantal huidige populatie x 3) x mortaliteit) x 1%.

				Aanvaringsslachtoffers (aantal vogels/jaar)			Aanvaringsslachtoffers gecumuleerd (aantal vogels/jaar)	
Soort	**Populatie grootte(A) (gem. 2011-2015)**	**Mortaliteit (B)**	**1% norm (C)**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**	**Windpark Bouwdokken**	**Diameter 80-120 meter**	**Diameter 90-145 meter**
Aalscholver	963[b]	0,12	3,467	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Buizerd	520[PZ]	0,1	0,520	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Gierzwaluw	90[b/PZ]	0,19	0,513	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Grauwe gans	3985[b]	0,17	20,324	0,060	0,030	0,060	0,120	0,090
Grote mantelmeeuw	265[PZ]	0,14	0,371	0,140	0,080	0,170	0,310	0,250
Grote stern	515[OS]	0,1	0,515	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Holenduif	700[b/PZ]	0,45	9,450	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Kleine mantelmeeuw	14000[b/PZ]	0,09	37,800	1,980	1,210	2,520	4,500	3,730
Kokmeeuw	2200[PZ]	0,1	2,200	0,220	0,260	0,280	0,500	0,540
Scholekster	23993[b/PZ]	0,12	86,375	0,220	0,140	0,280	0,500	0,420
Slechtvalk	12[b/OS]	0,2	0,072	0,020	0,010	0,000	0,020	0,010
Stormmeeuw	1000[b/PZ]	0,14	4,200	0,360	0,210	0,450	0,810	0,660
Visdief	2333[b/OS]	0,1	6,999	0,140	0,080	0,170	0,310	0,250
Wilde eend	5407[b/OS]	0,37	60,018	0,060	0,010	0,060	0,120	0,070
Zilvermeeuw	35000[b/DP]	0,12	126,00	8,090	4,900	10,320	18,410	15,220

Aanvaringsslachtoffers trekvogels Over de Oosterscheldekering vindt seizoenstrek plaats van zangvogels, zie afbeelding 4.2. Een groot deel van de waargenomen zangvogels vliegt laag. Ruim 90% onder de 40 meter. Bij noordelijke (mee)wind vliegen veel zangvogels hoger (Buijs, 2017). Daarbij zijn slechts waarnemingen gedaan overdag, en de waargenomen aantallen zijn ten opzichte van de totale trekpopulatie zeer laag. Dat betekent dat van slechts een zeer klein deel van de populatie de route en vlieghoogte is vastgesteld. Aangezien de trek hoofdzakelijk 's nachts op grotere hoogte plaatsvindt, is dat ook logisch. Door Arcadis (2018) zijn de aanvaringsslachtoffers voor trekvogels berekend om de effecten van de windparken onderling en gezamenlijk te bepalen. Voor een beschrijving van de gehanteerde uitgangspunten en gebruikte methodiek wordt verwezen naar het rapport van Arcadis in bijlage 9.

Voor de trekvogels (seizoenstrek) is getoetst aan het effect op de flyway-populatie. Voor de seizoenstrek zou in theorie gecumuleerd kunnen worden met alle windparken in de gehele flyway. Dat is echter niet mogelijk, omdat de kennis en informatie die voor een dergelijke toets nodig is niet bestaat. Daarom is voor de seizoenstrek een berekening uitgevoerd voor de gecumuleerde windparken zoals dat ook is gedaan voor de andere vogels. De conclusie daarvan is dat het aantal slachtoffers zo ver onder de 1%-norm voor additionele sterfte ligt (minimaal een factor 1000 lager) dat een nadere cumulatieve beoordeling achterwege kan blijven. Voor de getallen behorende bij deze berekening wordt verwezen naar bijlage C in het rapport van Arcadis (bijlage 9 van dit rapport).

Hoewel wel sprake is van negatieve effecten omdat aanvaringsslachtoffers te verwachten zijn, is in geen geval sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding als gevolg van de het project Optimalisatie Windparken OSK in combinatie met Windpark Bouwdokken.

Afbeelding 4.2 Vliegpatroon van zangvogels tijdens najaarstrek. Afkomstig uit Buijs, 2017b.

Amfibieën aanlegfase

Effecten op gewone pad of kleine watersalamander zijn mogelijk tijdens de aanlegfase van het windpark Jacobahaven, waarbij het plaatsen van nieuwe turbines en kraanopstelplaatsen tot ruimtebeslag op leefgebied kan leiden. Tevens is het mogelijk dat verblijfplaatsen vernietigd of dieren gedood worden door (graaf-) werkzaamheden. Werkzaamheden leiden mogelijk tot het doden en verwonden van algemeen voorkomende amfibieën die niet op tijd het gebied kunnen ontvluchten bij de start van de werkzaamheden.

Er is sprake van mogelijk ruimtebeslag van een beperkt oppervlak aan mogelijk geschikt foerageergebied, maar ook hiervoor geldt dat in de omgeving voldoende alternatief foerageergebied aanwezig is waar dieren naar kunnen uitwijken. Effecten als gevolg van ruimtebeslag zijn uitgesloten.

Daarnaast leiden de werkzaamheden mogelijk tot verstoring van leefgebied, in de omgeving van de Jacobahaven is echter voldoende alternatief leefgebied aanwezig waar soorten naar kunnen uitwijken. Effecten als gevolg van verstoring zijn dan ook uitgesloten.

Amfibieën gebruiksfase

Er is slechts sprake van verlies van een verwaarloosbaar verlies aan oppervlak aan geschikt leefgebied voor algemeen voorkomende amfibieën. Aangezien in de omgeving voldoende leefgebied aanwezig is, heeft het verlies van dit beperkte oppervlak geen negatief effect op gewone pad of kleine watersalamander.

4.4.2 Conclusie

Uit de bovenstaande effectbeschrijving volgt dat er (mogelijk) sprake is van negatieve effecten op beschermde soorten. Tijdens de aanlegfase zijn negatieve effecten voorzien door: verlies groeiplaatsen glad biggenkruid en bergnachtorchis, sterfte van broedende vogels, grondgebonden zoogdieren en amfibieën en verstoring van vleermuizen, broedvogels en strandplevier.

Tijdens de gebruiksfase is een toename van aanvaringsslachtoffers van vleermuizen, broedvogels, niet-broedvogels en trekvogels voorzien.

Voor bovengenoemde soorten en soortgroepen worden verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming overtreden. De verstoring van niet-broedvogels door de gefaseerde aanleg van de windparken langs de Oosterscheldekering is niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende niet-broedvogelsoorten. Voor niet-broedvogels (m.u.v. strandplevier) wordt hierdoor geen verbodsbepaling overtreden.

4.5 TOETSING AAN VERBODSBEPALINGEN

In de onderstaande tabellen is per soort(groep) op basis van de effectbeschrijving in de vorige paragraaf aangegeven welke verbodsbepalingen van de Wnb kunnen worden overtreden als gevolg van de aanlegfase en gebruiksfase van het project Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering. Er is een onderscheid gemaakt in de beschermingscategorieën: soorten van de Vogelrichtlijn, soorten van de Habitatrichtlijn en Andere soorten.
Daarbij is nog geen rekening gehouden met eventueel mogelijke mitigerende maatregelen. Op basis van de uitkomst van deze toetsing is bepaald of en zo ja, welke mitigerende maatregelen nodig zijn. Deze zijn beschreven in paragraaf 4.6.

Tabel 4.3 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.1 ten aanzien van soorten van de Vogelrichtlijn.

Soort (groep)	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4/5	Als gevolg van:
Broedvogels	x	x		x	• Kans op aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase. • Tijdens de aanlegfase kunnen broedvogels en jongen worden gedood. • Tijdens de aanlegfase kunnen broedvogels verstoord worden.
Niet-broedvogels	x				• Kans op aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase. • Tijdens de aanlegfase kunnen ruiende strandplevieren verstoord worden.
Trekvogels	x				• Kans op aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase.

Lid 1: Het is verboden in het wild levende vogels opzettelijk te doden of te vangen.
Lid 2: Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
Lid 3: Het is verboden eieren te rapen en deze onder zich te hebben
Lid 4/5: Het is verboden vogels opzettelijk te storen, tenzij de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Tabel 4.4 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.5 ten aanzien van soorten van de Habitatrichtlijn.

Soort (groep)	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4	Lid 5	Als gevolg van:
Vleermuizen (o.a. gewone- en ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en watervleermuis)	x	x				• Kans op aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase. • Tijdens de aanlegfase kunnen vleermuizen verstoord worden (door bouwverlichting).

Lid 1: Het is verboden soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen.
Lid 2: Het is verboden dieren opzettelijk te verstoren.
Lid 3: Het is verboden eieren van dieren in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.
Lid 4: Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen.
Lid 5: Het is verboden plantensoorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Tabel 4.5 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.10 lid 1 ten aanzien van Andere soorten

Soort (groep)	a	b	c	Als gevolg van:
Glad biggenkruid en bergnachtorchis			x	• Tijdens de aanlegfase kunnen groeilocaties verloren gaan.
Haas, ree, konijn, egel, wezel, vos, hermelijn en bunzing	x	x		• Tijdens de aanlegfase kunnen soorten gedood worden. • Tijdens de aanlegfase kunnen vaste voortplantings- en rustplaatsen beschadigd of vernield worden.
gewone pad en kleine watersalamander	x	x		• Tijdens de aanlegfase kunnen soorten gedood worden. • Tijdens de aanlegfase kunnen vaste voortplantings- en rustplaatsen beschadigd of vernield worden.

a: Het is verboden soorten opzettelijk te doden of te vangen.
b: Het is verboden vaste voorplantingsplaatsen of rustplaatsen opzettelijk te beschadigen of te vernielen.
c: Het is verboden plantensoorten opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

4.5.1 Vrijstellingen en gedragscodes

Provinciale Staten van de provincie Zeeland hebben op 4 november 2016 de Verordening Wet natuurbescherming Zeeland 2017 vastgesteld. In deze verordening is gebruik gemaakt van de mogelijkheid om vrijstelling te verlenen voor 'overige soorten'. In artikel 6.4 en in bijlage IV van de Verordening zijn soorten aangewezen waarvoor de verbodsbepalingen uit de Wnb niet gelden bij ruimtelijke inrichting, tenzij er gewerkt kan worden volgens een door de minister goedgekeurde gedragscode. Er is nog geen gedragscode beschikbaar die is toegespitst op alle beschermde soorten uit de Wet natuurbescherming én specifiek van toepassing kan zijn op het aanleggen en in gebruik nemen van een windpark. Voor het project Optimalisatie Windpark Oosterscheldekering geldt derhalve de, vanuit de Verordening mogelijk gemaakte vrijstelling voor de in het gebied algemeen voorkomende grondgebonden zoogdieren (haas, ree, konijn, egel, wezel, vos, hermelijn en bunzing) en amfibieën (gewone pad en kleine watersalamander). Wel dienen in het kader van de algemene zorgplicht (artikel 1.11 Wnb) maatregelen te worden getroffen om voldoende zorg in acht te nemen voor aanwezige beschermde en niet-beschermde soorten.

Voor de andere voorkomende soorten: broedvogels, niet-broedvogels, trekvogels, vleermuizen (gewone- en ruige dwergvleermuis en water-, rosse- of tweekleurige vleermuis en laatvlieger), glad biggenkruid en bergnachtorchis geldt geen vrijstelling en is het ook niet mogelijk te werken met een gedragscode. Voor deze soorten moeten mitigerende maatregelen worden getroffen om effecten te voorkomen, zie het volgende hoofdstuk.

4.6 MITIGERENDE MAATREGELEN

4.6.1 Maatregelen

In deze paragraaf zijn de mitigerende maatregelen beschreven die noodzakelijk zijn om overtreding van de verbodsbepalingen zo veel als mogelijk te voorkomen en de compenserende maatregelen die nodig zijn om een aantasting van de gunstige staat van instandhouding te voorkomen. Het toepassen van deze maatregelen tijdens de uitvoering van de werkzaamheden is niet vrijblijvend. De Wnb schrijft namelijk voor dat een ontheffing alleen verleend kan worden als er geen andere bevredigende oplossing is en de staat van instandhouding van de soort niet in gevaar komt. Dat betekent dat als mitigatie in redelijkheid mogelijk is, dit ook verplicht is. Daarnaast zijn vaak ook nadere maatregelen noodzakelijk om tegemoet te komen aan de zorgplicht. Verder kan een ontheffing alleen verleend worden wanneer er geen gevolgen zijn voor de staat van instandhouding van de soort. Om dit zeker te stellen kan het nodig zijn een compenserende maatregel uit te voeren.

Vogels

Broedvogels Het doden en verstoren van broedvogels kan voorkomen worden door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren. Het broedseizoen van loopt globaal van half maart tot half augustus. De exacte broedperiode verschilt echter per soort en is afhankelijk van weersomstandigheden. Wanneer er op locaties toch gewerkt wordt tijdens het broedseizoen en er hierdoor tijdelijk broedlocaties (m.n. voor kustbroedvogels) ongeschikt zijn, dient er binnen het plangebied tijdig (voorafgaand aan het broedseizoen) vervangend broedareaal te worden aangeboden. Dit kunnen bijvoorbeeld schelpenstrandjes zijn of broedeilanden. (Kust)broedvogels hebben dan de gelegenheid om in de directe omgeving een geschikte broedlocatie te vinden.

Strandplevier Ten aanzien van verstoring van ruiende strandplevieren op het strandje in de Mattenhaven worden negatieve effecten voorkomen worden door geen werkzaamheden uit te voeren bij turbine BH3 in Windpark Binnenhaven in de maanden juli en augustus. Verstoring van ruiende vogels is dan uitgesloten.

Vleermuizen

Aanlegfase Effecten op vleermuizen tijdens de aanlegfase worden voorkomen door vleermuisvriendelijke verlichting toe te passen wanneer er tijdens schemer of donker wordt gewerkt of wanneer opslagplaatsen 's avonds verlicht moeten worden.

Gebruiksfase De meest effectieve methode om het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen te verlagen is door windturbines bij lage windsnelheden stil te zetten. Concreet houdt dat in dat de startwindsnelheid verhoogd wordt en dat voorkomen wordt dat de rotorbladen in vrijloop sneller draaien dan 1 rpm. Vleermuizen zijn op gondelhoogte vrijwel alleen aanwezig bij lage windsnelheden. Boven de 5-6 m/s (op gondelhoogte) wordt doorgaans minder dan een paar procent van de activiteit vastgesteld. Daarnaast is duidelijk dat vleermuizen nauwelijks actief zijn bij temperaturen onder de 10 graden Celsius en in de periode na 1 oktober.

Een stilstandsvoorziening kan bestaan uit een vaste grenswaarde zoals het stilzetten van een windturbine beneden een bepaalde windsnelheid (5 m/s). Voor de windturbines op de Oosterscheldekering is dit alleen nodig in de periode dat vleermuizen actief zijn en voor de maanden waarin nog nader onderzoek dient te worden uitgevoerd. Negatieve effecten met mogelijke gevolgen voor de staat van instandhouding van aanwezige vleermuizen zijn alleen te verwachten gedurende de volgende omstandigheden of perioden:

• tussen 1 april en 1 september (tussen september en november is er nauwelijks vleermuisactiviteit op rotorhoogte en is een stilstandsvoorziening niet nodig)

• temperaturen hoger dan 10 graden Celsius

• bij droog weer (<1mm/u)

• tussen zonsondergang en zonsopkomst

Indien aan één of meerdere van bovenstaande voorwaarden niet wordt voldaan, dan kan de windturbine zonder beperkingen draaien (zie ook Krijgsveld et al. 2016). Het aantal vliegende vleermuizen is het hoogst bij hogere temperaturen en windsnelheden tussen 0-2m/s en is op zijn laagst (of helemaal afwezig) bij lagere temperaturen en windsnelheden boven de 5m/s (Boonman *et al.* 2015, Ahlén *et al.* 2007). Vleermuizen vliegen ook niet tijdens

regen door te veel energie verlies (Voigt *et al.* 2011) en omdat insecten ook niet actief zijn. Verder zijn vleermuizen nachtdieren en daardoor zal stilstandsprogramma overdag niet nodig zijn. De periode wanneer vleermuizen actief zijn en wanneer ook migratie kan plaatsvinden loopt van april tot oktober (Haarsma 2016, Koolstra et al. 2017, WUR 2015-2016). Buiten deze maanden zal een stilstandsprogramma dus ook niet nodig zijn.

Voor de maanden (sept – okt) dat vleermuisonderzoek op rotorhoogte is uitgevoerd is een stilstandsvoorziening niet nodig. Voor de overige maanden (april – september) wordt nader onderzoek uitgevoerd en voor deze maanden wordt voor onbepaalde tijd gewerkt met preventieve stilstand. Het vleermuisonderzoek wordt in 2018 voortgezet totdat er een volledig beeld bestaat van het gebruik van het projectgebied door vleermuizen. Op dat moment zullen alsnog de aanvaringsslachtoffers berekend worden, op basis waarvan het stilstandsprogramma mogelijk anders wordt ingericht of zelfs kan worden beëindigd. Dit zal met een nieuwe toetsing aan de verbodsbepalingen van de Wnb onderbouwd worden.

Planten

Negatieve effecten op groeiplaatsen van bergnachtorchis ten oosten van het Topshuis kunnen worden uitgesloten door de groeiplaatsen, middels een afzetting, buiten het werkgebied te houden. Ter hoogte van de groeiplaats worden geen windturbines gebouwd en in principe is deze locatie niet in beeld als transportroute of opslagplaats.

Zorgplicht

Voor alle soorten is de algemene zorgplicht van toepassing als deze soorten in de directe omgeving van het projectgebied voorkomen. Om te voldoen aan de zorgplicht hoeft niet gewerkt te worden middels een gedragscode of een ontheffing. In deze specifieke situatie kunnen effecten uitgesloten worden door rekening te houden met de werkrichting. Door één kant op te werken, hebben eventueel aanwezige dieren de kans om te vluchten. In het geval dieren worden aangetroffen, dan moeten deze de mogelijkheid krijgen om te vluchten. Eventueel kunnen dieren buiten de begrenzing van het werkterrein worden verplaatst/verjaagd.

4.6.2 Effectiviteit maatregelen

Vogels

Door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren kunnen effecten op broedvogels worden voorkomen. Wanneer er op locaties toch gewerkt wordt tijdens het broedseizoen wordt er door het aanbieden van vervangend broedareaal aan (kust)broedvogels de gelegenheid geboden om een geschikte broedlocatie te vinden. Begeleiding door een deskundig ecoloog en maatwerk zijn hierbij noodzakelijk.

Effecten op ruiende strandplevieren worden voorkomen door de werkzaamheden bij windturbine BH3 niet in de maanden juli en augustus uit te voeren.

Vleermuizen

Het is nog onduidelijk in welke mate vleermuizen jaarrond gebruik maken van Neeltje Jans waardoor ze mogelijk in aanvaring komen met de windturbines op de Oosterscheldekering. Door het preventieve stilstandsprogramma zijn eventuele aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen te verlagen en wordt de kans op meer dan incidentele slachtoffers uitgesloten. De overtreding van de verbodsbepalingen in tabel 4.4 wordt hiermee niet volledig voorkomen, waardoor het aanvragen van een ontheffing nog steeds noodzakelijk is.

Door het toepassen van vleermuisvriendelijke verlichting worden mogelijke overtredingen in de aanlegfase van de verbodsbepalingen in tabel 4.4 voorkomen.

Planten

Met het afzetten en het hiermee buiten het werk houden van de groeiplaatsen van bergnachtorchis worden effecten op deze soort voorkomen.

4.6.3 Conclusie

In de vorige paragraaf is de effectiviteit van de mitigerende maatregel beschreven. Voorafgaand aan de start van de werkzaamheden worden de maatregelen uitgewerkt en eenduidig beschreven in een ecologisch werkprotocol, zodat een juiste uitvoering van de maatregelen gegarandeerd is. Eventueel aanvullende maatregelen die in de ontheffing zijn beschreven dienen ook in dit ecologisch werkprotocol te worden opgenomen. De initiatiefnemer en aannemer dienen zich bij de voorbereiding en uitvoering van de werkzaamheden te houden aan de maatregelen uit het ecologisch werkprotocol. Om dit te kunnen aantonen dient tijdens de werkzaamheden een exemplaar van het werkprotocol op het werk aanwezig te zijn.

Als gevolg van het toepassen van de maatregelen zal een deel van de hiervoor beschreven mogelijke overtredingen van de verbodsbepalingen worden voorkomen. Het is echter niet mogelijk alle overtredingen te voorkomen. Er is tevens door Provinciale Staten van de provincie Zeeland vrijstelling verleend voor de in het gebied algemeen voorkomende grondgebonden zoogdieren (Haas, ree, konijn, egel, wezel, vos, hermelijn en bunzing) en amfibieën (gewone pad en kleine watersalamander).

In de onderstaande tabellen is weergegeven welke overtredingen niet door mitigatie kunnen worden voorkomen of waarvoor provinciale vrijstelling niet aan de orde is.

Tabel 4.6 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.1 ten aanzien van soorten van de Vogelrichtlijn.

Soort (groep)	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4/5	Als gevolg van:
Broedvogels (zie voor soorten tabel 4.12)	x				• Kans op aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase.
Niet-broedvogels (zie voor soorten tabel 4.12)	x				• Kans op aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase.
Trekvogels ((zie voor soorten tabel 4.12)	x				• Kans op aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase.

Lid 1: Het is verboden in het wild levende vogels opzettelijk te doden of te vangen.
Lid 2: Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
Lid 3: Het is verboden eieren te rapen en deze onder zich te hebben
Lid 4/5: Het is verboden vogels opzettelijk te storen, tenzij de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Tabel 4.7 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.5 ten aanzien van soorten van de Habitatrichtlijn.

Soort (groep)	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4	Lid 5	Als gevolg van:
Vleermuizen (o.a. gewone- en ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en watervleermuis)	x					• Kans op aanvarings-slachtoffers in de gebruiksfase.

Lid 1: Het is verboden soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen.
Lid 2: Het is verboden dieren opzettelijk te verstoren.
Lid 3: Het is verboden eieren van dieren in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.
Lid 4: Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen.
Lid 5: Het is verboden plantensoorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Tabel 4.8 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.10 lid 1 ten aanzien van andere soorten

Soort (groep)	a	b	c	Als gevolg van:
Glad biggenkruid			x	• Tijdens de aanlegfase kunnen groeilocaties verloren gaan.

a: Het is verboden soorten opzettelijk te doden of te vangen.
b: Het is verboden vaste voorplantingsplaatsen of rustplaatsen opzettelijk te beschadigen of te vernielen.
c: Het is verboden plantensoorten opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

4.7 ONTHEFFING

4.7.1 Andere bevredigende oplossing

Om de milieueffecten van dit voornemen in kaart te brengen, is ervoor gekozen om de procedure om te komen tot een milieueffectrapport (MER) te doorlopen. In het MER zijn de mogelijke alternatieven en varianten omschreven waarvan op globaal niveau de effecten op aanwezige natuurwaarden zijn beoordeeld. Op basis van deze beoordeling en de beoordeling van overige milieueffecten is uit de alternatieven en varianten een voorkeursalternatief (VKA) gekozen. Uit het MER blijkt dat bij dit VKA de effecten op natuurwaarden het kleinst zijn. Alternatieven waarbij de effecten op natuurwaarden minder zijn, zijn niet voorhanden.

Desondanks zijn ook voor dit VKA negatieve effecten op beschermde soorten niet uit te sluiten. Zoals beschreven in paragraaf 4.6 wordt door middel van een aantal mitigerende maatregelen een groot deel van de potentiele overtredingen van de verbodsbepalingen voorkomen. De gekozen plannen leiden niet tot effecten op de gunstige staat van instandhouding van populatie van aanwezige soorten, zie paragraaf 4.7.3.

4.7.2 Wettelijke belangen

Soorten van de Vogelrichtlijn

Voor vogels wordt ontheffing aangevraagd “in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid”. Het initiatief moet bijdragen aan de doelstelling om meer duurzame energie te produceren. Dit past in het provinciale en landelijke beleid dat is gericht op het beperken van de uitstoot van broeikasgassen, zoals koolstofdioxide (CO2). Hiermee wordt bijgedragen aan een verbetering van de volksgezondheid.

Soorten van de Habitatrichtlijn

Voor vleermuizen wordt ontheffing aangevraagd “in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten”. Het initiatief moet bijdragen aan de doelstelling om meer duurzame energie te produceren. Dit past in het provinciale en landelijke beleid dat is gericht op het beperken van de uitstoot van broeikasgassen, zoals koolstofdioxide (CO2). Hiermee wordt bijgedragen aan een verbetering van de volksgezondheid.

Overige soorten

Voor glad biggenkruid wordt ontheffing aangevraagd “in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid”. Het initiatief moet bijdragen aan de doelstelling om meer duurzame energie te produceren. Dit past in het provinciale en landelijke beleid dat is gericht op het beperken van de uitstoot van broeikasgassen, zoals koolstofdioxide (CO2). Hiermee wordt bijgedragen aan een verbetering van de volksgezondheid.

4.7.3 Gunstige staat van instandhouding

Vogels

Broedvogels, niet-broedvogels en trekvogels kunnen mogelijk slachtoffer worden door aanvaringen met windturbines. Voor vogels is in paragraaf 3.3 per soort de aanvaringskans berekend. Hieruit is gebleken dat voor geen van de soorten de ORNIS-norm van 1% wordt overschreden. Voor de soorten aalscholver, buizerd, gierzwaluw, grauwe gans, grote mantelmeeuw, grote stern, holenduif, kleine mantelmeeuw, kokmeeuw en slechtvalk laat de ontwikkeling van de landelijke en deltapopulatie geen dalende trend zien (website SOVON). Deze vogelsoorten bevinden zich in een gunstige staat van instandhoudingen welke niet in gevaar zal komen door de berekende en in verhouding zeer beperkte extra sterfte door aanvaringsslachtoffers. Voor scholekster, stormmeeuw, visdief, wilde eend en zilvermeeuw daarentegen laat de ontwikkeling van de landelijke populatie de laatste jaren wel een negatieve trend zien. Het effect op de populatie van deze soorten wordt nader beschreven.

Visdief Na een sterke toename van het aantal broedende visdieven in de periode 1979-2007 zijn de aantallen in de Oosterschelde de laatste jaren redelijk stabiel (Arts et al. 2017b, sovon.nl). In 2016 zijn op Neeltje Jans enkele gebieden aantrekkelijker voor kustbroedvogels gemaakt. Bij het zanddepot werd opslag van duindoorns verwijderd, zand en schelpenranden gestort en een drijvend broedeiland (10x12 meter) geplaatst. De aantallen broedende visdieven zijn hier de laatste jaren flink toegenomen (zie tabel 3.1). De berekende toename van aanvaringsslachtoffers met maximaal 0,310 vogels per jaar is dusdanig klein dat, rekening houdend met de stabiele trend in het gebied en de lokale toename, de gunstige staat van instandhouding voor deze soort niet in gevaar komt.

Stormmeeuw Het aantalsverloop van de stormmeeuw vertoont in het deltagebied flinke schommelingen tussen jaren. In de Oosterschelde zijn de broedaantallen echter stabiel. Het aantal broedparen in het deltagebied bereikte in 2015 en 2016 steeds een nieuw record, wat een voorzichtige positieve trendbreuk met de afgelopen jaren laat zien (Arts et al. 2017b, sovon.nl). De berekende toename van aanvaringsslachtoffers is maximaal 0,810 vogels per jaar. Deze zeer kleine toename van het aantal slachtoffers brengt de voorzichtig toenemende trend in het gebied op geen enkele wijze in gevaar en heeft geen gevolgen voor de gunstige staat van instandhouding voor deze soort.

Wilde eend De trend van de wilde eend in de Voordelta is op de lange termijn positief en in de Oosterschelde de laatste jaren stabiel (Arts et al. 2017a). Langs de Oosterscheldekering broeden nauwelijks wilde eenden (Buijs, 2016, 2017a,c,d) en ook de aantallen vogels in de wintermaanden is met maximale aantallen van een paar honderd exemplaren klein (tabel 3.2 en 3.3) ten opzichte van de gehele winterpopulatie in de Delta. De berekende toename van aanvaringsslachtoffers met maximaal 0,120 exemplaren per jaar is dusdanig klein dat, rekening houdend met de stabiele trend en de relatief lage aantallen in het projectgebied dit geen gevolgen heeft voor de gunstige staat van instandhouding.

Scholekster Voor niet-broedvogels is de trend van de scholekster in de Voordelta positief (Arts et al. 2017a) maar in de Oosterschelde volgt de soort de landelijke negatieve trend (sovon.nl). De scholekster is een soort die op Neeltje Jans uitgebreid is onderzocht. Sinds 2008 wordt de broedpopulatie en het broedsucces op het gehele eiland intensief gevolgd. Het aantal uitgevlogen jongen in de periode 2008 – 2015 is in de meeste jaren onvoldoende geweest om de populatie op peil te houden (daar is ca 0,25 uitgevlogen jong/paar voor nodig). De dichtheid aan broedende scholeksters is in 2016 en 2017 echter nagenoeg gelijk gebleven. De Oosterscheldekering heeft voor de scholekster een beperkt belang in de wintermaanden. De maximale aantallen van een paar honderd exemplaren zijn relatief klein (tabel 3.2 en 3.3) ten opzichte van de gehele winterpopulatie in de Delta. Ondanks de negatieve trend van deze soort heeft de berekende toename van aanvaringsslachtoffers met maximaal 0,5 exemplaren per jaar op geen enkele wijze invloed op de huidige staat van instandhouding van deze soort.

Zilvermeeuw De trend van de zilvermeeuw over de laatste tien jaar is negatief (Arts et al. 2017b, sovon.nl). De aantallen in de kolonie op Neeltje Jans/Roggenplaat zijn echter al lange tijd stabiel. Dit wordt bevestigd door de kustbroedvogeltellingen van Rijkswaterstaat (ongepubliceerde gegevens) voor de telgebieden Neeltje Jans en Roggenplaat over de periode 2012-2016. Sinds de eeuwwisseling broedden de grootste aantallen in het duingebied op Neeltje Jans (Strucker et al. 2013). Ook de schelpenrug op de Neeltje Jansplaat wordt geleidelijk hoger en raakt enigszins begroeid, waardoor er de laatste jaren enkele paren zilvermeeuwen tot broeden kwamen (Arts et al. 2017b). De aanwezigheid van voldoende voedsel op vliegafstand maakt dat Neeltje Jans een belangrijke rol speelt als kolonieplaats voor deze soort. De laatste 5 jaar zijn er gemiddeld 2100 broedparen zilvermeeuwen op Neeltje Jans en de Roggenplaat geteld (Rijkswaterstaat, kustbroedvogeltellingen). De berekende toename van aanvaringsslachtoffers met maximaal 18,410 vogels per jaar betreft minder dan 1% van de huidige broedpopulatie langs de Oosterscheldekering en 0,05% van de Deltapopulatie. Ondanks de negatieve trend in het Deltagebied heeft dit relatief kleine aantal extra slachtoffers per jaar geen gevolgen voor de huidige staat van instandhouding van de soort.

Vleermuizen

Vleermuizen kunnen mogelijk slachtoffer worden door aanvaringen met windturbines. Voor vleermuizen is op basis van de huidige inventarisatiegegevens vastgesteld dat de voorkomende soorten niet op rotorhoogte vliegen, behalve voor de rosse vleermuis, maar daarvan blijkt dat de aantallen laag zijn. Met de inzet van een stilstandsprogramma wordt de kans op slachtoffers sterk verlaagd. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat ook voor vleermuizen de gunstige staat van instandhoudingen van de aanwezige soorten niet in gevaar zal komen door de mogelijke extra sterfte door aanvaringsslachtoffers.

Planten

Glad Biggenkruid kan mogelijk afgesneden, ontworteld of vernield worden tijdens de aanlegfase van de windturbines. Echter zal het verlies van enkele exemplaren op het werkeiland Neeltje Jans geen gevolgen hebben voor de gunstige staat van instandhouding van de regionale populatie (bijlage 4).

4.7.4 Aan te vragen ontheffing

Voor alle vogelsoorten aangegeven in tabel 4.12 zal een ontheffing worden aangevraagd op basis van het overtreden van verbodsbepaling Lid 1 (Wnb H3 § 3.1) in het kader van het relevante wettelijk belang.

Tabel 4.9 Overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.1 ten aanzien van soorten van de Vogelrichtlijn.

Soort (groep)	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4/5	Wettelijk belang
Broedvogels (zie voor soorten tabel 4.12)	x				Artikel 3.3, vierde lid, onderdeel b 1°: in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid.
Niet-broedvogels (zie voor soorten tabel 4.12)	x				Artikel 3.3, vierde lid, onderdeel b 1°: in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid.
Trekvogels ((zie voor soorten tabel 4.12)	x				Artikel 3.3, vierde lid, onderdeel b 1°: in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid.

Lid 1: Het is verboden in het wild levende vogels opzettelijk te doden of te vangen.
Lid 2: Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
Lid 3: Het is verboden eieren te rapen en deze onder zich te hebben
Lid 4/5: Het is verboden vogels opzettelijk te storen, tenzij de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Voor alle vleermuissoorten aangegeven in tabel 4.12 zal een ontheffing worden aangevraagd op basis van het overtreden van verbodsbepaling Lid 1 (Wnb H3 § 3.5) in het kader van het relevante wettelijk belang.

Tabel 4.10 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.5 ten aanzien van soorten van de Habitatrichtlijn.

Soort (groep)	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4	Lid 5	Als gevolg van:
Vleermuizen (voor soorten zie tabel 4.12)	x					Artikel 3.8, vierde lid, onderdeel b 3°: in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten.

Lid 1: Het is verboden soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen.
Lid 2: Het is verboden dieren opzettelijk te verstoren.
Lid 3: Het is verboden eieren van dieren in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.
Lid 4: Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen.
Lid 5: Het is verboden plantensoorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Voor Glad biggenkruid zal een ontheffing worden aangevraagd op basis van het overtreden van verbodsbepaling Lid 1c (Wnb H3 § 3.3) in het kader van het relevante wettelijk belang.

Tabel 4.11 Overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.10 lid a ten aanzien van andere soorten

Soort (groep)	a	b	c	Wettelijk belang
Glad biggenkruid			x	Artikel 3.10, tweede lid, verwijzend naar artikel 3.8, vijfde lid, onderdeel b 3°: in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid. .

a: Het is verboden soorten opzettelijk te doden of te vangen.
b: Het is verboden vaste voorplantingsplaatsen of rustplaatsen opzettelijk te beschadigen of te vernielen.
c: Het is verboden plantensoorten opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Tabel 4.12 Overzicht van voorkomende soorten waarvoor een ontheffing wordt aangevraagd. Gegevens van broedvogels zijn afkomstig van Buijs, 2017c&d, kustbroedvogeltellingen van Rijkswaterstaat en NDFF (zie bijlage 3), niet-broedvogels afkomstig van kustvogeltelling Rijkswaterstaat (zie bijlage 3), trekvogels afkomstig van trekvogeltelposten, vleermuizen afkomstig van Buijs & Halters, 2017 en planten afkomstig van Aptroot, 2016.

Soortgroep	Soort		
Broedvogels	bontbekplevier	scholekster	dwergstern
	stormmeeuw	kleine mantelmeeuw	zilvermeeuw
	graspieper	winterkoning	grasmus
	fitis	merel	kneu
	ekster	nachtegaal	heggemus
	braamsluiper	houtduif	aalscholver
	grauwe gans	bergeend	wilde eend
	eider	holenduif	zwarte kraai
	turkse tortel	koolmees	pimpelmees
	kauw	lepelaar	kuifeend
	fazant	witte kwikstaart	roodborst
	roodborsttapuit	zanglijster	zwartkop
	groenling	putter	kievit
	knobbelzwaan	fuut	visdief
Broedvogels (met jaarrond beschermd nest)	slechtvalk	huismus	Scholekster
Niet-broedvogels	Aalscholver	Kleine Burgemeester	Slechtvalk
	Bergeend	Kleine Jager	Slobeend
	Blauwe Kiekendief	Kleine Mantelmeeuw	Smelleken
	Blauwe Reiger	Kleine Plevier	Smient
	Bontbekplevier	Kleine Strandloper	Sneeuwgans
	Bonte Kraai	Kleine Zilverreiger	Sperwer
	Bonte Strandloper	Kluut	Steenloper
	Brandgans	Knobbelzwaan	Stormmeeuw
	Brilduiker	Kokmeeuw	Strandplevier
	Bruine Kiekendief	Krakeend	Tafeleend
	Buizerd	Krombekstrandloper	Temmincks Strandloper
	Dodaars	Krooneend	Toendrarietgans
	Drieteenmeeuw	Kuifaalscholver	Toppereend
	Drieteenstrandloper	Kuifduiker	Torenvalk
	Dwergmeeuw	Kuifeend	Tureluur
	Eidereend	Lepelaar	Waterhoen
	Fuut	Meerkoet	Waterral

Soortgroep	Soort		
	Geelpootmeeuw	Middelste Jager	Watersnip
	Geoorde Fuut	Middelste Zaagbek	Wilde Eend
	Goudplevier	Nijlgans	Wintertaling
	Grauwe Gans	Nonnetje	Witgatje
	Groenpootruiter	Noordse Pijlstormvogel	Wulp
	Grote Burgemeester	Oeverloper	Zeekoet
	Grote Mantelmeeuw	Paarse Strandloper	Zilvermeeuw
	Grote Stern	Parelduiker	Zilverplevier
	Grote Zee-eend	Pontische Meeuw	Zomertaling
	Grutto	Pijlstaart	Zwarte Ruiter
	IJsduiker	Regenwulp	Zwarte Wouw
	IJseend	Roodkeelduiker	Zwarte Zee-eend
	Jan Van Gent	Rosse Franjepoot	Zwarte Zeekoet
	Kanoetstrandloper	Rosse Grutto	Zwarte Zwaan
	Kemphaan	Rotgans	Zwartkopmeeuw
	Kievit	Ruigpootbuizerd	Scholekster
Trekvogels	Vink	Kruisbek	Smient
	Fitis	Vuurgoudhaantje	Wulp
	Huismus	Blauwborst	Pijlstaart
	Roodborst	Rietgors	Blauwe Reiger
	Koolmees	Zwarte Roodstaart	Scholekster
	Tjiftjaf	Turkse Tortel	Tafeleend
	Veldleeuwerik	Tapuit	Slobeend
	Goudhaantje	Kauw	Bontbekplevier
	Winterkoning	Gierzwaluw	Slechtvalk
	Boompieper	Kleine Karekiet	Groenpootruiter
	Ringmus	Grote Lijster	Regenwulp
	Zwartkop	Oeverpieper	Eidereend
	Merel	Beflijster	Temmincks Strandloper
	Zanglijster	Houtsnip	Grauwe Gans
	Spreeuw	Ransuil	Kleine Strandloper
	Grauwe Vliegenvanger	Sperwer	Tureluur
	Boerenzwaluw	Torenvalk	Zwarte Zeeëend
	Witte Kwikstaart	Watersnip	Krombekstrandloper
	Huiszwaluw	Kievit	Paarse Strandloper

Soortgroep	Soort		
	Bonte Vliegenvanger	Pestvogel	Grote Zeeëend
	Heggemus	Frater	Steenloper
	Kneu	Wintertaling	Zwarte Ruiter
	Koperwiek	Bosruiter	Drieteenstrandloper
	Sijs	Goudplevier	Kleine Rietgans
	Keep	Meerkoet	Visarend
	Kramsvogel	Aalscholver	Middelste Zaagbek
	Goudvink	Velduil	Kanoetstrandloper
	Gele Kwikstaart	Oeverloper	Brandgans
	Houtduif	Zomertaling	Kleine Zwaan
	Gekraagde Roodstaart	Witgatje	Zilverplevier
	Barmsijs	Bonte Strandloper	Rosse Grutto
	Graspieper	Bruine Kiekendief	Rotgans
Vleermuizen	Gewone dwergvleermuis	Ruige dwergvleermuis	Rosse vleermuis
	Watervleermuis	Kleine dwergvleermuis	Meervleermuis
Planten	Glad biggenkruid		

5 LITERATUURLIJST

Ahlén, I., L. Bach, H.J. Baagoe & J. Pettersson, 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern scandinavia. Report 5571, Swedish environmental protection agency.

Aptroot, A., 2017. Florakartering van Neeltje Jans in 2016. Rapport Natuurmonumenten, 's-Graveland.

Arts F.A, R.C.W Strucker & S. Lilipaly, 2015. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2013/2014. Rapport Rijkswaterstaat – Centrale Informatievoorziening. Rapport BM 15.08.

Arts, F.A., S. Lilipaly, M.S.J. Hoekstein, K.D. van Straalen, P. A. Wolf en L. Wijnants, 2017a. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta in 2015/2016. Rapport Rijkswaterstaat – Centrale Informatievoorziening. Rapport BM 17.20.

Arts, F.A., S. Lilipaly, M.S.J. Hoekstein, K.D. van Straalen, P. A. Wolf en L. Wijnants, 2017b. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2016. Rapport Rijkswaterstaat – Centrale Informatievoorziening. Rapport BM 17.19.

Baptist, H., 2010. Natuureffect plaatsing windturbines Bouwdokken Neeltje Jans. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist.

Baptist, H., 2015. Windpark Bouwdokken Flora- en faunawet. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist.

Baptist, H., 2017. Vogelslachtofferonderzoek Roggenplaat, 2004-2016. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, in opdracht van E-Connection Project BV Bunnik, namens Windpark Roggenplaat. Rapport 2017-3, in prep., concept d.d. juni 2017.

Bergen, F. 2001. Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation. Ruhr Universität Bochum, Bochum.

Boonman, M., M. Japink, D.E.H. Wansink, 2015. Vleermuizen in de Eemshaven. Voorkomen en slachtofferrisico van vleermuizen in toekomstige windparken. Rapport 14-271. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Broekmeyer, M.E.A., E.P.A.G. Schouwenberg, M van der Veen, A.H. Prins & C.C. Vos, 2005. Effectenindicator Natura 2000-gebieden Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren. Alterra-rapport 1375, Alterra, Wageningen.

Buijs, R.J, 2015a. Ecologisch werkprotocol Flora- en faunawet en Natuurbeschermingswet windpark Bouwdokken. Projectnummer: 151015. Buijs Eco Consult BV. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J, 2015b. Notitie update vogelaantallen in kader van verlenging natuurbeschermingswet. Projectnummer 151003. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J, 2015c. Quickscan Natuurwaarden in kader van opwaardering Windpark Jacobahaven. Memonummer 002.2015, d.d. 17 november 2015. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R-J, 2015d. Notitie: Quickscan natuurwaarden opschaling Windpark Willem-Annapolder. Buijs Eco Consult BV. Projectnummer 151609. I.o.v. Zeeuwind.

Buijs, R.J., 2016. Monitoring Noordland en Strandje Topshuis (incl. natuurmaatregelen). Memonummer 160901-082, d.d. 6 september 2016. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J., 2017a. Monitoring Bouwdokken (incl. natuurmaatregelen). Memonummer 171503-051, d.d. 28 augustus 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J., 2017b. Belangrijkste vliegbewegingen Neeltje Jans. Memonummer 171011-001, d.d. 13 november 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J., 2017c. Broedvogels werkeiland Roggenplaat. Memonummer 171503-052, d.d. 28 augustus 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J., 2017d. Broedvogels Noordland, Vluchthaven en strand Topshuis, zuidelijke Mattenhaven. Memonummer 171503-053, d.d. 2 maart 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J., 2017e. Quickscan Natuurwaarden Werkeiland Roggenplaat-West. Memonummer 170303-030, d.d. 28 augustus 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie.

Buijs, R.J., & S.J.M.P. Halters (2017). Eerste resultaten vleermuisonderzoeken 2016-2017 OSK. Memonummer 171411-001. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie in opdracht van E-connection

Clausager, I. 1996. Impact of wind turbines on birds – an overview of European and American experience in Seminar Proceedings 26 March 1996. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon. ETSU for the Department of Trade and Industry.

E-Connection Project BV, 2010. Milieueffectrapport Windpark Bouwdokken. E-Connection Project BV, Bunnik.

E-Connection Project BV, 2018. Voorlopig Uitvoeringsplan OWO. P179 OWO / Januari 2018. E-Connection Project BV, Bunnik.

Everaert, J. 2008. Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapportnr. INBO.R.2008.44. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Haarsma, A.J. 2016. Omgaan met effecten van windturbines op vleermuizen. De Levende Natuur - januari 2016.

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.

Klop, E., A. Brenninkmeijer & E. van der Heijden, 2014. Ecologische beoordeling uitbreiding opgave windenergie provincie Groningen. A&W-rapport 2020. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Koolstra, B., E. Klop, H. Prinsen, A. Brenninkmeijer, M. ten Klooster, 2017. Groningse windparken, Cumulatie ecologie. Arcadis, Altenburg & Wymenga, Bureau Waardenburg, Pondera.

Krijgsveld, K.L., Kleyheeg-Hartman, J.C., Klop, E. & Brenninkmeijer, A., 2016. Stilstandsprogramma windturbines Eemshaven Mogelijkheden en consequenties. Bureau Waardenburg-rapportnr 16-100. Altenburg & Wymenga, Veenwouden en Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld K.L., Akershoek K., Schenk F., Dijk F. & Dirksen S. 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines. Ardea 97(3): 357–366.

Kruckenberg, H. & J. Jaene 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). Natur und Lanschaft 74(10): 420-427.

Lensink R. & R.G. Verbeek 2015. Windpark Bouwdokken en effecten op Natura 2000-gebieden; actualisatie van de Passende Beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Rapport. 15-064. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Mostert, K., L.A. Adriaanse, P.L. Meininger en P.M. Meire. (1990) Vogelconcentraties en vogelbewegingen in Zeeland, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Zeeland (ZL) Dienst Getijdewateren (DGW), en Rijksuniversiteit Gent (RU Gent) Laboratorium voor Oecologie der Dieren Middelburg : Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat (RWS)

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, J. de Jong & P.W. van Horssen, 2013. Populatieschattingen zeevogels in de zone tot 80 km uit de Nederlandse kust met een extrapolatie naar de gehele Nederlandse EEZ. Resultaten Distance sampling en Distance analysis vliegtuigtellingen Shortlist Masterplan ‘Wind op Zee’ mei 2010 – april 2011. Rapport 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Reijnen M.J.S.M., Veenbaas G. & Foppen R.B.P. 1992. Het voorspellen van het effect van snelverkeer op broedvogelpopulaties. Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat en DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.

Rijkswaterstaat, 2016: Natura 2000 Deltawateren. Oosterschelde. Beheerplan 2016-2022. Uitgevoerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta en Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid i.s.m. Royal HaskoningDHV, juni 2016.

Schaub, A., J. Ostwald & B.M. Siemers, 2008. Foraging bats avoid noise. Journal of Experimental Biology 211, pg. 3174-3180.

Steinborn, H., Reichenbach, M., Timmermann, H., 2011. Windkraft – Vögel – Lebensräum Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Eine Publikation der ARSU GmbH. Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH.

Strucker, R.C.W., M. S. J. Hoekstein en P.A. Wolf, 2013. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2012. RWS Centrale Informatievoorziening BM 13.18.

Vliet, F., Straalen, K.D. van, Kleyheeg-Hartman, J.C., 2015. Effecten op beschermde soorten van Windpark Noord-Beveland Onderzoek in het kader van de Flora- en faunawet. Rapportnummer 15-134. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Voigt, C.C., K. Schneeberger, S. L. Voigt-Heucke, D. Lewanzik 2011Rain increases the energy cost of bat flight. Biology Letters.

Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapport 1780. Alterra, Wageningen.

Websites:

www.synbiosys.alterra.nl

www.ndff.nl

www.sovon.nl

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: WETTELIJK KADER

Vogelrichtlijn

De Vogelrichtlijn (Richtlijn 79/409/EEG) richt zich op de bescherming van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten en in het bijzonder van de leefgebieden van bedreigde en kwetsbare vogelsoorten. De gebieden, die zijn aangewezen als speciale beschermingszone maken onderdeel uit van Natura 2000, het Europese initiatief van een duurzaam ecologisch netwerk van natuurgebieden in Europa. De richtlijn stelt nadere regels voor de bescherming, het beheer en de regulering van vogelsoorten.

Habitatrichtlijn

De Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG) richt zich op de instandhouding van natuurlijke habitats, habitats van soorten en de bescherming van plant- en diersoorten, met uitzondering van vogels. In bijlage I van de Habitatrichtlijn worden speciale beschermingszones aangewezen voor kwetsbare, bedreigde of zeldzame habitattypen. Bijlage II van de Habitatrichtlijn vermeldt de kwetsbare, bedreigde of zeldzame dier- en plantensoorten die beschermd moeten worden door speciale beschermingszones aan te wijzen.

Wet natuurbescherming

De beschermingsaspecten uit de Habitat- en Vogelrichtlijn zijn nationaal geïmplementeerd in de Wet natuurbescherming (hierna WNB genoemd). De wet maakt op het gebied van soortenbescherming onderscheid in 3 beschermingsregimes:

- Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn
- Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn
- Beschermingsregime andere soorten

Onderstaand zijn de meest relevante verbodsbepalingen per regime opgenomen:

<u>Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn</u>

Artikel 3.1 van de WNB zegt het volgende:

1. Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen.
2. Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
3. Het is verboden eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te rapen en deze onder zich te hebben.
4. Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen.
5. Het verbod, bedoeld in het vierde lid, is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

<u>Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn</u>

Artikel 3.5 van de WNB zegt het volgende:

1. Het is verboden in het wild levende dieren van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn, bijlage II bij het Verdrag van Bern of bijlage I bij het Verdrag van Bonn, in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen.
2. Het is verboden dieren als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te verstoren.
3. Het is verboden eieren van dieren als bedoeld in het eerste lid in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.

4. Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in het eerste lid te beschadigen of te vernielen.

5. Het is verboden planten van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of bijlage I bij het Verdrag van Bern, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Beschermingsregime andere soorten

Artikel 3.10 van de WNB zegt het volgende:

1. Onverminderd artikel 3.5, eerste, vierde en vijfde lid, is het verboden:

   a. in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel A, bij deze wet, opzettelijk te doden of te vangen;

   b. de vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in onderdeel a opzettelijk te beschadigen of te vernielen, of

   c. vaatplanten van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij deze wet, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Ontheffing

Gedeputeerde staten kunnen ontheffing verlenen van één of meer van de bovengenoemde verboden. Dit kan echter uitsluitend indien aan strikte voorwaarden wordt voldaan. Onderstaand zijn deze per beschermingsregime opgenomen.

Soorten Vogelrichtlijn

Een ontheffing of een vrijstelling wordt uitsluitend verleend, indien is voldaan aan elk van de volgende voorwaarden:

a. er bestaat geen andere bevredigende oplossing;

b. zij is nodig:

   1°. in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid;

   2°. in het belang van de veiligheid van het luchtverkeer;

   3°. ter voorkoming van belangrijke schade aan gewassen, vee, bossen, visserij of wateren;

   4°. ter bescherming van flora of fauna;

   5°. voor onderzoek of onderwijs, het uitzetten of herinvoeren van soorten, of voor de daarmee samenhangende teelt, of

   6°. om het vangen, het onder zich hebben of elke andere wijze van verstandig gebruik van bepaalde vogels in kleine hoeveelheden selectief en onder strikt gecontroleerde omstandigheden toe te staan;

c. de maatregelen leiden niet tot verslechtering van de staat van instandhouding van de desbetreffende soort.

Soorten Habitatrichtlijn

Een ontheffing of een vrijstelling wordt uitsluitend verleend, indien is voldaan aan elk van de volgende voorwaarden:

a. er bestaat geen andere bevredigende oplossing;

b. zij is nodig:

1°. in het belang van de bescherming van de wilde flora of fauna, of in het belang van de instandhouding van de natuurlijke habitats;

2°. ter voorkoming van ernstige schade aan met name de gewassen, veehouderijen, bossen, visgronden, wateren of andere vormen van eigendom;

3°. in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten;

4°. voor onderzoek en onderwijs, repopulatie of herintroductie van deze soorten, of voor de daartoe benodigde kweek, met inbegrip van de kunstmatige vermeerdering van planten, of

5°. om het onder strikt gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken op selectieve wijze en binnen bepaalde grenzen een beperkt, bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde dieren van de aangewezen soort te vangen of onder zich te hebben, onderscheidenlijk een beperkt bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde planten van de aangewezen soort te plukken of onder zich te hebben;

c. er wordt geen afbreuk gedaan aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan.

Andere soorten

Voor deze soorten geldt hetzelfde als voor de soorten van de Habitatrichtlijn (zoals boven omschreven). Daarnaast geldt in aanvulling op onderdeel b dat de vrijstelling of ontheffing ook verband kan houden met handelingen:

a. in het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden, daaronder begrepen het daarop volgende gebruik van het ingerichte of ontwikkelde gebied;

b. ter voorkoming van schade of overlast, met inbegrip van schade aan sportvelden, schietterreinen, industrieterreinen, kazernes, of begraafplaatsen;

c. ter beperking van de omvang van de populatie van dieren, in verband met door deze dieren ter plaatse en in het omringende gebied veelvuldig veroorzaakte schade of in verband met de maximale draagkracht van het gebied waarin de dieren zich bevinden;

d. ter voorkoming of bestrijding van onnodig lijden van zieke of gebrekkige dieren;

e. in het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw;

f. in het kader van bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer;

g. in het kader van bestendig beheer of onderhoud van de landschappelijke kwaliteiten van een bepaald gebied, of

h. in het algemeen belang.

Rode Lijst soorten

Voor de soortengroepen planten, vogels, amfibieën en reptielen, zoogdieren, zoetwatervissen, dagvlinders, libellen, sprinkhanen, korstmossen en paddenstoelen zijn lijsten vastgesteld met daarop vermeld de met uitsterven bedreigde en kwetsbare soorten, de zogenaamde Rode Lijsten. Deze zijn per soortgroep gepubliceerd in de Staatscourant.

Echter, op dit moment heeft plaatsing op de Rode Lijst geen juridische beschermde status. Voor Rode Lijstsoorten geldt zodoende geen ontheffingsplicht, tenzij de soort ook onder één van de beschermingsregimes van de Wet natuurbescherming valt. In de uit te voeren werkzaamheden wordt met de algemeen geldende zorgplicht voor planten- en dieren -voor zover dat mag worden verwacht- rekening gehouden. Op iedere burger rust de zorgplicht om binnen vermogen deze soorten te beschermen en te behouden.

BIJLAGE 2: INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN PER NATURA 2000-GEBIED

De instandhoudingsdoelstellingen voor de verschillende kwalificerende natuurwaarden zijn als volgt weergegeven:

- Habitattypen: 1e symbool oppervlakte en 2e symbool kwaliteit, = is behoud, > is toename/verbetering, =(<) is afname geoorloofd ten gunste van kwetsbaardere gebieden.

- Habitatsoorten: 1e symbool oppervlakte leefgebied/biotoop, 2e symbool kwaliteit leefgebied/biotoop en 3e symbool populatie, = is behoud, > is toename/verbetering/uitbreiding.

- Broedvogels: behoud van omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht van een populatie van het aangegeven aantal broedparen.

- Niet-broedvogels: behoud van omvang en kwaliteit van leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld het aangegeven aantal vogels. Het gaat hier om het seizoensgemiddelde. Als er geen getal is gegeven, maar == dan alleen behoud van omvang en kwaliteit leefgebied. * voor kwalificerende natuurwaarde of soort betekent dat deze prioritair is.

Kwalificerende natuurwaarde/soort	Voordelta	Oosterschelde	Kop van Schouwen
Habitattypen			
H1110A - Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	=/=		
H1110B - Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone)	=/=		
H1140A - Slik- en zandplaten (getijdengebied)	=/=		
H1140B - Slik- en zandplaten (Noordzee-kustzone)	=/=		
H1310B - Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	=/=		
H1160 - Grote baaien		=/>	
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	=/=	>/=	
H1320 - Slijkgrasvelden	=/=	=/=	
H1330A - Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	=/=	=/=	
H1330B - Schorren en zilte graslanden (binnendijks)		>/=	
H7140B - Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)		>/>	
H2110 - Embryonale duinen	=/=		=/=
H2120 - Witte duinen			=/>
H2130A - *Grijze duinen (kalkrijk)			>/>
H2130B - *Grijze duinen (kalkarm)			>/>
H2130C - *Grijze duinen (heischraal)			>/>
H2150 - *Duinheiden met struikhei			=/=
H2160 - Duindoornstruwelen			=(<)/=
H2170 - Kruipwilgstruwelen			=(<)/=
H2180A - Duinbossen (droog)			=(<)/=
H2180B - Duinbossen (vochtig)			=(<)/>
H2180C - Duinbossen (binnenduinrand)			=(<)/=
H2190A - Vochtige duinvalleien (open water)			>/>
H2190B - Vochtige duinvalleien (kalkrijk)			>/>
H2190C - Vochtige duinvalleien (ontkalkt)			>/>
H2190D - Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)			=/=
H6410 - Blauwgraslanden			=/=

Kwalificerende natuurwaarde/soort	Voordelta	Oosterschelde	Kop van Schouwen
Habitatsoorten			
H1095 - Zeeprik	=/=/>		
H1099 - Rivierprik	=/=/>		
H1102 - Elft	=/=/>		
H1103 - Fint	=/=/>		
H1364 - Grijze zeehond	=/=/=		
H1365 - Gewone zeehond	=/=/>	=/>/>	
H1340 - *Noordse woelmuis		>/=/>	=/>/=
H1014 - Nauwe korfslak			=/=/=
H1903 - Groenknolorchis			>/>/>
Vogelrichtlijn - Broedvogels			
A081 - Bruine Kiekendief		19	
A132 - Kluut		2000	
A137 - Bontbekplevier		100	
A138 - Strandplevier		220	
A191 - Grote stern		4000	
A193 - Visdief		6500	
A194 - Noordse Stern		20	
A195 - Dwergstern		300	
Vogelrichtlijn - Niet-broedvogels			
A001 - Roodkeelduiker	==		
A005 - Fuut	280	370	
A007 - Kuifduiker	6	8	
A017 - Aalscholver	480	360	
A034 - Lepelaar	10	30	
A043 - Grauwe Gans	70	2300	
A048 - Bergeend	360	2900	
A050 - Smient	380	12000	
A051 - Krakeend	90	130	
A052 - Wintertaling	210	1000	
A054 - Pijlstaart	250	730	
A056 - Slobeend	90	940	
A062 - Toppereend	80		
A063 - Eider	2500		
A065 - Zwarte zee-eend	9700		
A067 - Brilduiker	330	680	
A069 - Middelste Zaagbek	120	350	
A130 - Scholekster	2500	24000	
A132 - Kluut	150	510	
A137 - Bontbekplevier	70	280	
A141 - Zilverplevier	210	4400	
A144 - Drieteenstrandloper	350	260	
A149 - Bonte strandloper	620	14100	

Kwalificerende natuurwaarde/soort	Voordelta	Oosterschelde	Kop van Schouwen
A157 - Rosse grutto	190	4200	
A160 - Wulp	980	6400	
A162 - Tureluur	460	1600	
A169 - Steenloper	70	580	
A177 - Dwergmeeuw	==		
A191 - Grote stern	==		
A193 - Visdief	==		
A004 - Dodaars		80	
A026 - Kleine Zilverreiger		20	
A037 - Kleine Zwaan		==	
A045 - Brandgans		3100	
A046 - Rotgans		6300	
A053 - Wilde eend		5500	
A103 - Slechtvalk		10	
A125 - Meerkoet		1100	
A138 - Strandplevier		50	
A140 - Goudplevier		2000	
A142 - Kievit		4500	
A143 - Kanoet		7700	
A161 - Zwarte ruiter		310	
A164 - Groenpootruiter		150	

BIJLAGE 3: VERSPREIDINGSGEGEVENS OOSTERSCHELDEKERING NDFF EN RWS

Verspreidingsgegevens NDFF

Aantal van orig_aant	Kolomlabels				
Rijlabels	**broedpaar**	**levend exemplaar**	**nest**	**Vers gesleept nestmateriaal**	**Eindtotaal**
Aalscholver	2				2
Bergeend			1		1
Bontbekplevier		9	1		10
Bosrietzanger		1			1
Braamsluiper		40			40
Cetti's Zanger		19			19
Dodaars		2			2
Dwergstern		4	3		7
Eider		5			5
Ekster		1	1		2
Fitis		98			98
Fuut				1	1
Goudvink		1			1
Grasmus		89			89
Graspieper		15			15
Grauwe Gans		1			1
Groenling		2			2
Grote Lijster		1			1
Heggenmus		43			43
Holenduif		7			7
Houtduif		3			3
Kauw		2		2	4
Kievit			1		1
Kleine Karekiet		2			2
Kleine Mantelmeeuw		2			2
Kluut		1			1
Kneu		18			18
Knobbelzwaan			3		3
Koekoek		3			3
Kokmeeuw		1			1
Koolmees		13			13
Kuifaalscholver		1			1
Kuifeend			1		1
Merel		2			2
Middelste Zaagbek		4			4
Nachtegaal		216			216
Orpheusspotvogel		21			21
Putter		2			2
Roodborst		5			5

Roodborsttapuit		5			5
Scholekster		30	3		33
Spotvogel		8			8
Spreeuw		1			1
Sprinkhaanzanger		35			35
Stormmeeuw			2		2
Tapuit		3			3
Tjiftjaf		22			22
Tuinfluiter		12			12
Turkse Tortel		1			1
Veldleeuwerik		1			1
Vink		1			1
Visdief		3	2		5
Wilde Eend		1			1
Winterkoning		29			29
Zanglijster		1			1
Zilvermeeuw		7			7
Zomertortel		6			6
Zwartkop		13			13
Eindtotaal	**2**	**813**	**18**	**3**	**836**

Aantal van orig_aant	**Kolomlabels**		
Rijlabels	**levend exemplaar**	**vers dood gevonden**	**Eindtotaal**
Bruinvis	44	38	82

Aantal van orig_aant	**Kolomlabels**				
Rijlabels	**dood exemplaar**	**levend exemplaar**	**onbekend**	**vers dood gevonden**	**Eindtotaal**
Bergnachtorchis		2			2
Bokkenorchis		2			2
Bunzing	22	14		4	40
Egel		2			2
Gewone pad		1			1
Gewone zeehond		516		13	529
Glad biggenkruid		37			37
Grijze zeehond		136		11	147
Haas		12			12
Kleine watersalamander		1			1
Konijn	3	126	1	3	133
Ree	1	2			3
Trosgamander		74			74
Vos		1		1	2
Wezel		2			2
Eindtotaal	**26**	**928**	**1**	**32**	**987**

Telgegevens Rijkswaterstaat Broedvogels en Niet-broedvogels; ongepubliceerde gegevens

Kustbroedvogels Oosterschelde, periode 2012-2016, Roggenplaat en Neeltje Jans

Soort	kwalificerend
Bontbekplevier	x
Dwergstern	x
Kleine Mantelmeeuw	
Kleine Plevier	
Kokmeeuw	
Stormmeeuw	
Visdief	x
Zilvermeeuw	

Waargenomen Niet-Broedvogels Oosterschelde, periode 2011-2015, telvak OS131, OS132, OS870.

Soort	Kwalificerend	Soort	Kwalificerend	Soort	Kwalificerend
Aalscholver	x	Kleine Plevier		Scholekster	x
Bergeend	x	Kleine Strandloper		Slechtvalk	x
Blauwe Kiekendief		Kleine Zilverreiger	x	Slobeend	x
Blauwe Reiger		Kluut	x	Smient	x
Bontbekplevier	x	Knobbelzwaan		Sneeuwgans	
Bonte Strandloper	x	Kokmeeuw		Sperwer	
Brandgans	x	Krakeend	x	Steenloper	x
Brilduiker	x	Krombekstrandloper		Stormmeeuw	
Bruine Kiekendief		Krooneend		Strandplevier	x
Buizerd		Kuifaalscholver		Tafeleend	
Dodaars	x	Kuifduiker	x	Temmincks Strandloper	
Drieteenstrandloper	x	Kuifeend		Torenvalk	
Eidereend	x	Lepelaar	x	Tureluur	x
Fuut	x	Meerkoet		Waterhoen	
Geoorde Fuut		Middelste Jager		Waterral	
Goudplevier	x	Middelste Zaagbek	x	Watersnip	
Grauwe Gans	x	Nijlgans		Wilde Eend	x
Groenpootruiter	x	Nonnetje		Wintertaling	x
Grote Mantelmeeuw		Noordse Pijlstormvogel		Witgatje	
Grote Stern		Oeverloper		Wulp	x
Grote Zee-eend		Paarse Strandloper		Zeekoet	
Grutto		Pijlstaart	x	Zilvermeeuw	

Soort	Kwalificerend	Soort	Kwalificerend	Soort	Kwalificerend
Kanoetstrandloper	x	Regenwulp		Zilverplevier	x
Kemphaan		Rosse Grutto	x	Zomertaling	
Kievit	x	Rotgans	x	Zwarte Ruiter	x
Kleine Mantelmeeuw		Ruigpootbuizerd		Zwarte Zee-eend	

Waargenomen Niet-Broedvogels Voordelta, periode 2011-2015, telvak VD421, VD430.

Soort	Kwalificerend	Soort	Kwalificerend	Soort	Kwalificerend
Aalscholver	x	Kievit		Scholekster	x
Bergeend	x	Kleine Burgemeester		Slechtvalk	
Blauwe Reiger		Kleine Jager		Slobeend	x
Bontbekplevier	x	Kleine Mantelmeeuw		Smelleken	
Bonte Kraai		Kleine Strandloper		Smient	x
Bonte Strandloper	x	Kleine Zilverreiger		Sperwer	
Brilduiker	x	Knobbelzwaan		Steenloper	x
Bruine Kiekendief		Kokmeeuw		Stormmeeuw	
Buizerd		Krakeend		Strandplevier	x
Dodaars	x	Kuifaalscholver		Toendrarietgans	
Drieteenmeeuw		Kuifduiker		Toppereend	
Drieteenstrandloper	x	Middelste Jager		Torenvalk	
Dwergmeeuw		Middelste Zaagbek	x	Tureluur	x
Eidereend	x	Nijlgans		Wilde Eend	x
Fuut	x	Oeverloper		Wintertaling	
Geelpootmeeuw		Paarse Strandloper		Wulp	x
Geoorde Fuut		Parelduiker		Zeekoet	
Grauwe Gans	x	Pontische Meeuw		Zilvermeeuw	
Grote Burgemeester		Regenwulp		Zilverplevier	x
Grote Mantelmeeuw		Roodkeelduiker		Zomertaling	
Grote Zee-eend		Rosse Franjepoot		Zwarte Wouw	
IJsduiker		Rosse Grutto	x	Zwarte Zee-eend	x
IJseend		Rotgans	x	Zwarte Zeekoet	
Jan Van Gent		Ruigpootbuizerd		Zwartkopmeeuw	
Kanoetstrandloper					

BIJLAGE 4: VERSPREIDINGSKAARTEN BESCHERMDE SOORTEN

Flora:

Glad Biggenkruid (Aptroot, 2016)

Bergnachtorchis (NDFF)

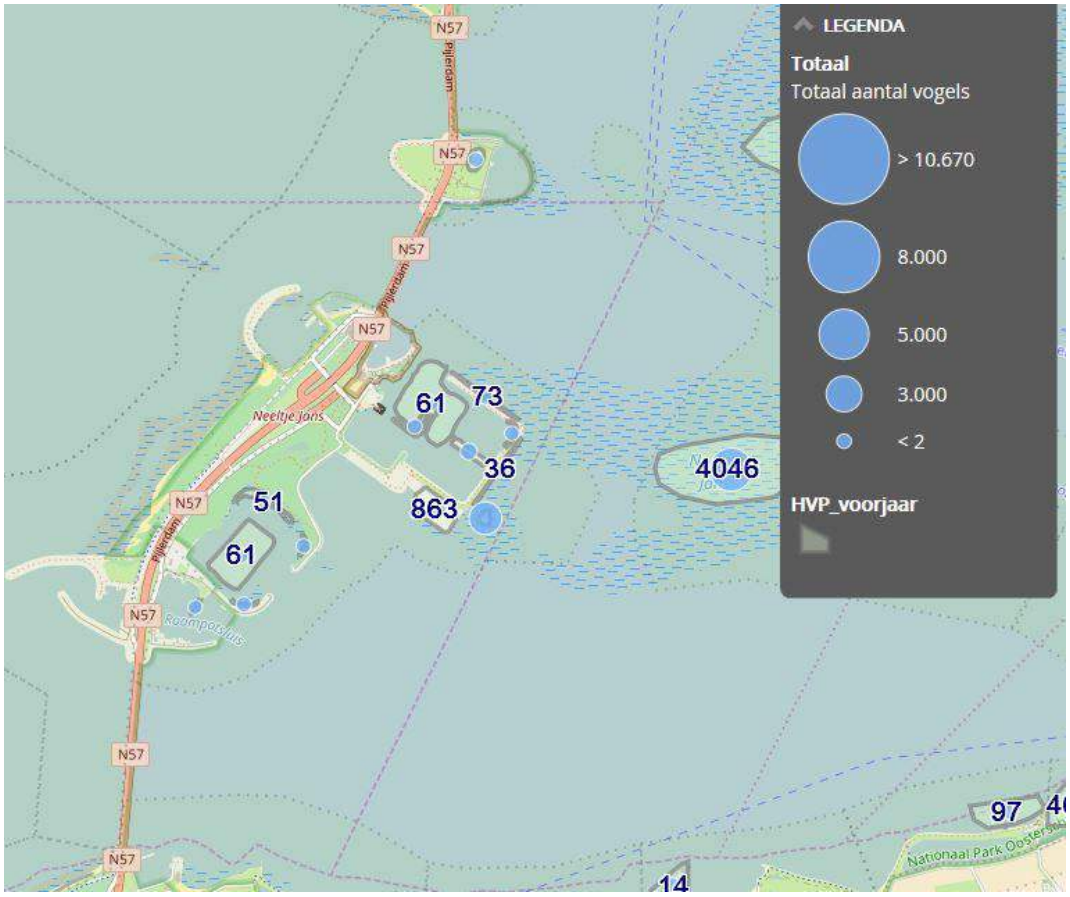
BIJLAGE 5: HOOGWATERVLUCHTPLAATSEN OOSTERSCHELDEZIJDE PER SEIZOEN

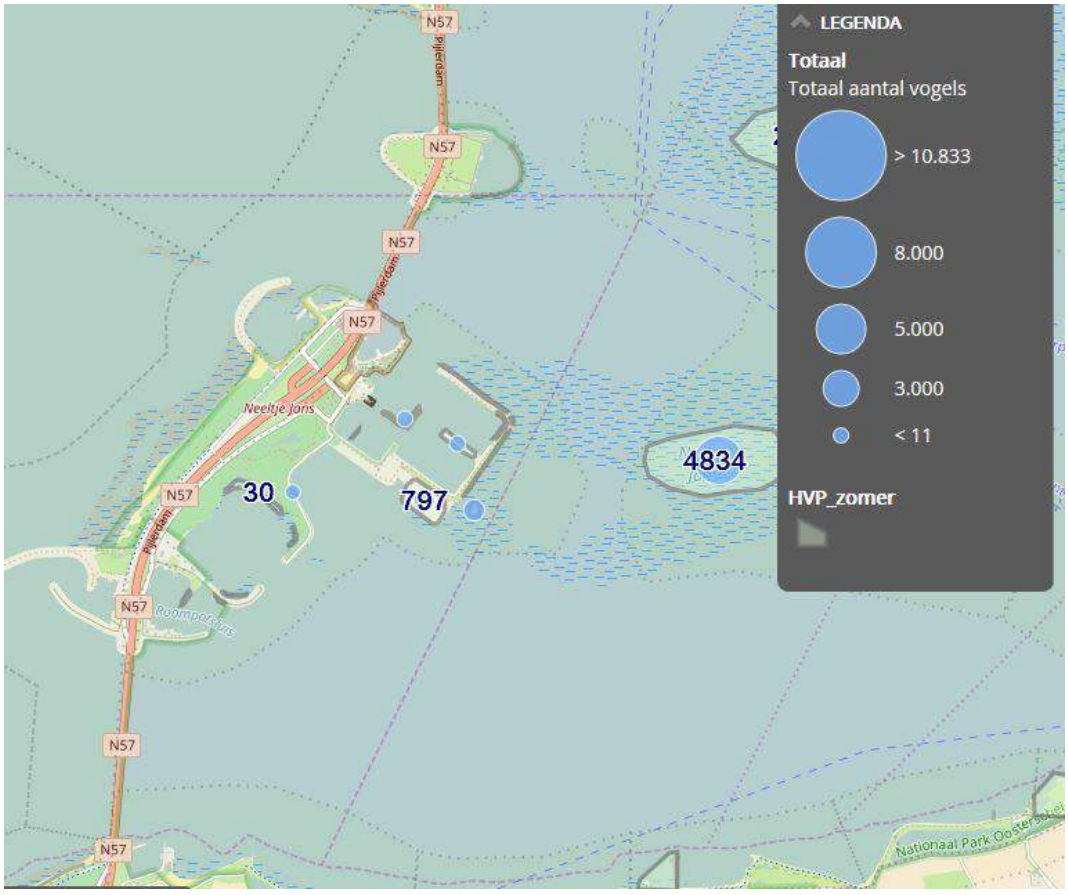
hvp-kaarten Oosterschelde:
Op basis van de vogeltellingen en de veldkennis van de tellers is het gebruik van de HVP's gekwantificeerd voor de belangrijkste vogelsoorten. Per HVP wordt per seizoen getoond het gemiddeld seizoensmaximum in de teljaren 2010-2015. Omdat dezelfde vogels vaak gebruik maken van meerdere HVP's (bijv. een strekdam en een dijkglooiing) kunnen diverse rondjes betrekking hebben op dezelfde vogels. Per gebied wordt dus met name de potentie als HVP getoond. De getallen van de diverse gebieden mogen dus ook niet worden opgeteld!

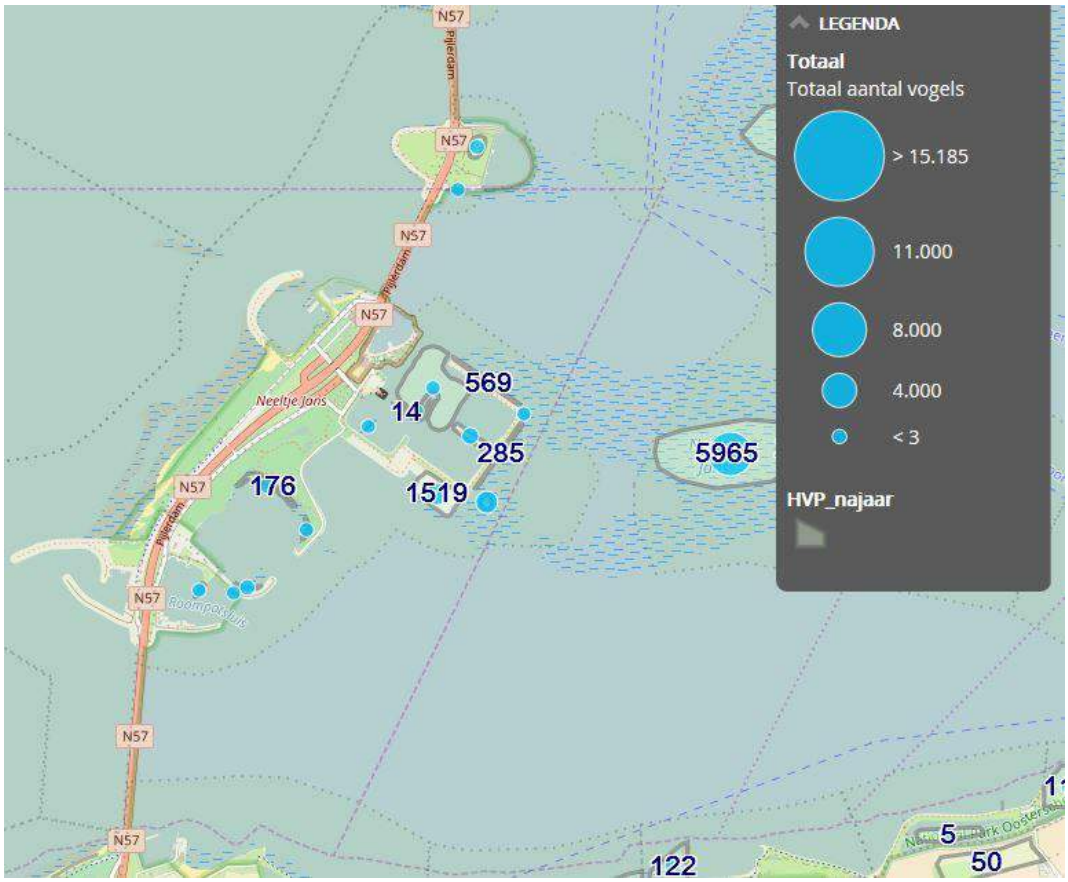
Grenswaarden
Relatief kleine HVP's zijn niet opgenomen. De volgende grenswaarden zijn gehanteerd:

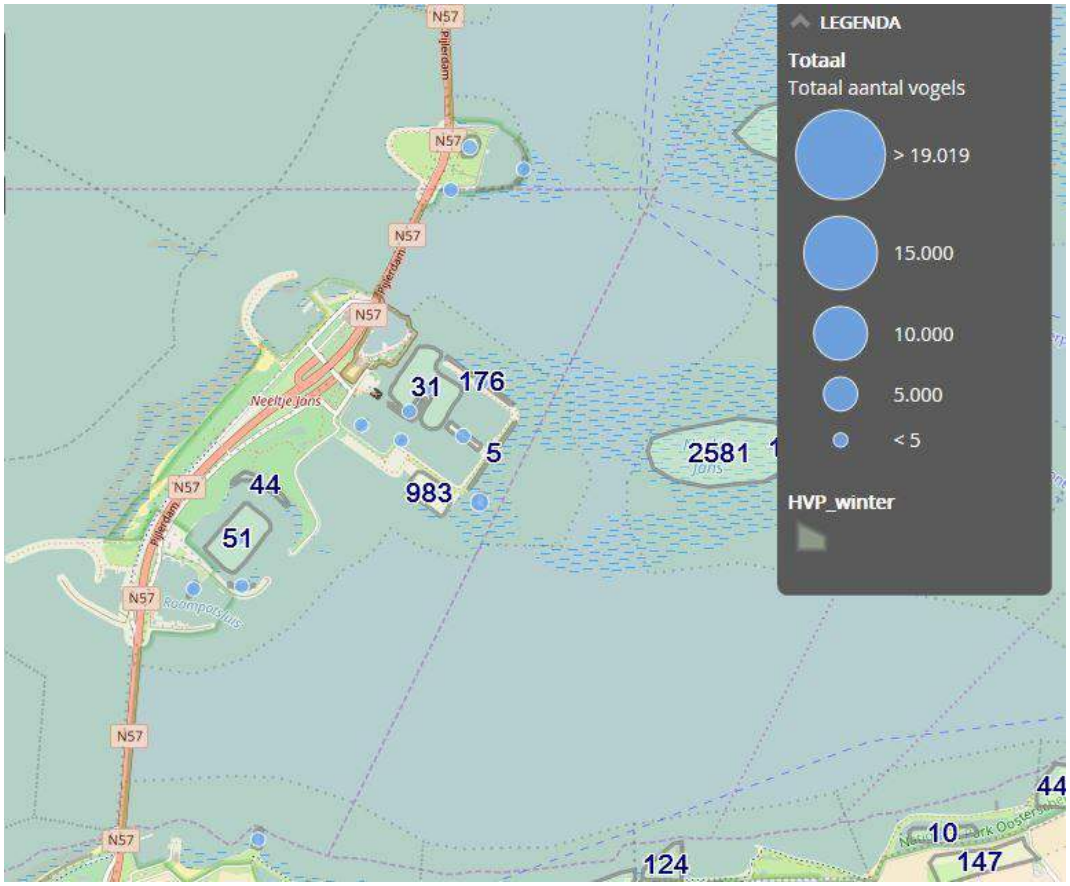
- >1 Strandplevier.
- >5 Groenpootruiter, Zwarte Ruiter.
- >10 Bontbekplevier, Grutto, Kluut, Steenloper, Tureluur.
- >20 Bergeend, Drieteenstrandloper, Kanoet, Rosse Grutto, Rotgans, Zilverplevier.
- >50 Bonte Strandloper, Scholekster, Wulp.

Om per gebied een beeld te krijgen van de functie als HVP zijn ook de aantallen van alle soorten die gebruik maken van een HVP opgeteld.




LEGENDA
Totaal
Totaal aantal vogels
> 10.833
8.000
5.000
3.000
< 11
HVP_zomer
4834
30
797
N57
Pijlerdam
Neeltje Jans
Roompot Jns
Nationaal Park Oosterschelde


LEGENDA
Totaal
Totaal aantal vogels
> 15.185
11.000
8.000
4.000
< 3
HVP_najaar
569
14
285
1519
176
5965
122
5
50
N57
Pijlerdam
Neeltje Jans
Roompot Jns
Nationaal Park Oosterschelde


LEGENDA
Totaal
Totaal aantal vogels
> 19.019
15.000
10.000
5.000
< 5
HVP_winter
N57
Neeltje Jans
Roompotsluis
31
176
5
983
44
51
2581
124
10
147
44

BIJLAGE 6: VERSTORINGSAFSTAND BROEDVOGELS

Verstoringsafstanden tot windturbines voor meest voorkomende broedvogels en niet-broedvogels op werkeiland Neeltje Jans. Afstanden komen uit een literatuurstudie van Winkelman *et al.* (2008).

Soort	Broedvogel - Verstoringsafstand (m) (Winkelman *et al.* 2008)	Niet-broedvogel – Verstoringsafstand (m) (Winkelman *et al.* 2008)
Aalscholver	-	25-50
Lepelaar	-	200-250
Wilde Eend	Gem. 130	100-500 Gem. 161
Krakeend	-	150-300
Bontbekplevier	>40	
Strandplevier	<50-200	<10
Scholekster	0-100 Gem. 85	
Visdief	>30	
Zilvermeeuw	<50-100	
Kleine Mantelmeeuw	<50-100	
Graspieper	0-<50 Gem. 41	
Witte Kwikstaart	Gem. 72	
Winterkoning	<50 Gem. 90	
Nachtegaal	<100	
Merel	Gem. 82	
Grasmus	Gem. 79	
Tuinfluiter	Gem. 72	
Tjiftjaf	<50 Gem 42	
Fitis	<50 Gem 42	
Ekster	<50	

BIJLAGE 7: LOGISTIEK PLAN KRAANOPSTELPLAATSEN, BOUWDEPOTS EN BOUWWEGEN

Noordland Buiten + Binnenhaven
Kraanopstelplaatsen en bouwdepots
NB1
NB2
NB3
NB4
BH1
BH2
BH3
BH4
100 0 100 200 300 400 m

NJ + PV
Kraanopstelplaats circa 150 x 20m
NJ1
NJ2
NJ3
NJ4
PV1
PV2
100 0 100 200 300 400 m

RP
Kraanopstelplaatsen en bouwdepots
RPW1
RPW2
RP1
RP2
RP3
RP4

BIJLAGE 8: RAPPORT AERIUS-BEREKENING VOOR AANLEGFASE WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING

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 Windpark Oosterscheldekering

- 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
E-Connection	Dijkgraaf A.M. Gelukweg, 4354 RB Vrouwenpolder

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
Optimalisatie Windenergie OSK	RzsD8yHuDXoC

Datum berekening	Rekenjaar	Rekeninstellingen
04 december 2017, 15:22	2017	Berekend voor Wnb.

Tijdelijk project, startjaar	Duur in jaren
2017	1

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	4.738,17 kg/j
NH3	-

Resultaten

Hectare met hoogste bijdrage (mol/ha/j)

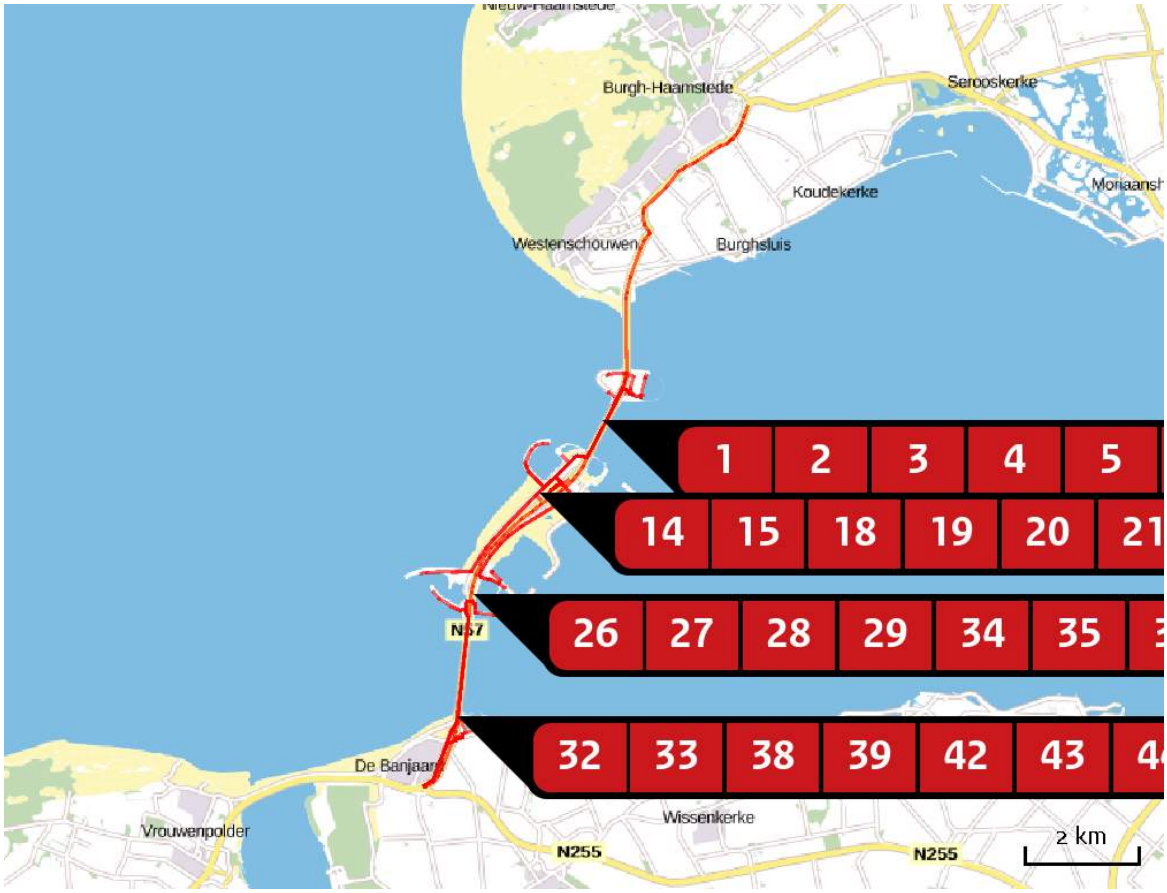
Natuurgebied	Bijdrage
Oosterschelde	0,06 (-)

Toelichting

Aerius berekening t.b.v. Optimalisatie Windenergie OSK

Locatie

Windpark Oosterscheldekering



Emissie

Windpark Oosterscheldekering

	Bron Sector	Emissie NH3	Emissie NOx
1	RPW1 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
2	RP2 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
3	RP2 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	6,67 kg/j
4	N57 Extra vrachtverkeer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	139,66 kg/j
5	RPW1 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	4,39 kg/j
6	RP3 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
7	RP4 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
8	RPW2 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
9	RP1 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
10	RPW2 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	3,94 kg/j
11	RP1 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	5,93 kg/j
12	RP3 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	6,81 kg/j
13	RP4 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	6,38 kg/j
14	NJ1 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
15	NJ2 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
16	NJ3 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
17	NJ4 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
18	NJ1 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	3,41 kg/j
19	NJ2 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	3,85 kg/j

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
20	NJ3 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	4,75 kg/j
21	NJ4 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	3,41 kg/j
22	PV1 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
23	PV2 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
24	PV1 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	2,31 kg/j
25	PV2 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	2,79 kg/j
26	NB1 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
27	NB2 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
28	NB3 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
29	NB4 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
30	NB1 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	7,26 kg/j
31	NB2 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	6,57 kg/j
32	NB4 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	7,84 kg/j

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
33	NB3 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	7,26 kg/j
34	BH1 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
35	BH2 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
36	BH3 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
37	BH4 Nieuwbouw Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	159,46 kg/j
38	BH1 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	4,86 kg/j
39	BH2 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	5,25 kg/j
40	BH3 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	4,71 kg/j
41	BH4 Nieuwb. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	4,86 kg/j
42	JH1 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
43	JH2 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
44	JH3 Repowering Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	201,06 kg/j
45	JH1 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	4,29 kg/j

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
46	JH2 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	4,60 kg/j
47	JH3 Repow. Aan- en Afvoer Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	3,71 kg/j
48	Uitbreiding dijk BH2 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	88,20 kg/j
49	Afgraven dijk BH3 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	14,70 kg/j
50	Uitbreiding dijk BH1 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	-	88,20 kg/j

Resultaten PAS-gebieden (mol/ha/j)

Natuurgebied	Hoogste bijdrage *
Oosterschelde	0,06 (-)

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting tussen haakjes aangegeven.

Resultaten per habitattype (mol/ha/j)

Oosterschelde

Habitattype	Hoogste bijdrage *
H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	0,06 (-)

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting tussen haakjes aangegeven.

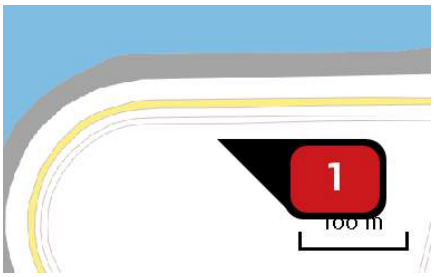
Resultaten resterende gebieden (mol/ha/j)

Natuurgebied	Hoogste bijdrage *
Voordelta	0,06 (-)

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting tussen haakjes aangegeven.

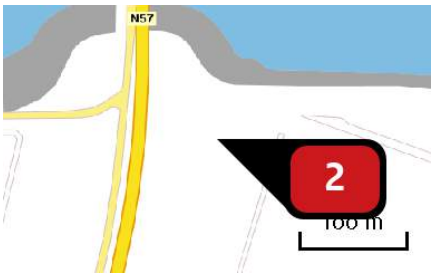
Emissie (per bron)

Windpark Oosterscheldekering



Naam: RPW1 Nieuwbouw
Locatie (X,Y): 39515, 408623
NOx: 159,46 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j



Naam	RP2 Repowering
Locatie (X,Y)	39923, 408636
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j

Naam RP2 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 39337, 407533
NOx 6,67 kg/j

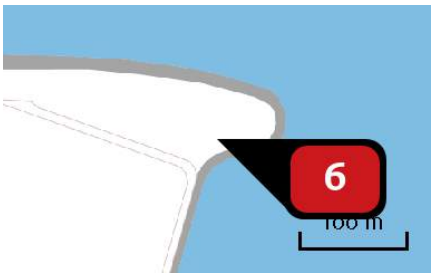
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer Betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,62 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,27 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

Naam N57 Extra vrachtverkeer
Locatie (X,Y) 39273, 407392
NOx 139,66 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	N57 Extra vrachtverkeer		4,0	4,0	0,0	NOx	139,66 kg/j

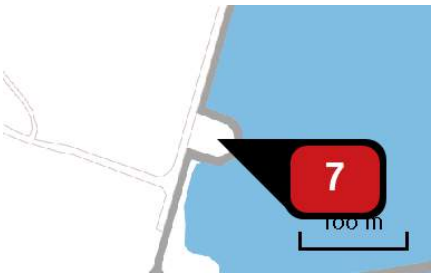
Naam	RPW1 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y)	39337, 407532
NOx	4,39 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,62 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



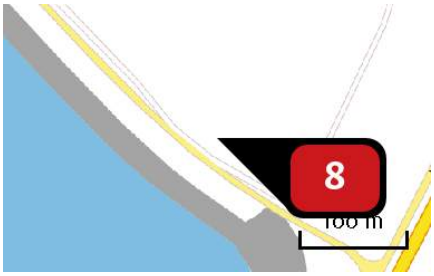
Naam	RP3 Repowering
Locatie (X,Y)	40213, 408621
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



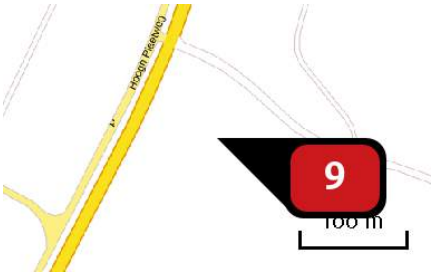
Naam	RP4 Repowering
Locatie (X,Y)	40134, 408282
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



Naam	RPW2 Nieuwbouw
Locatie (X,Y)	39537, 408340
NOx	159,46 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j



Naam	RP1 Repowering
Locatie (X,Y)	39834, 408297
NOx	201,06 kg/j

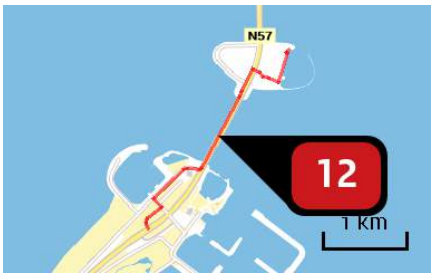
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j

Naam RPW2 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 39197, 407267
NOx 3,94 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,32 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

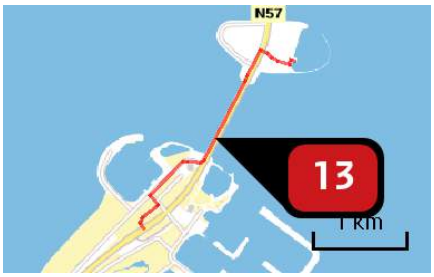
Naam RP1 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 39233, 407333
NOx 5,93 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,37 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,91 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



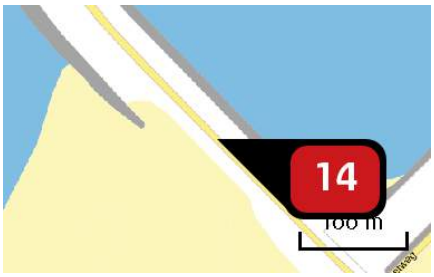
Naam RP3 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 39370, 407594
NOx 6,81 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,67 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,34 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



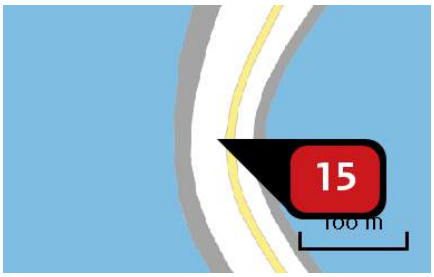
Naam RP4 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 39296, 407453
NOx 6,38 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,52 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,13 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



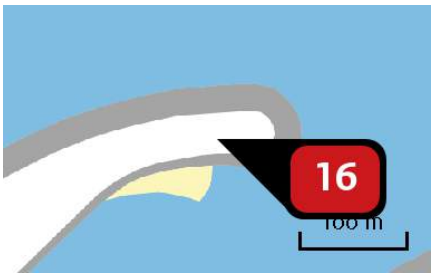
Naam	NJ1 Repowering
Locatie (X,Y)	38254, 406802
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



Naam	NJ2 Repowering
Locatie (X,Y)	38058, 407073
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



Naam	NJ3 Repowering
Locatie (X,Y)	38441, 407439
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j

Naam	NJ4 Repowering
Locatie (X,Y)	38709, 407201
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j

Naam NJ1 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38600, 406845
NOx 3,41 kg/j

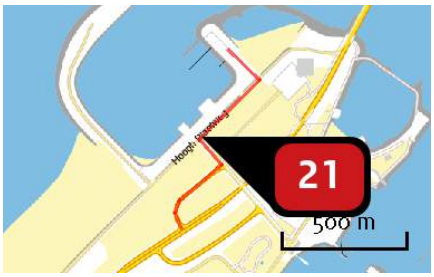
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

Naam NJ2 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38480, 406731
NOx 3,85 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

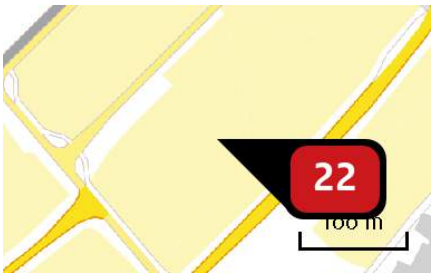
Naam NJ3 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38275, 406776
NOx 4,75 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,35 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



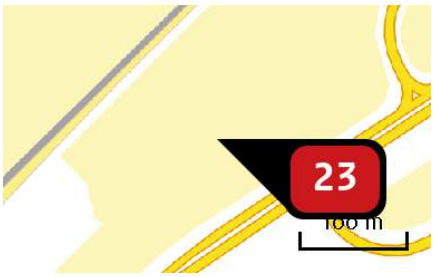
Naam NJ4 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38601, 406853
NOx 3,41 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



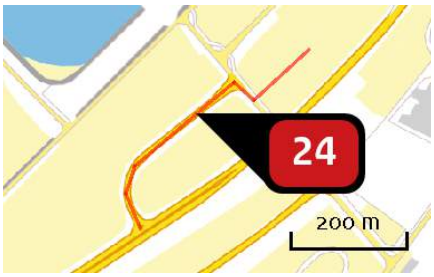
Naam	PV1 Nieuwbouw
Locatie (X,Y)	38803, 406796
NOx	159,46 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j



Naam	PV2 Nieuwbouw
Locatie (X,Y)	38338, 406449
NOx	159,46 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j

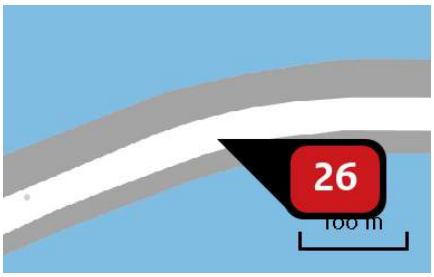


Naam PV1 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38618, 406682
NOx 2,31 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

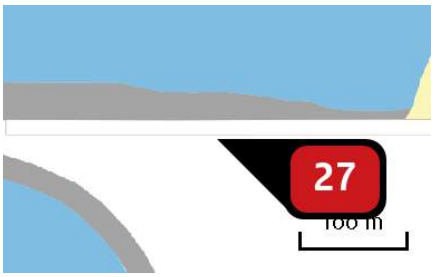
Naam PV2 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38558, 406810
NOx 2,79 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



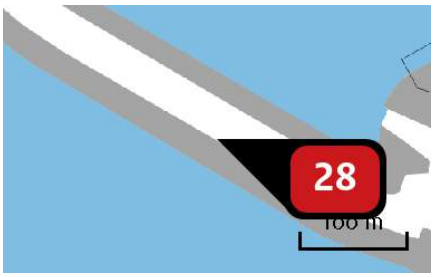
Naam	NB1 Repowering
Locatie (X,Y)	36219, 405143
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



Naam	NB2 Repowering
Locatie (X,Y)	36771, 405164
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



Naam	NB3 Repowering
Locatie (X,Y)	36745, 404561
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j

Naam	NB4 Repowering
Locatie (X,Y)	36441, 404816
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j

Naam NB1 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 37665, 405905
NOx 7,26 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,82 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,55 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

Naam NB2 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 37854, 406106
NOx 6,57 kg/j

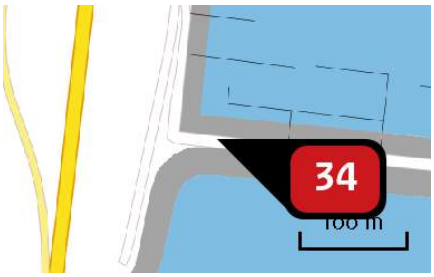
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,57 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,20 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

Naam NB4 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 36930, 403202
NOx 7,84 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,05 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,02 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,83 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

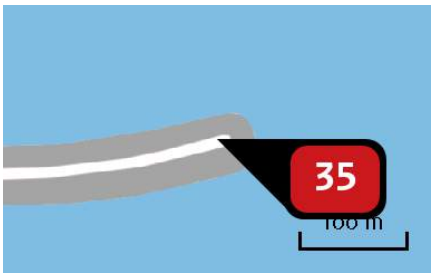
Naam NB3 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 36909, 403002
NOx 7,26 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,82 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,55 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



Naam	BH1 Nieuwbouw
Locatie (X,Y)	37211, 404441
NOx	159,46 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j

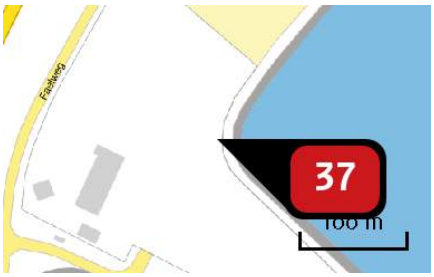


Naam	BH2 Nieuwbouw
Locatie (X,Y)	37704, 404444
NOx	159,46 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j

Naam	BH3 Nieuwbouw
Locatie (X,Y)	37701, 404909
NOx	159,46 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j



Naam	BH4 Nieuwbouw
Locatie (X,Y)	37462, 405175
NOx	159,46 kg/j

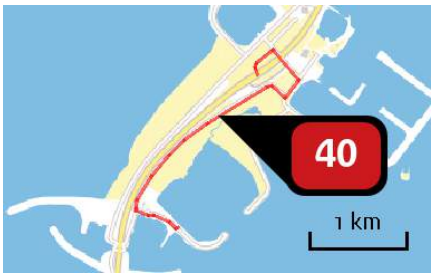
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	3,56 kg/j
AFW	Trekker (Kabel leggen)		4,0	4,0	0,0	NOx	2,22 kg/j

Naam BH1 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 36921, 403114
NOx 4,86 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,00 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,92 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

Naam BH2 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 36947, 403359
NOx 5,25 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,13 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	2,18 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

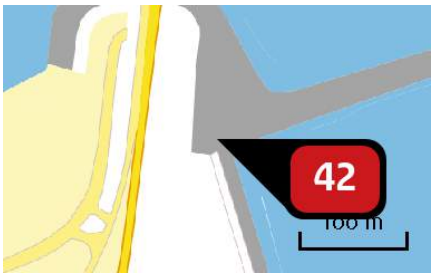


Naam BH3 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38126, 406054
NOx 4,71 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,82 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

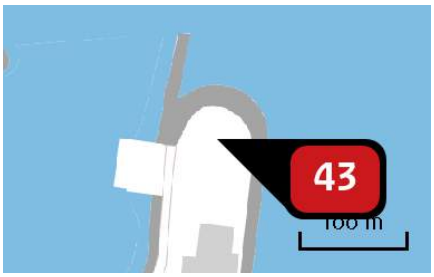
Naam BH4 Nieuwb. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 38066, 406018
NOx 4,86 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,00 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,92 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



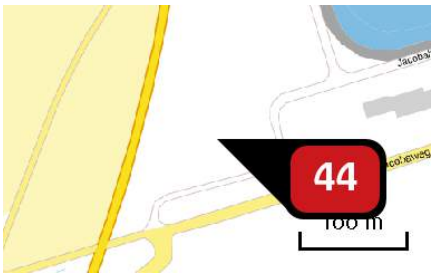
Naam	JH1 Repowering
Locatie (X,Y)	36943, 402577
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



Naam	JH2 Repowering
Locatie (X,Y)	37353, 402574
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j



Naam	JH3 Repowering
Locatie (X,Y)	36895, 402282
NOx	201,06 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Heimachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	8,64 kg/j
AFW	Hijskraan bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Verreiker bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	24,18 kg/j
AFW	Wals bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	1,68 kg/j
AFW	Graafmachine bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	66,00 kg/j
AFW	Asfaltafwerkinstallatie bouwfase		4,0	4,0	0,0	NOx	2,77 kg/j
AFW	Betonwagen bouwfase (draaiuren op bouwplaats)		4,0	4,0	0,0	NOx	18,00 kg/j
AFW	Graafmachine Sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	13,92 kg/j
AFW	Hijskraan sloopfase		4,0	4,0	0,0	NOx	32,40 kg/j
AFW	Keet/aggregaat		4,0	4,0	0,0	NOx	1,07 kg/j

Naam JH1 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 36640, 402040
NOx 4,29 kg/j

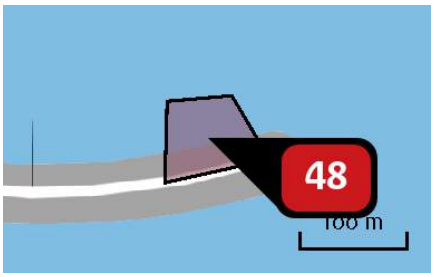
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,13 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

Naam JH2 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 36681, 402145
NOx 4,60 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	1,28 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j

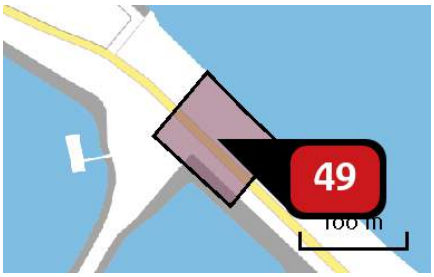
Naam JH3 Repow. Aan- en Afvoer
Locatie (X,Y) 36574, 401864
NOx 3,71 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Aanvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aanvoer betonwagen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Afvoer materialen		4,0	4,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Aan/afvoer Hijskraan/Heimachine		4,0	4,0	0,0	NOx	1,94 kg/j



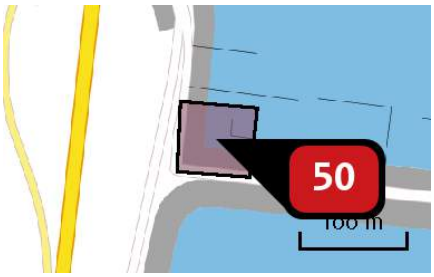
Naam Uitbreiding dijk BH2
Locatie (X,Y) 37654, 404462
NOx 88,20 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Graafmachine		4,0	4,0	0,0	NOx	41,76 kg/j
AFW	Dumper		4,0	4,0	0,0	NOx	46,44 kg/j



Naam Afgraven dijk BH3
Locatie (X,Y) 37698, 404894
NOx 14,70 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Graafmachine		4,0	4,0	0,0	NOx	6,96 kg/j
AFW	Dumper		4,0	4,0	0,0	NOx	7,74 kg/j



Naam Uitbreiding dijk BH1
Locatie (X,Y) 37207, 404471
NOx 88,20 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Graafmachine		4,0	4,0	0,0	NOx	41,76 kg/j
AFW	Dumper		4,0	4,0	0,0	NOx	46,44 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_20171003_1682e2550c
Database	versie 2016L_20170828_c3f058f00f

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2015-handboek-0

BIJLAGE 9: RAPPORTAGE SLACHTOFFERBEREKENING EN CUMULATIE (ARCADIS, 2018)

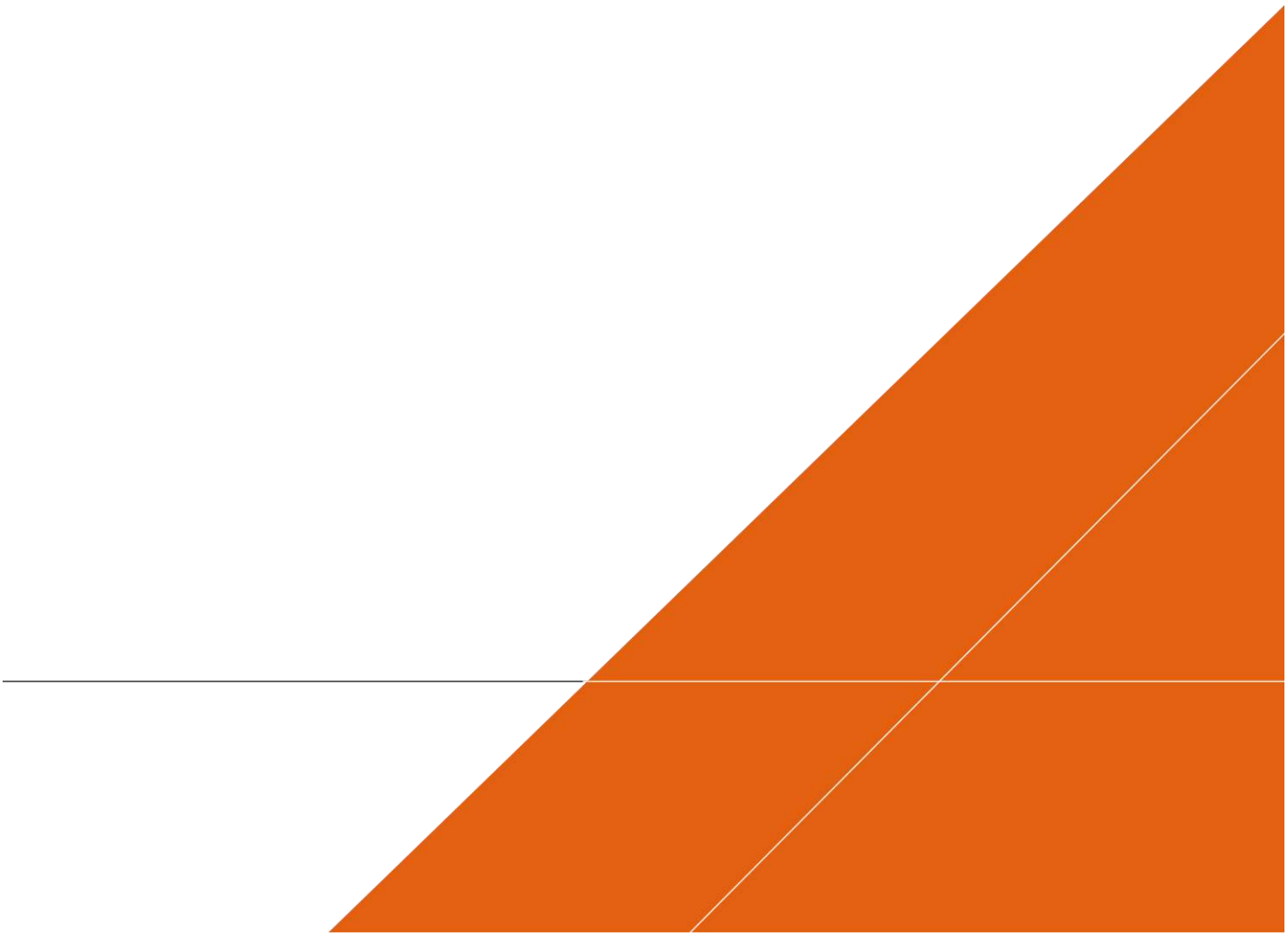
Bijlagerapport E

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING

Slachtofferberekening en cumulatie

6 MAART 2018



BENO KOOLSTRA

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 63
9400 AB Assen
Nederland

GIJS KOS
Adviseur ecologie

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Aanleiding 5

1.2 Leeswijzer 5

2 WINDPARKEN 6

2.1 Inleiding 6

2.2 Overzicht windparken 6

3 METHODIEK 9

3.1 Uitgangpunten 9

3.2 Methodiek slachtofferberekening seizoensvogels 9

3.2.1 Roggenplaat 11

3.2.2 Overige windturbineparken 12

3.3 Methodiek slachtofferberekening trekvogels 13

4 REFERENTIEGEGEVENS 14

4.1 Roggenplaat 14

4.2 Neeltje Jans 16

4.3 Poolvoet 17

4.4 Bouwdokken 18

4.5 Noordland Buiten 18

4.6 Binnenhaven 20

4.7 Jacobahaven 21

4.8 Vliegbewegingen algemeen 22

5 AANVARINGSSLACHTOFFERS SEIZOENSVOGELS 23

5.1 Inleiding 23

5.2 Roggenplaat 23

5.3 Neeltje Jans 24

5.4 Poolvoet 25

5.5 Bouwdokken 25

5.6 Noordland Buiten 26
5.7 Binnenhaven 26
5.8 Jacobahaven 27

6 AANVARINGSSLACHTOFFERS TREKVOGELS 28

7 CUMULATIE 29
7.1 Inleiding 29
7.2 Afbakening cumulatie 29
7.2.1 Gebiedenbescherming 29
7.2.2 Soortenbescherming 30
7.3 Aanlegfase 31
7.4 Gebruiksfase 32
7.4.1 Verstoring 32
7.4.2 Barrièrewerking 32
7.4.3 Cumulatie slachtoffers seizoensvogels 33
7.4.4 Cumulatie slachtoffers trekvogels 39

BRONNEN 42

BIJLAGEN

BIJLAGE A SLACHTOFFERAANTALLEN ROGGENPLAAT 43

BIJLAGE B CUMULATIE SLACHTOFFERS SEIZOENSVOGELS 44

BIJLAGE C BEREKENING SLACHTOFFERS TREKVOGELS 48

COLOFON 51

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Voor het project Optimalisatie Windpark Oosterschelde is het noodzakelijk om het effect op vogels te onderzoeken. Het is in het kader van de Wet natuurbescherming voor zowel het aspect soortbescherming als gebiedsbescherming noodzakelijk om inzicht te hebben in aanvaringsslachtoffers van windturbines. In dit rapport zijn de berekeningen voor het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers uitgevoerd. Deze berekeningen vormen de input voor toetsingen aan de wetgeving die door BTL Advies worden uitgevoerd.

1.2 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit vijf hoofdstukken en twee bijlages. In hoofdstuk 2 zijn de onderzochte windparken beschreven. Hoofdstuk 3 geeft de gebruikte methodiek. In hoofdstuk 4 is een overzicht gegeven van de beschikbare gegevens. Hoofdstuk 5 en 6 geeft per plan een overzicht van de verwachte aanvaringsslachtoffers, in hoofdstuk 7 is de cumulatie van alle initiatieven beschreven.

2 WINDPARKEN

2.1 Inleiding

Een deel van de turbines die momenteel op de Oosterscheldekering aanwezig is, zal op termijn worden vervangen door modernere turbines met een hoger vermogen. Tevens zullen op een aantal locaties op de Oosterscheldekering nieuwe turbines worden gebouwd. Een en ander is voorzien in 2020 en 2027. In dit hoofdstuk is de bestaande en toekomstige situatie beschreven en toegelicht. Voor dit project is een milieueffectrapportage (hierna: MER) opgesteld. In het MER zijn drie verschillende alternatieven onderzocht op hun effecten op onder andere de ecologische waarden van de natuurgebieden in en rondom de projectlocatie. Als uitkomsten van dat MER is een voorkeursalternatief (hierna: VKA) gekozen. Het VKA voor dit project is de windturbineopstelling waarvoor de uiteindelijke vergunningen en ontheffingen worden aangevraagd. Omdat dit geen onderscheidend aspect betreft die relevant is voor de keuze van het VKA, zijn de berekeningen voor het bepalen van het aanvaringsslachtoffers met beschermde vogelsoorten uitsluitend voor verricht voor het VKA; in dit geval de windturbineopstelling zoals weergegeven in Afbeelding 2

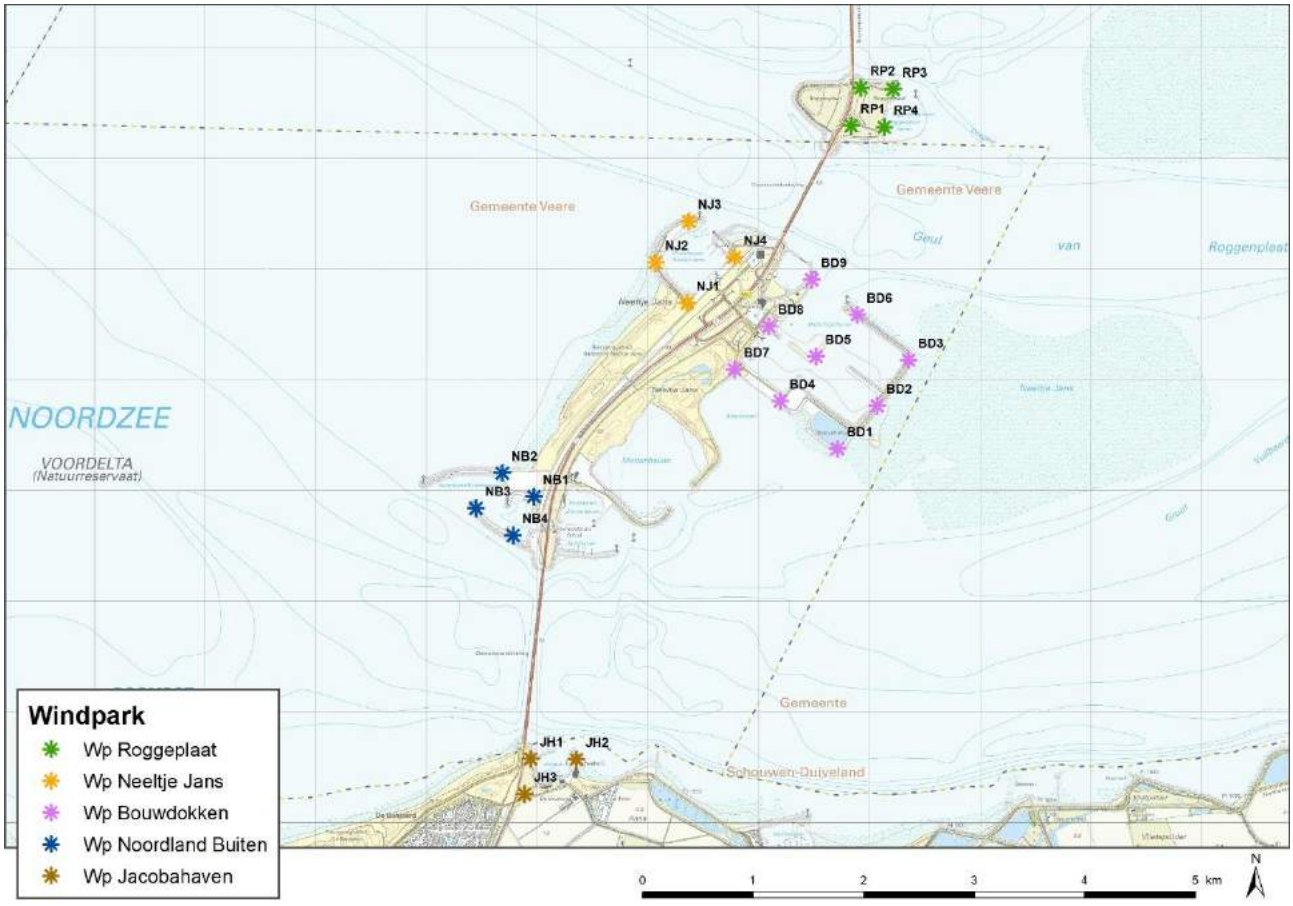
2.2 Overzicht windparken

Tabel 1 bevat een overzicht van de turbines in de huidige situatie (zie ook Afbeelding 1) en toekomstige situatie (zie ook Afbeelding 2) waar de slachtofferbepalingen voor zijn uitgevoerd.

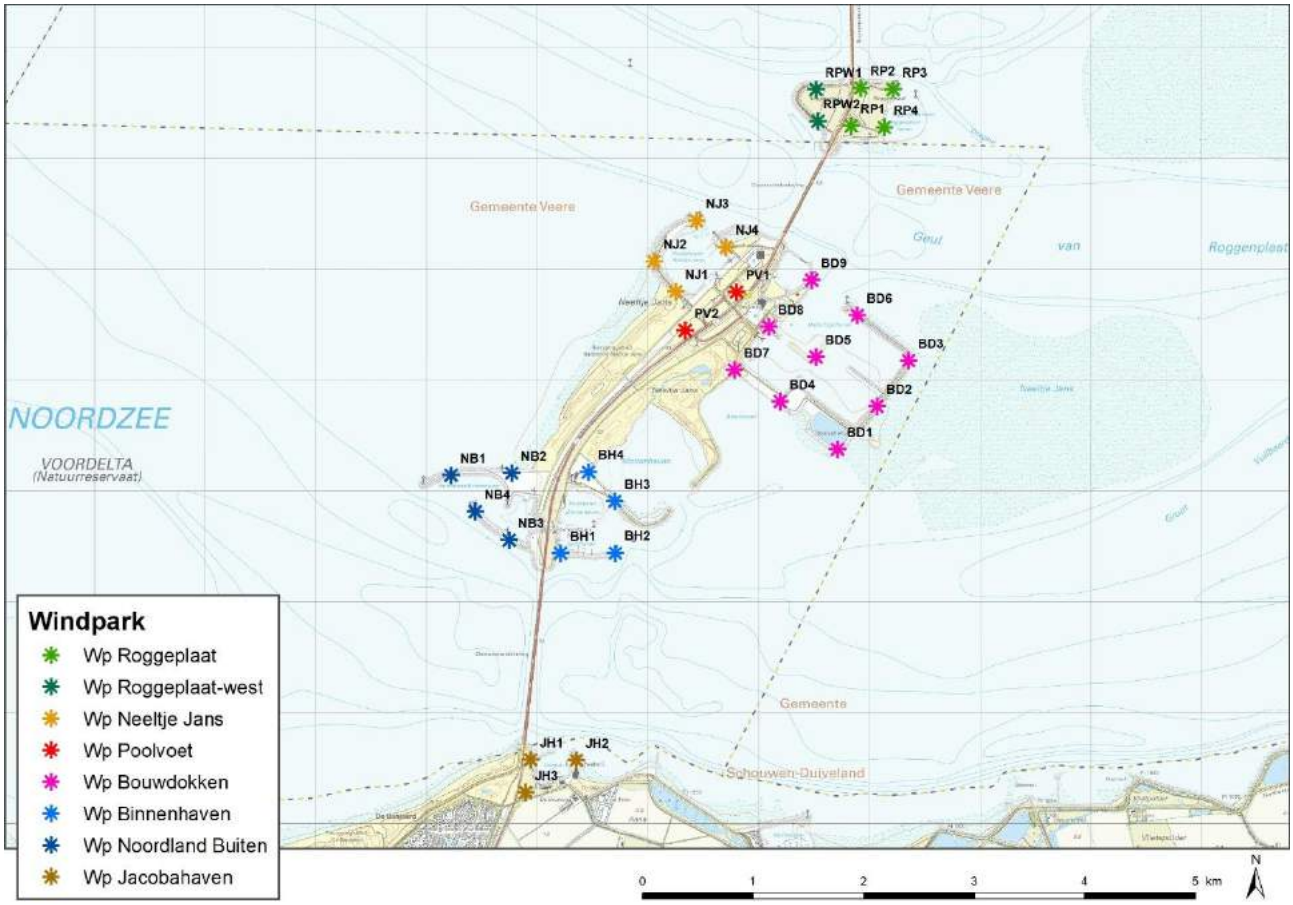
Tabel 1: Overzicht van de plannen die horen bij de Optimalisatie Windpark Oosterschelde.

Locatie		Huidig	Plan
Roggenplaat	Aantal windturbines	4	4
	Locatie	Zie Afbeelding 1	Gelijk met huidig
	Ashoogte	78 meter	80-90 meter
	Rotordiameter	82 meter	80-90 meter
	Vermogen	-	3 MW
	Draaisnelheid	-	-
	Planning	Nu aanwezig	Bouw 2027
Roggenplaat West	Aantal windturbines	-	2
	Locatie		Zie Afbeelding 2
	Ashoogte		80-100 meter
	Rotordiameter		80-120 meter
	Vermogen		3 MW
	Draaisnelheid		-
	Planning		Bouw 2020
Neeltje Jans	Aantal windturbines	4	4
	Locatie	Zie Afbeelding 1	Zie Afbeelding 2
	Ashoogte	78 meter	90-140 meter
	Rotordiameter	90 meter	120-145 meter
	Vermogen	-	4-5 MW
	Draaisnelheid	-	-
	Planning	Nu aanwezig	Bouw 2020 (NJ 1-3) en 2027 (NJ4)
Poolvoet	Aantal windturbines	-	2
	Locatie		Zie Afbeelding 2
	Ashoogte		90-140 meter
	Rotordiameter		120-145 meter
	Vermogen		4-5 MW
	Draaisnelheid		-
	Planning		Bouw 2020
Bouwdokken	Aantal windturbines	9	Blijft gelijk
	Locatie	Zie Afbeelding 1	
	Ashoogte	99 meter	
	Rotordiameter	127 meter	
	Vermogen	4,2 MW	
	Draaisnelheid	11,6/min	
	Planning	Nu aanwezig	

Locatie		Huidig	Plan
Binnenhaven	Aantal windturbines	-	4 turbines
	Locatie		Zie Afbeelding 2
	Ashoogte		90-140 meter
	Rotordiameter		120-145 meter
	Vermogen		4-5 MW
	Draaisnelheid		-
	Planning		Bouw 2020
Noordland Buiten	Aantal windturbines	4	4
	Locatie	Zie Afbeelding 1	Zie Afbeelding 2
	Ashoogte	78 meter	90-140 meter
	Rotordiameter	90 meter	120-145 meter
	Vermogen	-	4-5 MW
	Draaisnelheid	-	-
	Planning	Nu aanwezig	Bouw 2020 (NB 1-2) en 2027 (NB 3-4)
Jacobahaven	Aantal windturbines	3	3
	Locatie	Zie Afbeelding 1	Zie Afbeelding 2
	Ashoogte	78 meter	90-140 meter
	Rotordiameter	90 meter	120-145 meter
	Vermogen	-	4-5 MW
	Draaisnelheid	-	-
	Planning	Nu aanwezig	Bouw 2020



Afbeelding 1: Situatie windparken in de huidige situatie (NB: Bouwdokken momenteel in aanbouw).



Afbeelding 2: Situatie windparken in de toekomstige situatie (operationeel 2028).

3 METHODIEK

3.1 Uitgangpunten

Voor het bepalen van het aantal aanvaringsslachtoffers zijn de volgende algemene uitgangspunten aangehouden:

- Voor het bepalen van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van verschillende onderzoeken over de aanwezigheid van vogels. Voor details over deze onderzoeken wordt verwezen naar de rapporten van deze onderzoeken. In dit rapport zijn alleen de voor de onderzoeken relevante gegevens overgenomen.
- Er is geen modelmatige berekening met een aanvaringsmodel van het aantal slachtoffers uitgevoerd. Hiervoor zijn gedetailleerde gegevens nodig over de flux (het aantal vogels dat per vliegrichting en -hoogte de windturbine passeert) per soort. Deze gegevens waren niet in voldoende detail voorhanden en derhalve was het niet mogelijk om een modellering uit te voeren. Om die reden is een andere aanpak gekozen, waarbij het aantal slachtoffers per turbine is gebaseerd op het aantal daadwerkelijk gevonden slachtoffers bij een referentiepark. Omdat voor het huidig windpark Roggenplaat een gedetailleerd slachtofferonderzoek is uitgevoerd, is dit park gekozen als referentiepark. Deze methode voor het bepalen van het aantal aanvaringsslachtoffers is onder meer toegepast bij Windpark Geefsweer in Groningen[1].
- Voor de huidige situatie (referentiesituatie) is de situatie van 2017 aangehouden: de bestaande windparken Roggenplaat (4 turbines), Neeltje Jans (4 turbines), Noordland Buiten (4 turbines) en Jacobahaven (3 turbines), in totaal 15 turbines.
- Voor het bepalen van de cumulatie is eerst de cumulatie van de huidige situatie met Windpark Bouwdokken bepaald. Dit park wordt momenteel gebouwd. Vervolgens is de cumulatie bepaald voor huidige situatie / Bouwdokken met de turbines die in 2020 worden gebouwd, en daarna is dat geheel gecumuleerd met de turbines die in 2027 worden gebouwd. Bij het bepalen van de cumulatie is steeds rekening gehouden met saldering: om de bouw van nieuwe turbines mogelijk te maken, wordt namelijk ook aantal turbines gesloopt.

3.2 Methodiek slachtofferberekening seizoensvogels

Het aantal te verwachten slachtoffers is gebaseerd op het aantal gevonden slachtoffers in het windpark Roggenplaat, het referentiepark. Omdat bij Windpark Roggenplaat in twee verschillende situaties (namelijk 12 kleine turbines en 4 grote turbines) slachtofferonderzoek is gedaan, is een goed beeld van het aantal slachtoffers in beide situaties verkregen. Daardoor kan de invloed van de grootte van de turbine op het aantal slachtoffers goed bepaald worden. Dit gegeven kan vervolgens worden gebruikt om het aantal slachtoffers in het referentiepark om te rekenen naar het aantal slachtoffers in de andere windparken open bij de Oosterscheldekering. Dit is gedaan met de volgende formule:

Aantal vogelslachtoffers per windturbine (afhankelijk van rotordiameter) × aantal windturbines × (% van soort onder slachtoffers / 100)

In de volgende paragrafen wordt beschreven hoe bovenstaande is uitgewerkt tot de gehanteerde methodiek en welke input daarvoor is gebruikt.

In het slachtofferonderzoek dat op de Roggenplaat is uitgevoerd zijn overwegend (maar niet uitsluitend) grote vogels als slachtoffer gevonden. Dat wordt ten dele veroorzaakt door de gevolgde werkwijze. Door het relatief lange interval tussen de verschillende zoekrondes zal een deel van de kleinere soorten gepredeerd zijn voordat gezocht wordt. Gezien de aard van het terrein is de kans dat kleine soorten gevonden worden tijdens het zoeken niet heel groot: het is een kaal en open terrein waardoor de kans groot is dat predatoren kleinere aanvaringsslachtoffers vinden en geheel verwijderen. Een deel van de op de Roggenplaat gevonden slachtoffers betreft kleine vogels. Omdat er echter nauwelijks slachtoffers onder kleinere soorten gevonden zijn, en de slachtoffervoorspelling voor seizoensvogels in deze studie wordt gebaseerd op daadwerkelijk gevonden slachtoffers zou er sprake kunnen zijn van een onderschatting van het aantal slachtoffers onder kleine soorten (broedvogels en overwinterende vogels).

[1] Zie http://www.commissiemer.nl/advisering/afgerondeadviezen/3135

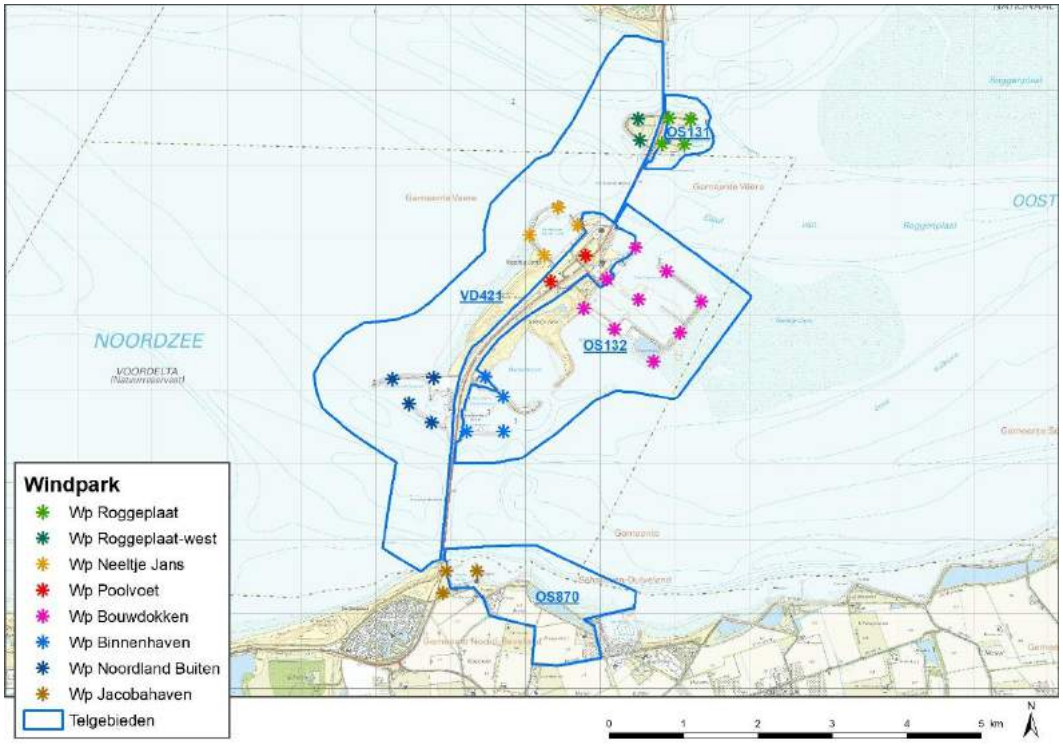
Broedvogels
Op een aantal plaatsen broeden kleinere soorten zoals de bontbekplevier, maar ook zangvogels zoals kneu, meren, grasmus en bontbekplevier. Lensink & Verbeek (2015) beschrijven dat de bontbekplevieren zelden zo hoog vliegen dat ze binnen rotorbereik (30 meter boven maaiveld) komen. Meer dan incidentele slachtoffers onder bontbekplevier is dan ook uitgesloten. Voor de kleine zangvogels geldt hetzelfde. Ook deze soorten blijven tijdens vliegbewegingen laag, incidentele slachtoffers zijn eveneens uitgesloten.

Overwinterende vogels
Uit de beschikbare watervogeltellingen blijkt dat een aantal soorten kleinere steltlopers in meer dan verwaarloosbare aantallen in het plangebied aanwezig is. In de onderstaande tabel zijn de seizoensmaxima in de periode 2011 – 2016 weergegeven. In Figuur 1 is de ligging van de telgebieden getoond.

De hoogste aantallen kleine steltlopers zijn waargenomen in telgebied OS132. De in dit gebied getelde vogels bevinden zich vooral in het gebied tussen de (geplande) windparken Bouwdokken en Binnenhaven. De vogels die op deze plaats overtijen komen vanaf de Oosterschelde, en passeren bij het aanvliegen van de HVP geen nieuwe turbinelocaties. Bij het aan- en afvliegen van de hoogwatervluchtplaatsen hebben de vogels weinig hoogte (zeker minder dan de laagste tiphoogte van 30 meter). Het is dan ook uitgesloten dat er meer dan incidentele slachtoffers zullen vallen.

Tabel 2 Het maximale seizoensgemiddelden voor de vijf seizoenen 2011 - 2016 voor een aantal kleine steltlopersoorten. Gegevens telgebied OS870 zijn geraadpleegd, deze gegevens bevatten echter geen relevante aantallen kleine steltlopers.

Seizoensgemiddelden per telgebied per soort	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2011-2016
OS131						
Bonte Strandloper	18	9	0	0	0	18
Zilverplevier	11	1	0	1	0	11
OS132						
Bontbekplevier	10	4	4	8	7	10
Bonte Strandloper	98	86	200	48	96	200
Drieteenstrandloper	55	90	62	2	37	90
Steenloper	9	11	9	12	10	12
Strandplevier	10	8	2	4	4	10
Zilverplevier	18	28	59	15	39	59
VD420						
Bontbekplevier	7	16	4	9	7	16
Drieteenstrandloper	25	10	17	4	24	25
Steenloper	31	22	11	18	16	31



Figuur 1 Ligging watervogeltelgebieden Oosterscheldekering

3.2.1 Roggenplaat

Op de Roggenplaat is een slachtoffermonitoring uitgevoerd, zodat van dit windpark betrouwbare gegevens over het aantal slachtoffers beschikbaar zijn. Hierbij zijn zowel van de huidige situatie (4 grotere turbines op het oostelijk deel van de Roggenplaat) als van de historische situatie (12 kleinere turbines op de gehele Roggenplaat) over een totale periode van 12 jaar slachtofferaantallen bekend. Deze gegevens zijn gebruikt om de aanvaringsslachtoffers voor andere windturbineparken te extrapoleren. De extrapolatie voor de andere windturbineparken is gedaan met de gegevens van de periode 2004-2016 (Baptist, 2017) waarbij de tellingen van 2017 voor de periode februari – september zijn opgeteld.

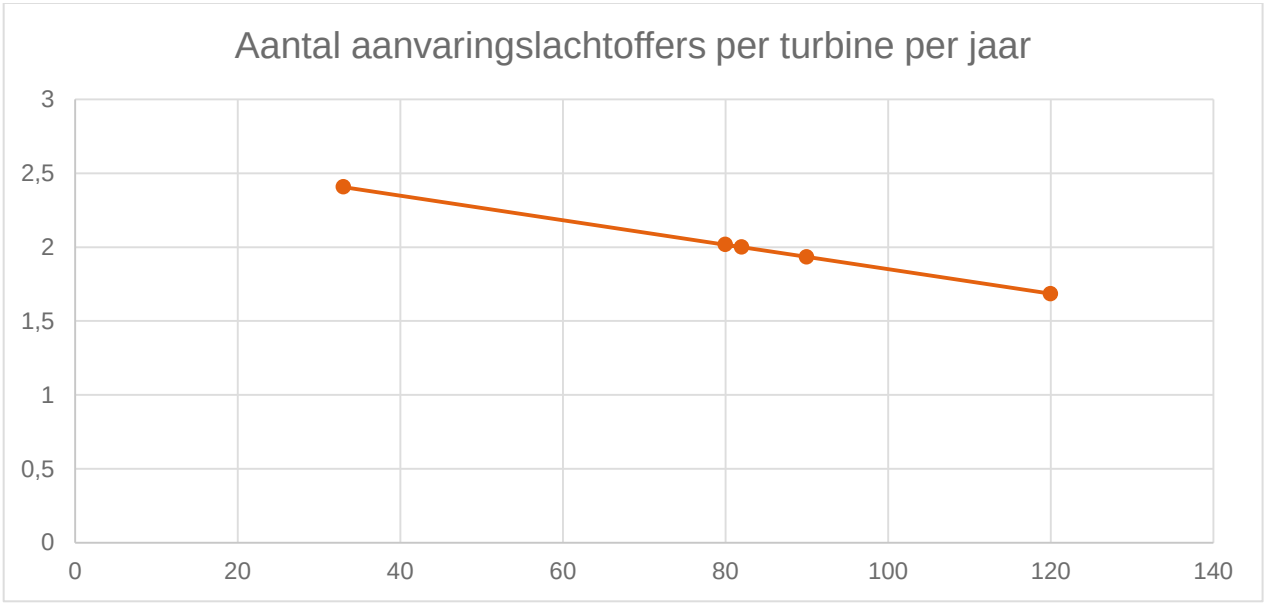
Er is geen relatie tussen de aanwezigheid van hoogwatervluchtplaatsen (HVP) en windturbineslachtoffers. Vogels die gebruik maken van de HVP's vliegen niet langs de windturbines (Buijs, 2017a; 2017d) of vliegen te laag om binnen het bereik van de rotor te komen. Slachtoffers onder scholeksters, de enige soort die gebruik maakt van HVP's en waarvan aanvaringsslachtoffers zijn gevonden, zijn naar alle waarschijnlijkheid het gevolg van lokaal broedende vogels die opvliegen voor de balts of in paniek bij aanwezigheid van predatoren.

Aan de hand van de aanvaringsslachtoffers per jaar en de verhouding van soorten onder de slachtoffers (afkomstig uit Baptist, 2017) zijn aanvaringsslachtoffers bepaald. In dat onderzoek is van alle slachtoffers middels sectie bepaald of het een zeker of mogelijke turbineslachtoffer was, of dat het zeker een andere doodsoorzaak betrof (natuurlijke dood, verkeersslachtoffer).

Gedurende de periode waarin het onderzoek van Baptist (2017) is gedaan, is de opstelling van het park gewijzigd van 12 kleinere turbines naar 4 grotere turbines. Het kan zo zijn dat een ander type windturbine leidt tot slachtoffers onder andere vogelsoorten. Van 2004-2005 zijn van april tot april ook gegevens beschikbaar (Baptist, 2005). Hoewel wel verschillen aanwezig zijn, laten de gegevens zien dat de verhouding van slachtoffers in grote lijnen voor het jaar 2004-2005 vergelijkbaar zijn met de verhouding van de totale periode, zie Bijlage A. Dit betekent dat de verhouding van vogelsoorten die aanvaringsslachtoffer wordt, niet verschilt tussen de oude kleine en nieuwe grote windturbines die op de Roggenplaat stonden. Op basis van dit gegeven is uitgegaan dat de verhouding van aanvaringsslachtoffers onder vogels vergelijkbaar is voor de verschillende types windturbines.

De grootte van de turbine is wel bepalend voor het *aantal* slachtoffers. Uit de monitoring van Baptist (2017) volgt dat het aantal slachtoffers bij een grote turbine kleiner is dan bij een kleine turbine. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de lagere draaisnelheid van een grote turbine. Dat betekent dat een

correctiefactor voor de rotordiameter berekend kan worden, waarmee de slachtofferkans specifiek per turbine bepaald kan worden. Op deze wijze is de slachtofferkans van de turbines op de Roggenplaat aan de hand van de rotordiameter door te vertalen naar turbines op de andere locaties. Deze correlatie is getoond in Figuur 2.



Figuur 2 Regressielijn aan de hand waarvan het aantal vogelslachtoffers per jaar per turbine bepaald is. Op de x-as staat de rotordiameter, op de y-as het aantal vogelslachtoffers per windturbine per jaar. Voor het bepalen van de lijn zijn de gegevens van Baptist, 2017 + beschikbare tellingen van 2017 gebruikt (gebaseerd op het totaal van alle zekere en mogelijke aanvaringsslachtoffers).

3.2.2 Overige windturbineparken

Aan de hand van de in voorgaande paragraaf beschreven stappen is het vervolgens mogelijk om het aantal aanvaringsslachtoffers in te schatten voor de seizoensvogels. Dit is op de volgende wijze gedaan:

1. als uitgangspunt is het aantal slachtoffers per turbine per soort genomen van het referentiepark Roggenplaat;
2. per windpark is aan de hand van de rotordiameter de correctiefactor (zie Figuur 2) voor het aantal slachtoffers bepaald;
3. met behulp van deze correctiefactor is het aantal slachtoffers voor de andere windparken berekend;

Bij het berekenen van de aanvaringsslachtoffers is de verhouding tussen de verschillende vogelsoorten voor de overige windturbineparken gelijk gehouden met de Roggenplaat.[2] Voor de andere windparken (voor zover reeds aanwezig) zijn geen slachtofferonderzoeken uitgevoerd en derhalve is niet duidelijk of de soortensamenstelling onder de slachtoffers verschilt. Hoewel er wel broedvogelonderzoeken zijn uitgevoerd en watervogeltellingen beschikbaar zijn, zijn deze onvoldoende gedetailleerd om een slachtofferschatting hierop aan te passen omdat de flux langs de windturbines (aantallen, vliegrichting en -hoogte) niet in voldoende detail bekend zijn uit de beschikbare gegevens. De onbetrouwbaarheid die dit in de slachtofferschatting veroorzaakt, is klein. De onderzoeksresultaten van de Roggenplaat laten zien dat geen duidelijk verband bestaat tussen het aantal aanwezige broedvogels op de Roggenplaat en het aantal aanvaringsslachtoffers. Een aantal soorten broedvogels op de Roggenplaat wordt aanvaringsslachtoffers, maar niet allemaal. Verder vallen er ook aanvaringsslachtoffers onder soorten die niet op het voormalig werkeiland broeden. Dit lijkt voor de meeuwen wel het geval (veel broedparen, relatief veel slachtoffers) maar hierbij is er sprake van een grote flux van meeuwen die niet broeden in de directe omgeving.

[2] Uitzondering is de slechtvalk. Deze broedt alleen op de Roggenplaat en het was aantoonbaar het juveniel uit het nest aldaar dat slachtoffer is geworden (bleek uit tellingen uit 2017). Alleen voor de Roggenplaat is de slechtvalk als aanvaringsslachtoffer meegenomen.

Gezien de vergelijkbare omstandigheden van de Roggenplaat met de windparken op Neeltje Jans, is als uitgangspunt gehanteerd dat de soortensamenstelling van de aanvaringsslachtoffers op Neeltje Jans vergelijkbaar is met die van de Roggenplaat. Voor Jacobahaven is deze aanname ook gedaan, omdat deze locatie aan de kust nabij Neeltje Jans is gelegen.

Voor windpark Noord-Beveland is ten behoeve van de vergunningaanvragen voor dat park een slachtofferberekening uitgevoerd. Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek is besloten om dit windpark niet te gebruiken als referentiebark voor het bepalen van de slachtofferaantallen voor Neeltje Jans en de Jacobahaven. Uit de toetsing (Vliet *et al.*, 2015; Verbeek & Kleyheeg-Hartman 2015) die is uitgevoerd voor dit park blijkt dat de soortensamenstelling van de slachtoffers wezenlijk verschilt van Roggenplaat en eveneens sterk afwijkt van de soorten die op Neeltje Jans voorkomen. Dat betekent dat Neeltje Jans wat betreft de soorten die daar voorkomen veel beter vergelijkbaar is met de Roggenplaat dan met de omgeving van windpark Noord-Beveland.

3.3 Methodiek slachtofferberekening trekvogels

In tegenstelling tot broedvogels, overwinterende vogels en vogels die jaarrond in het gebied verblijven (seizoensvogels) passeren trekvogels het windpark slechts tweemaal, namelijk tijdens de voorjaarstrek en najaarstrek. Omdat de vogels het park slechts tweemaal per jaar passeren, is de kans dat een individuele vogel in aanvaring met een turbine komt zeer klein. Omdat het echter om zeer hoge aantallen trekvogels gaat, kan het totaalaantal, zeker onder zeer algemene soorten, wel oplopen.

De berekening van het aantal trekvogels is per soort uitgevoerd en gebaseerd op de omvang van de totale trekpopulatie (flyway populatie). Vervolgens is bepaald wel deel van de populatie het park passeert. Dit is - zeer worst case - bepaald op 2%. Vervolgens is voor dit deel van de populatie, rekening houdend met het aandeel dat op turbinehoogte vliegt, de uitwijkfactor en soort(groep)specifieke aanvaringskans, het jaarlijks aantal slachtoffers bepaald.

De formule waarmee de slachtofferberekening voor trekvogels (seizoenstrek) is uitgevoerd is de volgende: (Troost, 2008):

Aantal slachtoffers per jaar = b × h × a_macro × r/r_ref × e/e_ref × p_cor × p2

- b = aantal vogelpassages per jaar
- h = fractie van het aantal vogels op turbinehoogte
- a_macro = fractie van alle vogels dat het windpark vermijdt
- r = ratio van rotor oppervlakte en ‘passage area’ per turbine
- r_ref = ratio van rotor oppervlakte en ‘passage area’ per turbine in referentie windpark
- e = gemiddeld aantal turbines dat gepasseerd wordt per passage van het windpark
- e_ref = gemiddeld aantal turbines dat gepasseerd wordt per passage van het windpark in referentie windpark
- p_cor = correctie van p2 voor verschillen in rotordiameter met referentie windpark
- p2 = gemiddeld aantal aanvaringen per passage van het referentie windpark op turbinehoogte.

4 REFERENTIEGEGEVENS

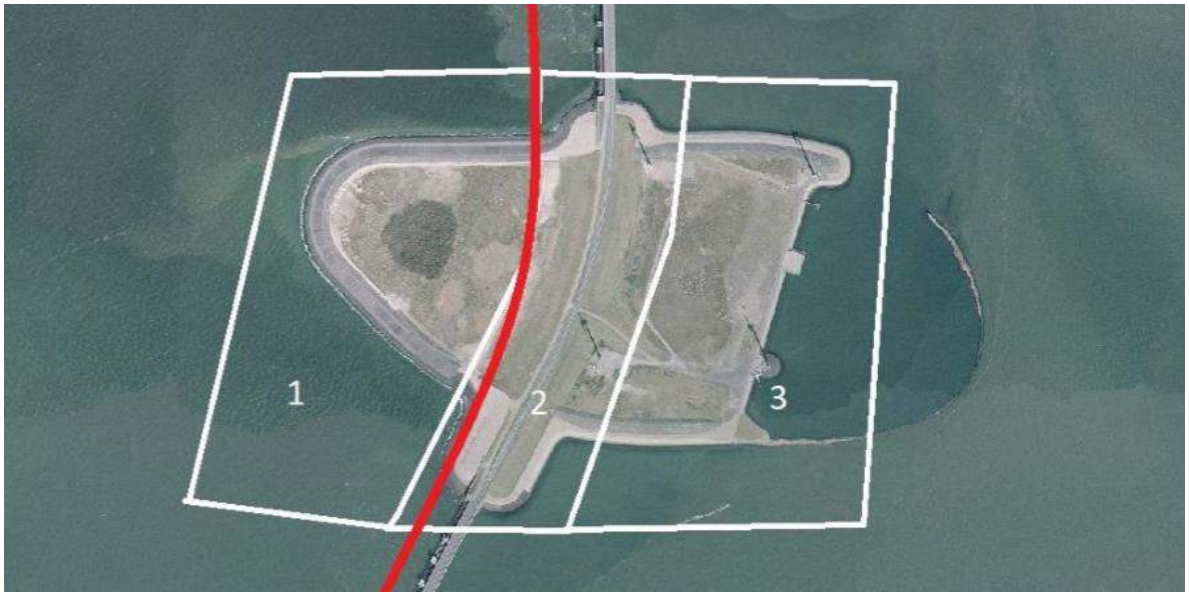
4.1 Roggenplaat

Aanwezigheid vogels

Uit onderzoeken die op de Roggenplaat zijn gedaan, komen de volgende resultaten:

- Ten aanzien van vliegbewegingen: Aan de oostkant van het eiland broedt een kolonie zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen. De vliegbewegingen zijn weergegeven in Afbeelding 3 (Buijs, 2017a). Aalscholvers vliegen vanuit de kolonie op de havendam om het eiland heen en komen niet in de buurt van windturbines (Buijs, 2017a; 2017d). Scholeksters maken gebruik van HVP's bij laag water aan de oostkant van het eiland. Ze vliegen vervolgens hoofdzakelijk in zuidwestelijke richting (Buijs, 2017a; 2017d). Verder zijn vooral zwaluwen op het eiland waargenomen die tot tiental meter boven de grond vliegen (Buijs, 2017a).
- Ten aanzien van broedvogels (onderzoek in 2017): zie Tabel 3.

Afbeelding 3: Vliegbewegingen van grote meeuwensoorten op en rond de Roggenplaat. Afkomstig uit Buijs, 2017a.



Afbeelding 4: Trekroutes van zangvogels tijdens de najaarstrek. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

Tabel 3: Aantal aangetroffen territoria op het Roggenplaat in 2017. Afkomstig uit Buijs, 2017b.

Soort	Aantal territoria	Soort	Aantal territoria
Aalscholver	20	Kleine mantelmeeuw	41
Bergeend	5	Kneu	4
Bontbekplevier	3	Merel	1
Eider	7	Nachtegaal	2
Ekster	2	Scholekster	34
Fitis	3	Slechtvalk	1
Grasmus	2	Stormmeeuw	10
Grauwe gans	15	Wilde eend	1
Heggenmus	1	Zilvermeeuw	134
Holenduif	2	Zwarte kraai	1

Aanvaringsslachtoffers

Tabel 4 geeft een overzicht van het aantal gevonden aanvaringsslachtoffers op de Roggenplaat.

Tabel 4: Overzicht van het aantal gevonden aanvaringsslachtoffers (Baptist, 2017 en telgegevens 2017) en het gemiddeld aantal slachtoffers per turbine, per jaar.

Aantal windturbines	Jaar	Aantal aanvaringsslachtoffers (turbine + zog)	Gemiddeld per jaar per windturbine
12	2004	58 + 7	2,4
	2005	26 + 1	
	2006	16	
	2007	25 + 5	
	2008	34 + 3	
	2009	30 + 5	
	2010	9 + 1	
	2011	11	
0	2012	0	-
4	2013	3 + 2	1,5 (met correctiefactor 2*).
	2014	4 + 1	
	2015	8	
	2016	4	
	2017	8	

* Uit het rapport van Baptist, 2017 blijkt dat hier een correctiefactor moet worden toegepast van drie windturbines, omdat voor twee van de vier windturbines de inschatting is dat ongeveer de helft van de slachtoffers in het water verdwijnt.

Tabel 5 geeft het aantal slachtoffers dat in de totale periode per soort is gevallen. In het onderzoek van Baptist (2017) is niet opgenomen hoeveel slachtoffers per soort per jaar vallen.

Tabel 5: Aantal slachtoffers per soort voor de gehele periode (2004-2017; Baptist, 2017). Gegevens voor aanwezigheid van broedvogels zijn afkomstig uit Buijs, 2017a en Buijs, 2017b.

Soort	Broedvogel?	Vliegbewegingen?	Aantal aanvaringsslachtoffers (turbine + zog)	% van totaal (253)
Aalscholver	ja	nee	1	0,4
Buizerd	nee	-	1	0,4
Drieteenmeeuw	nee	-	0	-
Ekster	ja	-	0	-
Gierzwaluw	nee	-	1	0,4
Grauwe gans	ja	-	1	0,4
Grote mantelmeeuw	nee	-	3	1,2
Grote stern	nee	-	1	0,4
Holenduif	ja	-	1	0,4
Jan van Gent	nee	-	0	-
Kleine	ja	j	40 + 4 (+ 1)	17,4

Soort	Broedvogel?	Vliegbewegingen?	Aantal aanvaringsslachtoffers (turbine + zog)	% van totaal (253)
mantelmeeuw				
Kokmeeuw	nee	-	4 + 1	2,0
Postduif	nee	-	0	-
Rotgans	nee	-	0	-
Scholekster	ja	n	4 + 1	2,0
Slechtvalk*	ja	-	(1)	0,4
Stormmeeuw	ja	-	4 + 4	3,2
Visdief	nee	-	3	1,2
Wilde eend	ja	-	1	0,4
Zeekoet	nee	-	0	-
Zilvermeeuw	ja	j	163 + 15 (+6)	70,4

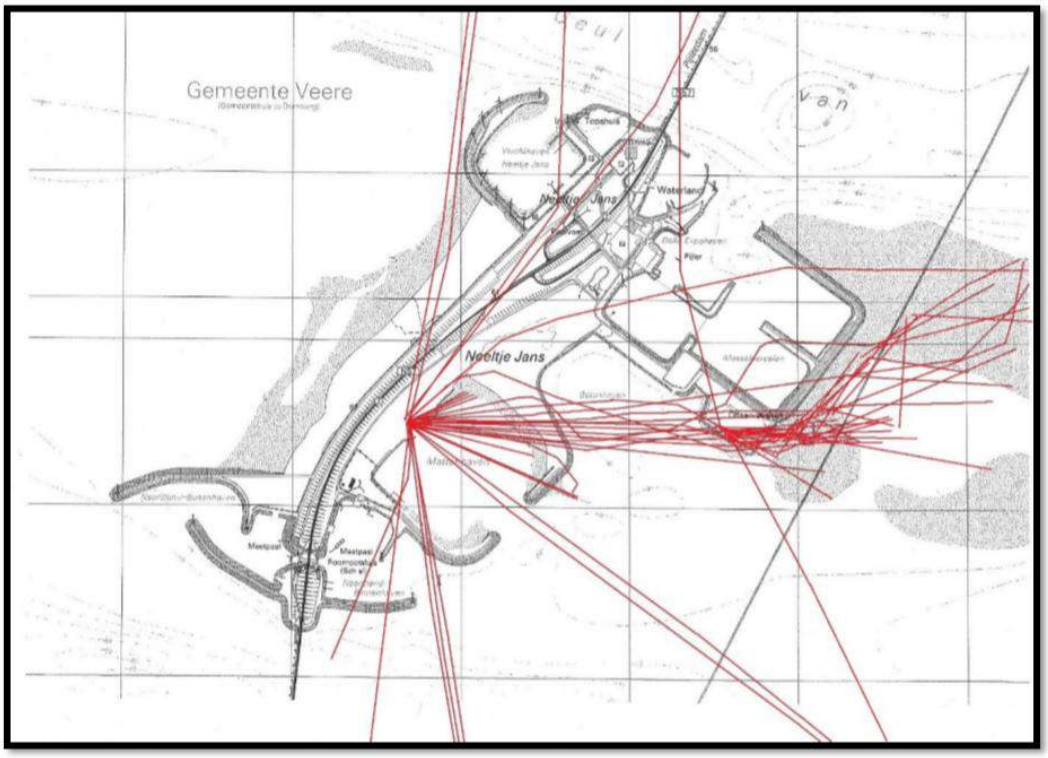
Naast het zoeken van aanvaringsslachtoffers, heeft ook een verdwijnonderzoek plaatsgevonden. Het doel van het verdwijnonderzoek is kijken hoe snel en hoeveel vogels verdwijnen, om daarmee in te kunnen schatten welke deel van aanvaringsslachtoffers niet wordt gevonden. Uit het onderzoek kwam naar voren dat een miniem (verwaarloosbaar) deel van de vogels verdwijnt. Voor het aantal verwachte aanvaringsslachtoffers op basis van het aantal gevonden slachtoffers is dan ook geen correctiefactor toegepast.

4.2 Neeltje Jans

Aanwezigheid vogels

Uit onderzoeken die op bij Neeltje Jans (de vluchthaven en het strandje nabij het Topshuis) zijn gedaan, komen de volgende resultaten:

- Ten aanzien van vliegbewegingen: er zijn enkele vliegbewegingen van lepelaars over het plangebied waargenomen, zie Afbeelding 5.
- Ten aanzien van broedvogels (onderzoek in 2016 en 2017): zie Tabel 6.



Afbeelding 5: Vliegbewegingen lepelaars in mei-juli 2016. Afkomstig uit Buijs, 2016.

Tabel 6: Aantal aangetroffen territoria bij de vluchthaven en strandje Topshuis op Neeltje Jans. Afkomstig uit Buijs, 2017c.

Soort	Aantal territoria 2017	Soort	Aantal territoria 2017
Bontbekplevier	3	Kneu	7
Braamsluiper	1	Merel	2
Dwergstern	2	Nachtegaal	3
Fitis	9	Scholekster	9
Grasmus	4	Winterkoning	4
Graspieper	2	Zilvermeeuw	1
Heggenmus	9		

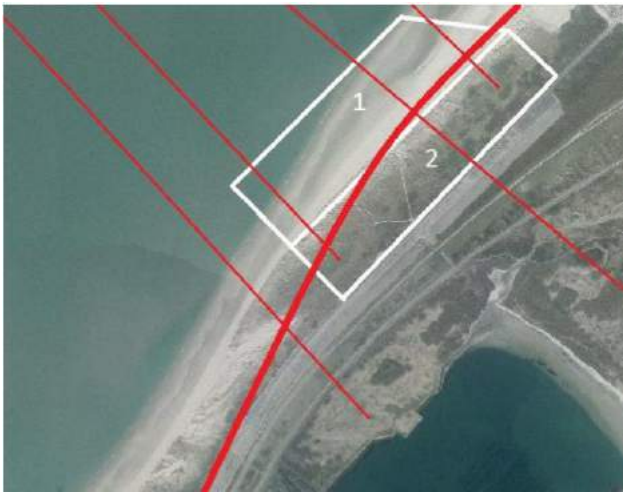
4.3 Poolvoet

Aanwezigheid vogels

Uit onderzoeken die bij Poolvoet zijn gedaan, komen de volgende resultaten:

- Ten aanzien van vliegbewegingen: er zijn enkele vliegbewegingen van lepelaars over het plangebied waargenomen, zie Afbeelding 5. Verder liggen de vliegroutes van zangvogels tijdens de najaarstrek (Afbeelding 6) en meeuwen tijdens het broedseizoen (Afbeelding 7).

Afbeelding 6: Trekroute zangvogels in het najaar. Afkomstig uit Buijs, 2017d.



Afbeelding 7: Meest gebruikte vliegroutes van zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in het broedseizoen. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

4.4 Bouwdokken

Aanwezigheid vogels

Uit onderzoeken die op bij Bouwdokken zijn gedaan, komen de volgende resultaten:

- Ten aanzien van vliegbewegingen: er zijn enkele vliegbewegingen van lepelaars over het plangebied waargenomen. Lepelaars passeren dit plangebied vooral aan de zuidkant, zie Afbeelding 5. Ten aanzien van andere soorten blijkt dat met name gebruik wordt gemaakt van HVP's in de haven als het vogeleiland dat voor de kust ligt onder water loopt, zie Afbeelding 8. Hierbij wordt onder de 20 meter gevlogen.

Afbeelding 8: Vliegbewegingen vanaf het HVP-vogeleiland als dit onderloopt. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

4.5 Noordland Buiten

Aanwezigheid vogels

Uit onderzoeken die op bij Noordland Buiten zijn gedaan, komen de volgende resultaten:

- Ten aanzien van vliegbewegingen: er zijn geen vliegbewegingen van lepelaars over het plangebied waargenomen, zie Afbeelding 5. Verder vliegen met name in het broedseizoen kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw over het plangebied, zie Afbeelding 9.
- Ten aanzien van broedvogels (onderzoek in 2016 en 2017): zie Tabel 7.

Afbeelding 9: Meest gebruikte vliegroutes van zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in het broedseizoen en zangvogels tijdens de najaarstrek. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

Tabel 7: Aantal aangetroffen territoria op Noordland Buiten. Afkomstig uit Buijs, 2017c.

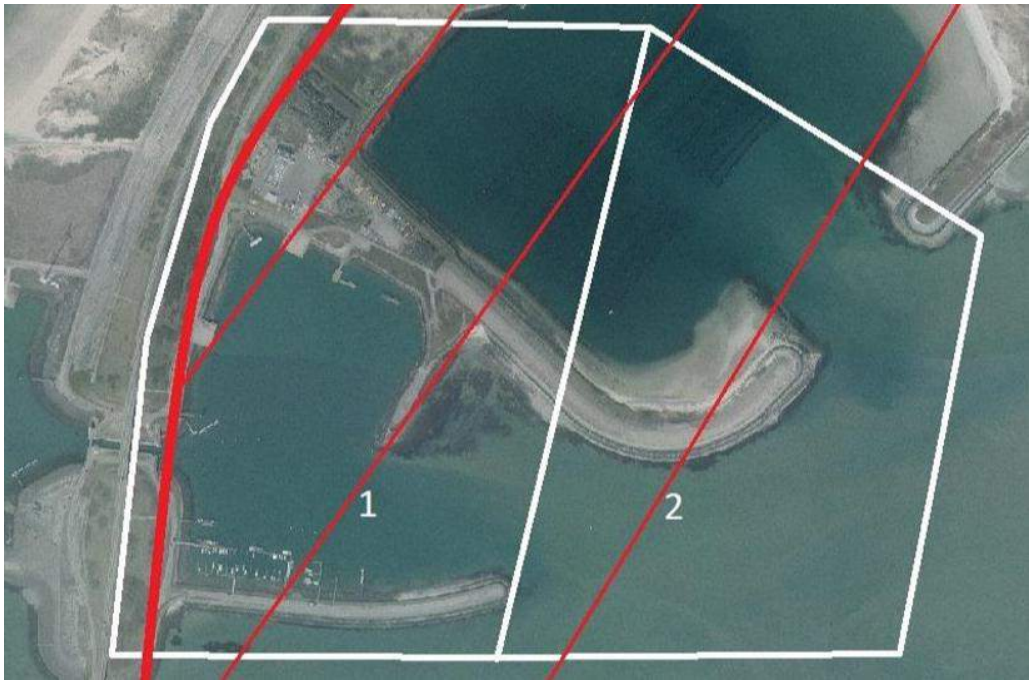
Soort	Aantal territoria 2016	Aantal territoria 2017	Gemiddeld
Bontbekplevier	6	4	5
Scholekster	14	13	14
Stormmeeuw	45	42	44
Zilvermeeuw	105	94	100
Kleine mantelmeeuw	153	152	153
Grasmus	-	1	1
Ekster	-	1	1
Kneu	1	2	2

4.6 Binnenhaven

Aanwezigheid vogels

Uit onderzoeken die op de Binnenhaven zijn gedaan, komen de volgende resultaten:

- Ten aanzien van vliegbewegingen: er zijn enkele vliegbewegingen van lepelaars over het plangebied waargenomen, zie Afbeelding 5. Daarnaast is de binnenhaven gelegen langs de N57 die massaal voor de gestuwde trek van met name zangvogels wordt gebruikt, zie Afbeelding 10.
- Ten aanzien van broedvogels (onderzoek in 2016 en 2017): zie Tabel 8.



Afbeelding 10: Vliegbewegingen najaarstrek van zangvogels. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

Tabel 8: Aantal aangetroffen territoria rond de Binnenhaven. Afkomstig uit Buijs, 2017c.

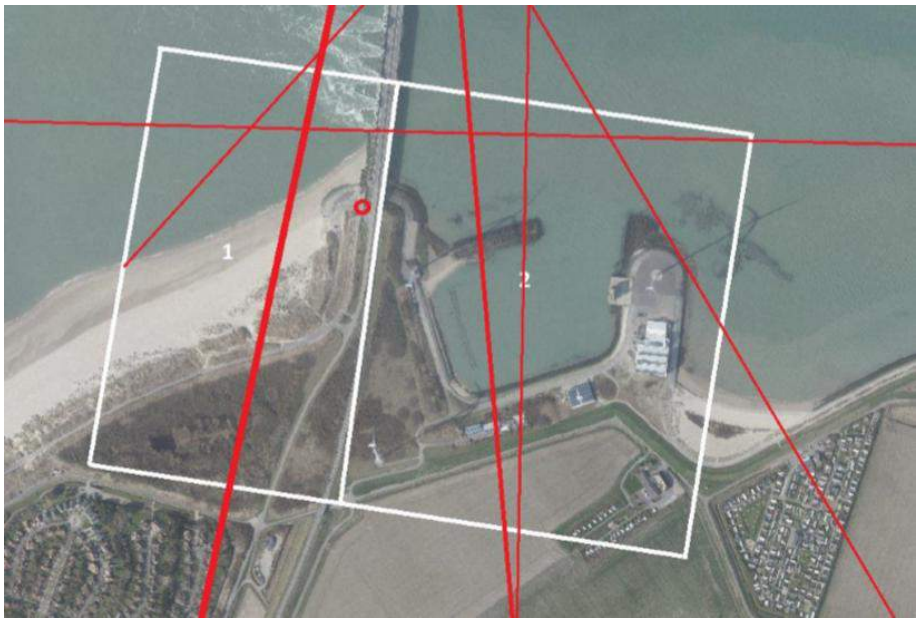
Soort	Aantal territoria 2016	Soort	Aantal territoria 2016
Bergeend	3	Kneu	8
Bontbekplevier	2	Koolmees	1
Ekster	4	Merel	1
Fitis	7	Nachtegaal	2
Grasmus	7	Pimpelmees	1
Graspieper	1	Scholekster	14
Heggenmus	8	Stormmeeuw	4
Holenduif	4	Turkse tortel	1
Houtduif	2	Winterkoning	6
Kauw	7	Zilvermeeuw	67
Kleine mantelmeeuw	37		

4.7 Jacobahaven

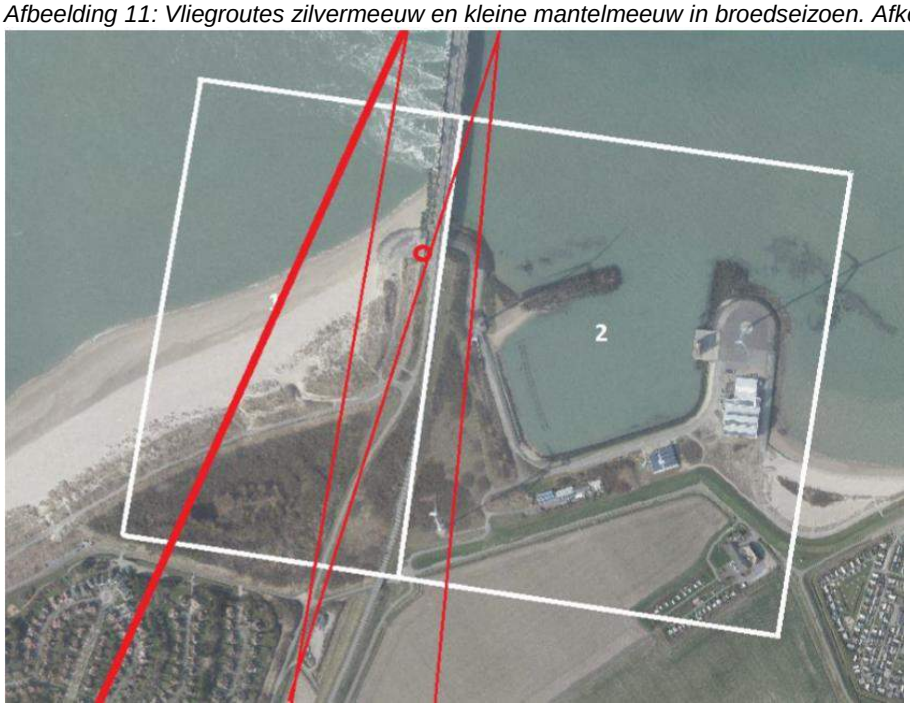
Aanwezigheid vogels

Uit onderzoeken die bij de Jacobahaven zijn gedaan, komen de volgende resultaten:

- Ten aanzien van vliegbewegingen: De Jacobahaven is gelegen in de route van meeuwen in het broedseizoen, zie Afbeelding 11. Verder ligt de Jacobahaven nabij de route van de gestuwde trek van zangvogels (inclusief spreeuw en boerenzwaluw), zie Afbeelding 12. Verder vliegt de kleine zilverreiger parallel aan de kust langs de haven (Buijs, 2017d).



Afbeelding 11: Vliegroutes zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in broedseizoen. Afkomstig uit Buijs, 2017d.



Afbeelding 12: Vliegbewegingen najaarstrek van zangvogels. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

4.8 Vliegbewegingen algemeen

Observaties tijdens onderzoek naar trek (Buijs, 2017d):

- Een groot deel van de waargenomen zangvogels vliegt laag. Ruim 90% onder de 40 meter. Bij noordelijke (mee)wind vliegen veel zangvogels hoger. Zie ook Afbeelding 13.
  De waarnemingen zijn enkel overdag gedaan, en de waargenomen aantallen zijn ten opzichte van de totale trekpopulatie zeer laag. Dat betekent dat van slechts een zeer klein deel van de populatie de route en vlieghoogte is vastgesteld. Aangezien de trek hoofdzakelijk 's nachts op grotere hoogte plaatsvindt, is dat ook logisch.
- Neeltje Jans wordt gebruikt als slaapplaats voor spreeuwen (ruim 200.000 exemplaren). Een deel van de vogels blijft de gehele dag op het eiland.
- Vlieghoogtes van zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen zijn laag. Met name uit de kolonies ligt deze doorgaans onder de 40 meter. Zie ook Afbeelding 14.

Afbeelding 13: Vliegpatroon van zangvogels tijdens najaarstrek. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

Afbeelding 14: Vliegpatroon van zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw tijdens broedseizoen. Afkomstig uit Buijs, 2017d.

5 AANVARINGSSLACHTOFFERS SEIZOENSVOGELS

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de slachtofferschatting voor ‘seizoensvogels’ gegeven: vogels die op en rond de Oosterscheldekering broeden of overwinteren, of jaarrond aanwezig zijn. De slachtoffers tijdens de seizoenstrek worden beschreven in het volgende hoofdstuk.

5.2 Roggenplaat

Tabel 9 geeft een overzicht van de (verwachte) aanvaringsslachtoffers voor de Roggenplaat. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen 2020 en 2027 omdat het windpark de nieuwe turbines gefaseerd gerealiseerd worden.

Tabel 9: Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers voor de Roggenplaat. De berekening is de uitkomst van de formule die is beschreven in § 3.2.

Soort	Huidige situatie	Plan 2020		Plan 2027	
	Aantal (berekend) per jaar 4 windturbines, rotordiameter 82 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 80 meter** huidig + 2 windturbines, rotordiameter 80 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 90 meter** huidig + 2 windturbines, 120 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 80 meter** 6 windturbines, rotordiameter 80 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 90 meter** 6 windturbines 4 rotordiameter 90 meter + 2 rotordiameter 120 meter
Aalscholver	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Buizerd	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Gierzwaluw	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Grauwe gans	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Grote mantelmeeuw	0,09	0,14	0,13	0,14	0,13
Grote stern	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Holenduif	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Kleine mantelmeeuw	1,38	2,07	1,96	2,09	1,91
Kokmeeuw	0,15	0,23	0,22	0,23	0,21
Scholekster	0,15	0,23	0,22	0,23	0,21
Slechtvalk	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Stormmeeuw	0,25	0,37	0,35	0,37	0,34
Visdief	0,09	0,14	0,13	0,14	0,13
Wilde eend	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Zilvermeeuw	5,64	8,48	8,02	8,53	7,83

5.3 Neeltje Jans

Tabel 10 geeft een overzicht van de (verwachte) aanvaringsslachtoffers voor Neeltje Jans. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen 2020 en 2027, omdat de nieuwe windturbines gefaseerd gerealiseerd worden.

Tabel 10: Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers voor Neeltje Jans. De berekening is de uitkomst van de formule die is beschreven in § 3.2.

Soort	Huidige situatie	Plan 2020		Plan 2027	
	Aantal (berekend) per jaar 4 windturbines, rotordiameter 90 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 120 meter** 1 windturbine, rotordiameter 90 meter & 3 windturbines, rotordiameter 120 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 145 meter** 1 windturbine, rotordiameter 90 meter & 3 windturbines, rotordiameter 145 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 120 meter** 4 windturbines, rotordiameter 120 meter	**Aantal (berekend) bij rotordiameter van 145 meter** 4 windturbines, 145 meter
Aalscholver	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Buizerd	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Gierzwaluw	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Grauwe gans	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Grote mantelmeeuw	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07
Grote stern	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Holenduif	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Kleine mantelmeeuw	1,33	1,20	1,10	1,16	1,02
Kokmeeuw	0,15	0,13	0,12	0,13	0,11
Scholekster	0,15	0,13	0,12	0,13	0,11
Stormmeeuw	0,24	0,21	0,20	0,21	0,18
Visdief	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07
Wilde eend	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Zilvermeeuw	5,45	4,93	4,49	4,75	4,17

5.4 Poolvoet

Tabel 11 geeft een overzicht van de (verwachte) aanvaringsslachtoffers voor Poolvoet. In de huidige situatie is er geen windpark aanwezig en zijn er dus geen aanvaringsslachtoffers. Het park wordt niet gefaseerd gerealiseerd en is vanaf 2020 in bedrijf.

Tabel 11: Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers voor Poolvoet. De berekening is de uitkomst van de formule die is beschreven in § 3.2.

Soort	Plan 2020 Plan aantal (berekend) bij rotordiameter van 120 meter 2020: 2 windturbines, rotordiameter 120 meter	Plan aantal (berekend) bij rotordiameter van 145 meter 2020:2 windturbines, 145 meter
Aalscholver	0,01	0,01
Buizerd	0,01	0,01
Gierzwaluw	0,01	0,01
Grauwe gans	0,01	0,01
Grote mantelmeeuw	0,04	0,03
Grote stern	0,01	0,01
Holenduif	0,01	0,01
Kleine mantelmeeuw	0,58	0,51
Kokmeeuw	0,06	0,06
Scholekster	0,06	0,06
Stormmeeuw	0,10	0,09
Visdief	0,04	0,03
Wilde eend	0,01	0,01
Zilvermeeuw	2,38	2,08

5.5 Bouwdokken

Tabel 12 geeft een overzicht van de (verwachte) aanvaringsslachtoffers voor Bouwdokken. Het gaat hierbij om het windpark dat in de huidige situatie al aanwezig is.

Tabel 12: Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers voor Bouwdokken. De berekening is de uitkomst van de formule die is beschreven in § 3.2.

Soort	Huidige situatie Aantal (berekend) per jaar 9 windturbines, rotordiameter 127 meter
Aalscholver	0,06
Buizerd	0,06
Gierzwaluw	0,06
Grauwe gans	0,06
Grote mantelmeeuw	0,17
Grote stern	0,06
Holenduif	0,06
Kleine mantelmeeuw	2,52
Kokmeeuw	0,28
Lepelaar	0,80[1)]
Scholekster	0,28
Stormmeeuw	0,45
Visdief	0,17
Wilde eend	0,06
Zilvermeeuw	10,32

[1)]Op basis Lensink & Verbeek, 2015

5.6 Noordland Buiten

Tabel 13 geeft een overzicht van de (verwachte) aanvaringsslachtoffers voor Noordland Buiten. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen 2020 en 2027, omdat de nieuwe windturbines gefaseerd gerealiseerd worden.

Tabel 13: Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers voor Noordland Buiten. De berekening is de uitkomst van de formule die is beschreven in § 3.2.

Soort	Huidige situatie Aantal (berekend) per jaar 4 windturbines, rotordiameter 90 meter	Plan 2020 Aantal (berekend) bij rotordiameter van 120 meter 2 windturbines, rotordiameter 90 meter & 2 windturbines, rotordiameter 120 meter	Plan 2020 Aantal (berekend) bij rotordiameter van 145 meter 2 windturbines, rotordiameter 90 meter & 2 windturbines, rotordiameter 145 meter	Plan 2027 Aantal (berekend) bij rotordiameter van 120 meter 4 windturbines, rotordiameter 120 meter	Plan 2027 Aantal (berekend) bij rotordiameter van 145 meter 4 windturbines, 145 meter
Aalscholver	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Buizerd	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Gierzwaluw	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Grauwe gans	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Grote mantelmeeuw	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07
Grote stern	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Holenduif	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Kleine mantelmeeuw	1,33	1,25	1,18	1,16	1,02
Kokmeeuw	0,15	0,14	0,13	0,13	0,11
Scholekster	0,15	0,14	0,13	0,13	0,11
Stormmeeuw	0,24	0,22	0,21	0,21	0,18
Visdief	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07
Wilde eend	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Zilvermeeuw	5,45	5,10	4,81	4,75	4,17

5.7 Binnenhaven

Tabel 14 geeft een overzicht van de (verwachte) aanvaringsslachtoffers voor Binnenhaven. In de huidige situatie zij hier geen windturbines aanwezig. Het windpark is vanaf 2020 in bedrijf.

Tabel 14: Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers voor Binnenhaven. De berekening is de uitkomst van de formule die is beschreven in § 3.2.

Soort	Plan 2020 Aantal (berekend) bij rotordiameter van 120 meter 4 windturbines, rotordiameter 120 meter	Aantal (berekend) bij rotordiameter van 145 meter 4 windturbines, rotordiameter 145 meter
Aalscholver	0,03	0,02
Buizerd	0,03	0,02
Gierzwaluw	0,03	0,02
Grauwe gans	0,03	0,02
Grote mantelmeeuw	0,08	0,07
Grote stern	0,03	0,02
Holenduif	0,03	0,02
Kleine mantelmeeuw	1,16	1,02
Kokmeeuw	0,13	0,11
Scholekster	0,13	0,11
Stormmeeuw	0,21	0,18
Visdief	0,08	0,07
Wilde eend	0,03	0,02
Zilvermeeuw	4,75	4,17

5.8 Jacobahaven

Tabel 15 geeft een overzicht van de (verwachte) aanvaringsslachtoffers voor Jacobahaven. In 2020 zijn de huidige windturbines vervangen door nieuwe exemplaren.

Tabel 15: Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers voor Jacobahaven. De berekening is de uitkomst van de formule die is beschreven in § 3.2.

Soort	**Huidige situatie** Huidig aantal (berekend) per jaar **3 windturbines, rotordiameter 90 meter**	**Plan 2020** Plan aantal (berekend) bij rotordiameter van 120 meter **3 windturbines, rotordiameter 120 meter**	Plan aantal (berekend) bij rotordiameter van 145 meter **3 windturbines, 145 meter**
Aalscholver	0,02	0,02	0,02
Buizerd	0,02	0,02	0,02
Gierzwaluw	0,02	0,02	0,02
Grauwe gans	0,02	0,02	0,02
Grote mantelmeeuw	0,07	0,06	0,05
Grote stern	0,02	0,02	0,02
Holenduif	0,02	0,02	0,02
Kleine mantelmeeuw	1,00	0,87	0,76
Kokmeeuw	0,11	0,10	0,08
Scholekster	0,11	0,10	0,08
Stormmeeuw	0,18	0,15	0,14
Visdief	0,07	0,06	0,05
Wilde eend	0,02	0,02	0,02
Zilvermeeuw	4,09	3,56	3,13

6 AANVARINGSSLACHTOFFERS TREKVOGELS

De slachtoffers onder trekvogels (seizoenstrek) zijn berekend op de wijze zoals beschreven in § 3.3. In de onderstaande tabel is het totaal aantal slachtoffers per soort in de eindsituatie (2027) weergegeven. Omdat de situatie 2020 en 2027 een gelijk aantal turbines betreft een de verschillen tussen de turbines te klein zijn om onderscheid in aantallen slachtoffers onder trekvogels te maken, is daartussen geen verschil gemaakt. Alleen de soorten met minimaal 1 slachtoffer per jaar zijn in de tabel opgenomen. Het in onderstaande tabel weergegeven aantal is het totaalaantal, waarbij geen rekening is gehouden met saldering van de turbines die er in de huidige situatie al staan, en zullen verdwijnen ten behoeve van de bouw van turbines in 2020 en 2027. Het complete rekenblad is opgenomen in Bijlage C.

Tabel 16: Totaal aantal aanvaringsslachtoffers in de eindsituatie (2027). In deze getallen is geen rekening gehouden met de saldering (slachtoffers die in de referentiesituatie al vallen). Een compleet cumulatief overzicht, waarbij rekening is gehouden met saldering, is te vinden in hoofdstuk 7.

Soort	Aanvaringen (n)	Per turbine
Vink	141,52	4,42
Fitis	101,01	3,16
Huismus	71,59	2,24
Roodborst	66,17	2,07
Koolmees	55,80	1,74
Tjiftjaf	55,15	1,72
Veldleeuwerik	51,60	1,61
Goudhaantje	42,83	1,34
Winterkoning	41,49	1,30
Boompieper	41,48	1,30
Ringmus	39,05	1,22
Zwartkop	37,35	1,17
Merel	37,08	1,16
Zanglijster	20,02	0,63
Spreeuw	18,89	0,59
Grauwe Vliegenvanger	18,80	0,59
Boerenzwaluw	18,22	0,57
Witte Kwikstaart	17,84	0,56
Huiszwaluw	17,31	0,54
Bonte Vliegenvanger	16,85	0,53
Heggemus	16,75	0,52
Kneu	16,66	0,52
Koperwiek	14,83	0,46
Sijs	14,75	0,46
Keep	14,15	0,44
Kramsvogel	14,02	0,44
Goudvink	11,23	0,35
Gele Kwikstaart	9,77	0,31
Houtduif	9,37	0,29
Gekraagde Roodstaart	9,28	0,29
Barmsijs	8,62	0,27
Graspieper	8,47	0,26
Kruisbek	8,25	0,26
Vuurgoudhaantje	6,99	0,22
Blauwborst	5,96	0,19
Rietgors	5,82	0,18
Zwarte Roodstaart	5,30	0,17
Turkse Tortel	4,46	0,14
Tapuit	4,26	0,13
Kauw	4,21	0,13
Gierzwaluw	3,51	0,11
Kleine Karekiet	3,15	0,10
Grote Lijster	3,01	0,09
Oeverpieper	1,21	0,04

7 CUMULATIE

7.1 Inleiding

Cumulatie is bepaald voor alle turbines die op de Oosterscheldekering (inclusief Jacobahaven) aanwezig zijn of in de toekomst zullen worden geplaatst. De referentiesituatie bestaat uit de situatie 2017 zonder Bouwdokken, dus in totaal uit 15 windturbines (4 op de Roggenplaat, 4 van Windpark Neeltje Jans, 4 van Windpark Noordland Buiten en 3 van Windpark Jacobahaven). Vervolgens is de referentiesituatie gecumuleerd met (situatie 1) Bouwdokken, (situatie 2) Bouwdokken + projecten 2020 en (situatie 3) Bouwdokken + projecten 2027. Daarbij zijn de effecten van de te verwijderen turbines steeds gesaldeerd.

7.2 Afbakening cumulatie

7.2.1 Gebiedenbescherming

De Wet natuurbescherming vraagt om een cumulatieve beoordeling van plannen en projecten. Van belang daarbij is duidelijk te begrenzen welke projecten wel en niet meegenomen worden in de cumulatie. Voor het bepalen van die grens kan niet een vaste afstand gehanteerd worden. In de situatie van de nieuw te bouwen windparken op de Oosterscheldekering, is er met name sprake van effecten op soorten waarvoor in de Oosterschelde een instandhoudingsdoelstelling geldt. Dat betekent dat de cumulatieve effecten op dit gebied in beeld moeten worden gebracht. Om die reden zijn alle windparken, nieuw te bouwen, maar ook volledigheidshalve de bestaande, in de cumulatiebeoordeling betrokken.

Tevens zijn effecten onderzocht op soorten waarvoor in de Voordelta een instandhoudingsdoelstelling geldt. Ten aanzien van deze soorten is de cumulatie ook beperkt tot de windparken rond op de Oosterscheldekering. De andere windparken (o.a. Slufter/Maasvlakte) liggen op zodanige afstand dat er geen ecologische relatie is tussen beide delen van de Voordelta. Om die reden is het niet logisch cumulatie met windparken op grote afstand te bepalen. Cumulatie met windparken op zee is eveneens buiten beschouwing legalten, op basis van de afstand en de grotendeels afwijkende soortensamenstelling.

Bij het bepalen van de cumulatie is het windpark op Noord-Beveland (huidig windpark op deze locatie heet Jacoba-Rip-polder, het op deze locatie nieuw te bouwen windpark heet Noord-Beveland) ook meegenomen, hoewel de soortensamenstelling van de slachtoffers voor een groot deel afwijkt van de slachtoffers bij de windparken op en aan de Oosterscheldekering. Uit het onderzoek voor Windpark Noord-Beveland (Van Vliet *et al.*, 2015; Verbeek & Kleyheeg-Hartman 2015) blijkt dat de soortensamenstelling van de slachtoffers wezenlijk verschilt van de soorten waaronder op de Oosterscheldekering (inclusief Jacobahaven) slachtoffers verwacht worden. Tevens is Windpark Noord-Beveland niet direct aan de kust gelegen en ligt het buiten de belangrijkste vliegroute die door de vogels die langs de Oosterscheldekering trekken wordt gebruikt, zie onderstaande afbeelding. Cumulatie is alleen bepaald voor soorten waaronder ook voor de parken aan de Oosterscheldekering slachtoffers worden verwacht. Er is voor windpark Noord-Beveland geen flux-collision model of andere wijze van berekenen gebruikt voor de voorspelling: er is uitgegaan van een maximaal aantal slachtoffers van 15 vogels met turbine per jaar (dus 60 totaal). Dit aantal is met een expertschatting verdeeld over de in het plangebied voorkomende soorten. Het rapport (Van Vliet *et al.*, 2015) bevat daarbij tegenstrijdige informatie. In de tekst wordt gesproken van maximaal 10 slachtoffers onder meeuwen (alle soorten samen) per jaar, in de tabel wordt een schatting van 10-32 meeuwen gegeven. Voor kleine zangvogels wordt alleen een schatting gegeven van het totaal (enkele 10-tallen vogels per jaar, niet uitgesplitst naar soorten) per jaar. Daarbij komt dat de rapporten alleen de slachtofferaantallen voor het nieuwe park beschrijven, maar niet voor de huidige situatie (een windpark met 5 kleinere turbines).

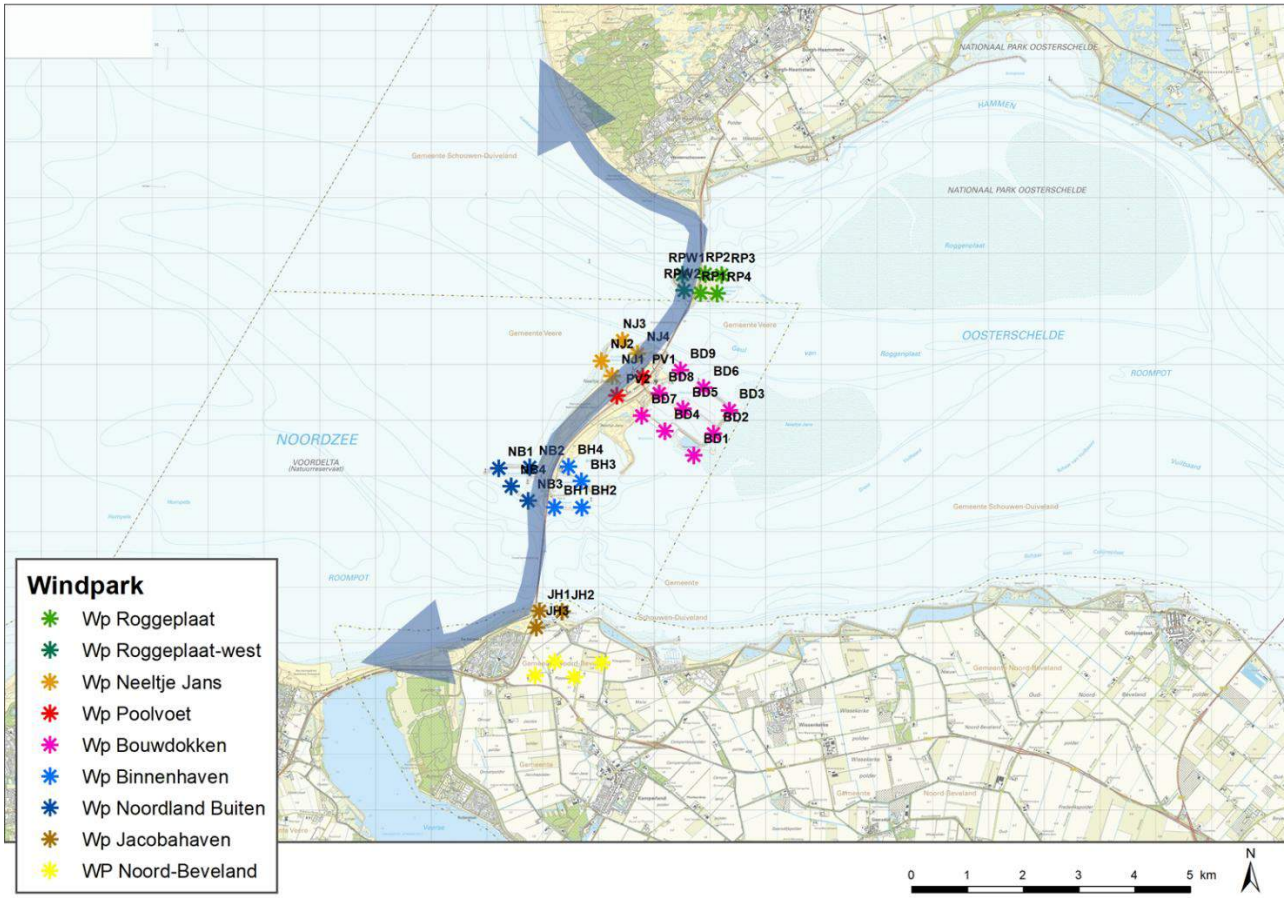
Doordat de gegevens op deze wijze gepresenteerd zijn en de aantallen slachtoffers in de huidige situatie niet bekend zijn, is het niet mogelijk de cumulatie-berekening voor Noord-Beveland uit te voeren op de wijze zoals dat in dit rapport is gedaan voor de andere windparken. Daarom is de cumulatie van aanvaringsslachtoffers van de windparken op en bij de Oosterscheldekering met die van Windpark Noord-Beveland in een beschrijvende vorm uitgevoerd. Daarbij is uitgegaan van de informatie die is gepresenteerd in Van Vliet *et al.* (2015) en Verbeek & Kleyheeg-Hartman (2015) zoals opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 17 Verwachtte slachtoffers Windpark Noord-Beveland

Soort	Aantal per jaar
Kleine mantelmeeuw[1)]	3-10
Zilvermeeuw[1)]	3-10
Kokmeeuw[1)]	3-10
Stormmeeuw[1)]	1-2
Wilde eend[2)]	3-10
Grauwe gans[3)]	< 1
Goudplevier[4)]	1-2

[1)]Samen maximaal 10 meeuwen per jaar; in de cumulatieberekening is daarom voor iedere meeuwensoort van de ondergrens uitgegaan.
[2)]Volgens Van Vliet et al. (2015). Verbeek & Kleyheeg-Hartman (2015) noemt maximaal enkele slachtoffers per jaar, in de rekentabellen is uitgegaan van 6,5 slachtoffers per jaar (het gemiddelde van 3 en 10).
[3)]Voor de grauwe gans word in de rekentabellen 0,5 slachtoffer per jaar aangehouden
[4)]Geen slachtoffers bij de Oosterscheldekering, cumulatie niet relevant.

Volgens Verbeek & Kleyheeg-Hartman (2015) is het gesaldeerde aantal slachtoffers nihil voor windpark Noord-Beveland, omdat het aantal slachtoffers in de plansituatie niet wezenlijk zal verschillen van dat in de huidige situatie. Daarom wordt in het vervolg, bij het bepalen van de cumulatie voor Windpark Noord-Beveland uitgegaan van gelijke aantallen slachtoffers voor de huidige situatie en de plansituatie.



Afbeelding 15 Vliegroute (blauwe pijl) langs de Oosterscheldekering en aansluitende delen van de Noordzeekust.

7.2.2 Soortenbescherming

Het hoofdstuk soortenbescherming van de Wet natuurbescherming vraagt niet expliciet om een cumulatietoets. Echter, een ontheffing kan alleen worden verleend wanneer wordt aangetoond dat de staat van instandhouding van de betreffende soort niet wordt aangetast. Daaruit volgt wel de noodzaak tot het in kaart brengen van cumulatieve effecten, om goed onderbouwd te kunnen vaststellen of er sprake is van een effect op de staat van instandhouding

Voor beschermde soorten is getoetst aan het effect op de lokale populatie voor de dieren die als seizoensvogel (broedvogel, overwinteraar of jaarrond) in het gebeid aanwezig zijn. Voor de trekvogels (seizoenstrek) is getoetst aan het effect op de flyway-populatie.

Voor de seizoensvogels geldt dat wanneer wordt getoetst aan de lokale populatie, volstaan kan worden met cumulatie zoals in het voorgaande beschreven: alleen de windparken met effecten op deze lokale populatie zijn betrokken. Voor de seizoenstrek zou in theorie gecumuleerd kunnen worden met alle windparken in de gehele flyway. Dat is echter niet mogelijk, omdat de kennis en informatie die voor een dergelijke toets nodig is niet bestaat. Daarom is voor de seizoenstrek een berekening uitgevoerd voor de gecumuleerde windparken zoals dat ook is gedaan voor de andere vogels. De conclusie daarvan is dat het aantal slachtoffers zo ver onder de 1%-norm voor additionele sterfte ligt (minimaal een factor 1.000 lager) dat een nadere cumulatieve beoordeling achterwege kan blijven.

7.3 Aanlegfase

In de aanlegfase is geen sprake van specifieke aanvaringsslachtoffers of barrièrewerking. Beide zijn het gevolg van de gebruiksfase. In de aanlegfase is voornamelijk sprake van verstoring van aanwezige vogels.

Wanneer tijdens het broedseizoen werkzaamheden plaatsvinden, dan kan dit leiden tot een verstoring van broedende vogels. Het is voor veel vogels mogelijk om uit te wijken naar broedplaatsen in de omgeving, onder de voorwaarden dat de werkzaamheden aan het begin van het broedseizoen beginnen en dat er op andere locaties niet ook gewerkt wordt. Maar bij maximale verstoring (bijvoorbeeld bij gebruik van aanvoerroutes met zwaar materieel, heien van funderingen) is het mogelijk dat alle aanwezige vogels verstoord worden. Voor broedvogels zijn maximale aantallen die in cumulatie verstoord worden weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18: Maximale aantallen broedvogels die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden.

Soort	Roggen-plaat	Neeltje Jans & Poolvoet	Bouw-dokken[1)]	Noordland Buiten	Binnen-haven	Jacoba-haven[1)]	TOTAAL
Aalscholver	20		X				20
Bergeend	5		X		3		8
Bontbekplevier	3	3	X	5	2		13
Braamsluiper		1					1
Dwergstern		2					2
Eider	7		X				7
Ekster	2			1	4		7
Fitis	3	9			7		19
Grasmus	2	4		1	7		14
Graspieper		2			1		3
Grauwe gans	15		X				15
Heggenmus	1	9			8		18
Holenduif	2				4		6
Houtduif					2		2
Kauw					7		7
Kleine mantelmeeuw	41			153	37		231
Kneu	4	7		2	8		21
Koolmees					1		1
Kuifaalscholver			X				
Merel	1	2			1		4
Nachtegaal	2	3			1		6
Patrijs			X				
Pimpelmees					1		1
Scholekster	34	9	X	14	14		71
Slechtvalk	1						1
Stormmeeuw	10			44	4		58
Strandplevier			X				
Turkse tortel					1		1
Wilde eend	1						1
Winterkoning		4			6		10
Zilvermeeuw	134	1		100	67		302
Zwarte kraai	1						1

[1)]Alleen bekend welke soorten er broeden, geen aantallen bekend.

[2)]Geen informatie over broedvogels beschikbaar

7.4 Gebruiksfase

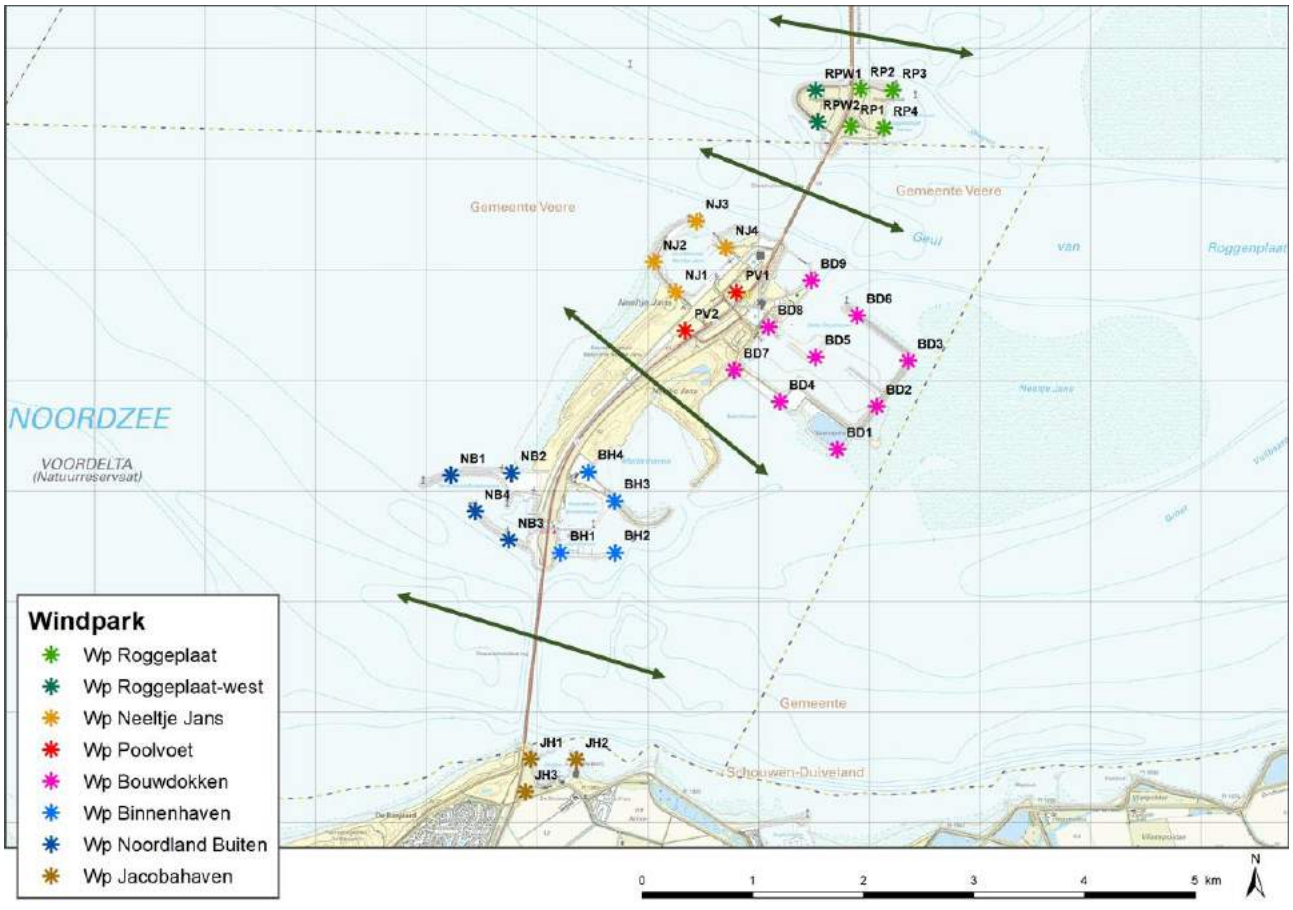
In de gebruiksfase is er mogelijk sprake van verstoring, barrièrewerking en de aanvaringsslachtoffers.

7.4.1 Verstoring

Verstoring zorgt mogelijk voor dat vogels de kering tijdens het vliegen mijden. Dit blijkt echter niet uit de verzamelde vogelgegevens op de Roggenplaat en Neeltje Jans. Broedvogels, foeragerende vogels en trekvogels passeren allemaal de Oosterscheldekering, ondanks de aanwezigheid van windturbines. Daarom zal er in de gebruiksfase geen sprake zijn van relevante effecten als gevolg van de gecumuleerde verstoring van de verschillende windparken op de Oosterscheldekering.

7.4.2 Barrièrewerking

Barrièrewerking is een effect dat optreedt door een combinatie van andere effecten. Van barrièrewerking is sprake als de passage van vogels gehinderd wordt. Een aantal soorten passeren de windparken niet tussen de turbines door, maar vliegen eromheen. Uit het onderzoek van Buijs (zie hoofdstuk 4) blijkt bijvoorbeeld dat de aalscholver om de bestaande windparken heen vliegt. Voor dergelijke soorten kan toename van het aantal windturbines in cumulatie leiden tot effecten als gevolg van barrièrewerking. Aangezien de windparken alleen op de eilanden in de Oosterschelde (Roggenplaat, Neeltje Jans) en aan de zuidzijde wordt gebouwd, zijn de barrières geclusterd. Over grote afstanden, namelijk over de eigenlijke kering en het centrale deel van Neeltje Jans, blijft ruim voldoende ruimte tussen de verschillende onderdelen van het windpark om de Oosterscheldekering te passeren.



Figuur 3 Mogelijkheden voor passage Oosterscheldekering tussen de bestaande en nieuw te bouwen windparken.

7.4.3 Cumulatie slachtoffers seizoensvogels

De cumulatie is voor seizoensvogels in drie stappen bepaald. Als eerste is de referentiesituatie gecumuleerd met windpark Bouwdokken. Vervolgens is die situatie gecumuleerd met de in 2020 te bouwen (delen van) windparken, waarbij de turbines die verdwijnen ten behoeve van deze ontwikkeling in de berekening zij gesaldeerd. Als derde is de cumulatie voor de situatie in 2027 bepaald, waarbij ook weer is gesaldeerd met de turbines die ten behoeve daarvan zullen verdwijnen. De resultaten van deze drie cumulatiestappen zijn in onderstaande tabellen getoond. Tabel 19, Tabel 20 en Tabel 21 geven een overzicht van de aanvaringsslachtoffers van alle plannen op de Oosterscheldekering bij elkaar opgeteld. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen huidige situatie, 2020 en 2027 en de varianten met alle rotordiameters minimaal en maximaal. Op deze manier is de range van de cumulatieve effecten inzichtelijk gemaakt. De tabellen met de totaaloverzichten zonder saldering zijn opgenomen in Bijlage B. Omdat het gesaldeerde aantal slachtoffers van Windpark Noord-Beveland nihil is (huidige situatie en plansituatie zijn gelijk), is Windpark Noord-Beveland alleen opgenomen in Bijlage B en niet in onderstaande tabellen, omdat daarin alleen de gesaldeerde slachtofferaantallen zijn opgenomen.

Tabel 19: Cumulatie van windpark Bouwdokken met de referentiesituatie.

	Roggenplaat	Neeltje Jans	Bouwdokken	Noordland Buiten	Jacobahaven	Noord-Bevelend (R. Rippolder)	TOTAAL
Aantal windturbines	4	4	9	4	3		
Rotordiameter (m)	82	90	127	90	90		
Aalscholver	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,00	0,17
Bergeend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bontbekplevier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buizerd	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,00	0,17
Drieteenmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eider	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ekster	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fitis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gierzwaluw	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,00	0,17
Grauwe gans	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,50	0,67
Grote mantelmeeuw	0,09	0,09	0,17	0,09	0,07	0,00	0,50
Grote stern	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,00	0,17
Heggenmus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Holenduif	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,00	0,17
Jan van Gent	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kleine mantelmeeuw	1,38	1,33	2,52	1,33	1,00	3,00	10,57
Kneu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kokmeeuw	0,15	0,15	0,28	0,15	0,11	3,00	3,84
Lepelaar	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80
Merel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nachtegaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Postduif	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rotgans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Scholekster	0,15	0,15	0,28	0,15	0,11	0,00	0,84
Slechtvalk	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Stormmeeuw	0,25	0,24	0,45	0,24	0,18	1,00	2,35
Visdief	0,09	0,09	0,17	0,09	0,07	0,00	0,50
Wilde eend	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	6,50	6,67
Zeekoet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zilvermeeuw	5,64	5,45	10,32	5,45	4,09	3,00	33,96
Zwarte kraai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 20: Cumulatie van de in 2020 te bouwen turbines met Bouwdokken en referentiesituatie. Er is gesaldeerd met de aantallen slachtoffers van de turbines die verdwijnen.

	Minimumvariant								Maximumvariant							
Aantal windturbines	**Roggenplaat 4**	**Neeltje Jans 1**	**Poolvoet 2**	**Bouwdokken 9**	**Noordland Buiten 2**	**Binnenhaven 4**	**Jacobahaven 3**	**TOTAAL**	**Roggenplaat 4**	**Neeltje Jans 1**	**Poolvoet 2**	**Bouwdokken 9**	**Noordland Buiten 2**	**Binnenhaven 4**	**Jacobahaven 3**	**TOTAAL**
	2	**3**			**2**				**2**	**3**			**2**			
Rotordiameter (m)	**82**	**90**	**120**	**127**	**90**	**120**	**120**		**82**	**90**	**145**	**127**	**90**	**145**	**145**	
	80	**120**			**120**				**120**	**145**			**145**			
Aalscholver	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,00	0,02	-0,01	**0,09**
Bergeend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Bontbekplevier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Buizerd	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,00	0,02	-0,01	**0,09**
Drieteenmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Eider	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Ekster	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Fitis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Gierzwaluw	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,00	0,02	-0,01	**0,09**
Grauwe gans	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,00	0,02	-0,01	**0,09**
Grote mantelmeeuw	0,05	-0,01	0,04	0,17	-0,01	0,08	-0,01	**0,31**	0,04	-0,02	0,03	0,17	-0,01	0,07	-0,02	**0,27**
Grote stern	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,00	0,02	-0,01	**0,09**
Heggenmus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Holenduif	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,00	0,02	-0,01	**0,09**
Jan van Gent	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Kleine mantelmeeuw	0,70	-0,13	0,58	2,52	-0,09	1,16	-0,13	**4,62**	0,58	-0,24	0,51	2,52	-0,16	1,02	-0,24	**4,01**
Kneu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Kokmeeuw	0,08	-0,01	0,06	0,28	-0,01	0,13	-0,00	**0,51**	0,06	-0,03	0,06	0,28	-0,02	0,11	-0,03	**0,45**

	Minimumvariant								Maximumvariant							
	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL
Aantal windturbines	4	1	2	9	2	4	3		4	1	2	9	2	4	3	
	2	3			2				2	3			2			
Rotordiameter (m)	82	90	120	127	90	120	120		82	90	145	127	90	145	145	
	80	120			120				120	145			145			
Lepelaar	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	**0,80**	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	**0,80**
Merel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Nachtegaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Postduif	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Rotgans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Scholekster	0,08	-0,01	0,06	0,28	-0,01	0,13	-0,01	**0,51**	0,06	-0,03	0,06	0,28	-0,02	0,11	-0,03	**0,45**
Slechtvalk	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,02**	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,01**
Stormmeeuw	0,12	-0,02	0,10	0,45	-0,02	0,21	-0,02	**0,82**	0,10	-0,04	0,09	0,45	-0,03	0,18	-0,04	**0,71**
Visdief	0,05	-0,01	0,04	0,17	-0,01	0,08	-0,01	**0,31**	0,04	-0,02	0,03	0,17	-0,01	0,07	-0,02	**0,27**
Wilde eend	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,00	0,02	-0,01	**0,09**
Zeekoet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Zilvermeeuw	2,84	-0,53	2,38	10,32	-0,35	4,75	-0,53	**18,89**	2,38	-0,96	2,08	10,32	-0,64	4,17	-0,96	**16,38**
Zwarte kraai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**

Tabel 21: Cumulatie van de in 2027 te bouwen turbines met Bouwdokken en referentiesituatie. Er is gesaldeerd met de aantallen slachtoffers van de turbines die verdwijnen.

	Minimumvariant								Maximumvariant							
Aantal windturbines	Roggenplaat 6	Neeltje Jans 4	Poolvoet 2	Bouwdokken 9	Noordland Buiten 4	Binnenhaven 4	Jacobahaven 3	TOTAAL	Roggenplaat 4 2	Neeltje Jans 4	Poolvoet 2	Bouwdokken 9	Noordland Buiten 4	Binnenhaven 4	Jacobahaven 3	TOTAAL
Rotordiameter (m)	80	120	120	127	120	120	120		90 120	145	145	127	145	145	145	
Aalscholver	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	-0,01	**0,08**
Bergeend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Bontbekplevier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Buizerd	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	-0,01	**0,08**
Drieteenmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Eider	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Ekster	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Fitis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Gierzwaluw	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	-0,01	**0,08**
Grauwe gans	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	0,01	**0,08**
Grote mantelmeeuw	0,05	-0,01	0,04	0,17	-0,01	0,08	-0,01	**0,30**	0,04	-0,02	0,03	0,17	-0,02	0,07	-0,02	**0,25**
Grote stern	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	-0,01	**0,08**
Heggenmus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Holenduif	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	-0,01	**0,08**
Jan van Gent	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Kleine mantelmeeuw	0,71	-0,17	0,58	2,52	-0,17	1,16	-0,13	**4,50**	0,54	-0,31	0,51	2,52	-0,31	1,02	-0,24	**3,72**
Kneu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Kokmeeuw	0,08	-0,02	0,06	0,28	-0,02	0,13	-0,01	**0,50**	0,06	-0,03	0,06	0,28	--0,03	0,11	--0,03	**0,41**
Lepelaar	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	**0,80**	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	**0,80**
Merel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**

	Minimumvariant								Maximumvariant							
Aantal windturbines	Roggenplaat 6	Neeltje Jans 4	Poolvoet 2	Bouwdokken 9	Noordland Buiten 4	Binnenhaven 4	Jacobahaven 3	TOTAAL	Roggenplaat 4 2	Neeltje Jans 4	Poolvoet 2	Bouwdokken 9	Noordland Buiten 4	Binnenhaven 4	Jacobahaven 3	TOTAAL
Rotordiameter (m)	80	120	120	127	120	120	120		90 120	145	145	127	145	145	145	
Nachtegaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Postduif	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Rotgans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Scholekster	0,08	-0,02	0,06	0,28	-0,02	0,13	-0,01	**0,50**	0,06	-0,03	0,06	0,28	-0,03	0,11	-0,03	**0,41**
Slechtvalk	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,02**	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,01**
Stormmeeuw	0,13	-0,03	0,10	0,45	-0,03	0,21	-0,02	**0,80**	0,10	-0,06	0,09	0,45	-0,06	0,18	-0,04	**0,66**
Visdief	0,05	-0,01	0,04	0,17	-0,01	0,08	-0,01	**0,30**	0,04	-0,02	0,03	0,17	-0,02	0,07	-0,02	**0,25**
Wilde eend	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	**0,10**	0,01	-0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	-0,01	**0,08**
Zeekoet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Zilvermeeuw	2,89	-0,70	2,38	10,32	-0,70	4,75	-0,53	**18,41**	2,19	-1,29	2,08	10,32	-1,29	4,17	-0,96	**15,23**
Zwarte kraai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**

7.4.4 Cumulatie slachtoffers trekvogels

De cumulatie is voor trekvolgels (seizoenstrek) in twee stappen bepaald. Als eerste is de referentiesituatie gecumuleerd met windpark Bouwdokken. Vervolgens is die situatie gecumuleerd met de in 2020 en 2027 te bouwen (delen van) windparken, waarbij de effecten van turbines die verdwijnen ten behoeve van deze ontwikkeling in de berekening zijn gesaldeerd. De slachtofferkans is voor de turbines die in de huidige situatie aanwezig zijn en de nieuw te bouwen turbines gelijk. De verschillen tussen de turbines zijn te klein om onderscheid in aantallen slachtoffers onder trekvogels te maken. Omdat het aantal turbines in de situatie 2020 en 2027 gelijk is, is tussen deze situaties geen onderscheid gemaakt. Voor de slachtofferberekening in de huidige situatie is het bestaande windpark Noord-Beveland (J. Rippolder) meegenomen, de berekende plansituaties is berekend met het nieuwe windpark Noord-Beveland.

Tabel 22: Totaal aanvaringsslachtoffers per jaar onder trekvogels in de referentiesituatie, de referentiesituatie gecumuleerd met Bouwdokken en Noord-Beveland en Referentie + Bouwdokken + Noord-Beveland gecumuleerd met de windturbines die in 2020 en 2027 worden gebouwd. Alleen soorten waarvan minimaal één slachtoffer per jaar berekend is, zijn in deze tabel opgenomen.

Nederlandse naam	Referentie	Deel van jaarlijkse sterfte (%)	Referentie gecumuleerd met Bouwdokken & Noord-Bevelenad	Toename	Deel van jaarlijkse sterfte (%)	Referentie gecumuleerd met Bouwdokken & Noord-Beveland en projecten 2020 en 2027	Toename	Deel van jaarlijkse sterfte (%)
Vink	83,39	0,0000%	120,92	37,53	0,0000%	150,11	66,72	0,0001%
Fitis	59,52	0,0000%	86,31	26,79	0,0000%	107,14	47,62	0,0001%
Huismus	42,18	0,0000%	61,17	18,98	0,0000%	75,93	33,75	0,0001%
Roodborst	38,99	0,0000%	56,54	17,55	0,0000%	70,19	31,19	0,0001%
Koolmees	32,88	0,0000%	47,68	14,80	0,0000%	59,19	26,31	0,0001%
Tjiftjaf	32,50	0,0000%	47,12	14,62	0,0000%	58,49	26,00	0,0001%
Veldleeuwerik	30,40	0,0000%	44,09	13,68	0,0000%	54,73	24,32	0,0001%
Goudhaantje	25,24	0,0000%	36,59	11,36	0,0000%	45,43	20,19	0,0001%
Winterkoning	24,45	0,0000%	35,45	11,00	0,0000%	44,00	19,56	0,0001%
Boompieper	24,44	0,0000%	35,44	11,00	0,0000%	44,00	19,55	0,0001%
Ringmus	23,01	0,0000%	33,36	10,35	0,0000%	41,42	18,41	0,0001%
Zwartkop	22,01	0,0000%	31,91	9,90	0,0000%	39,61	17,61	0,0001%
Merel	21,85	0,0000%	31,68	9,83	0,0000%	39,33	17,48	0,0001%
Zanglijster	11,80	0,0000%	17,11	5,31	0,0000%	21,24	9,44	0,0001%
Spreeuw	11,13	0,0000%	16,14	5,01	0,0000%	20,03	8,90	0,0001%
Grauwe Vliegenvanger	11,08	0,0000%	16,06	4,99	0,0000%	19,94	8,86	0,0001%
Boerenzwaluw	10,74	0,0000%	15,57	4,83	0,0000%	19,33	8,59	0,0001%
Witte Kwikstaart	10,51	0,0000%	15,24	4,73	0,0000%	18,92	8,41	0,0001%
Huiszwaluw	10,20	0,0000%	14,79	4,59	0,0000%	18,36	8,16	0,0001%
Bonte Vliegenvanger	9,93	0,0000%	14,39	4,47	0,0000%	17,87	7,94	0,0001%
Heggemus	9,87	0,0000%	14,31	4,44	0,0000%	17,77	7,90	0,0001%
Kneu	9,82	0,0000%	14,24	4,42	0,0000%	17,67	7,85	0,0001%
Koperwiek	8,74	0,0000%	12,67	3,93	0,0000%	15,73	6,99	0,0001%
Sijs	8,69	0,0000%	12,61	3,91	0,0000%	15,65	6,95	0,0001%
Keep	8,34	0,0000%	12,09	3,75	0,0000%	15,01	6,67	0,0001%

Nederlandse naam	Referentie	Deel van jaarlijkse sterfte (%)	Referentie gecumuleerd met Bouwdokken & Noord-Bevelenad	Toename	Deel van jaarlijkse sterfte (%)	Referentie gecumuleerd met Bouwdokken & Noord-Beveland en projecten 2020 en 2027	Toename	Deel van jaarlijkse sterfte (%)
Kramsvogel	8,26	0,0000%	11,98	3,72	0,0000%	14,87	6,61	0,0001%
Goudvink	6,62	0,0000%	9,60	2,98	0,0000%	11,92	5,30	0,0001%
Gele Kwikstaart	5,76	0,0000%	8,35	2,59	0,0000%	10,36	4,61	0,0001%
Houtduif	5,52	0,0000%	8,00	2,48	0,0000%	9,94	4,42	0,0001%
Gekraagde Roodstaart	5,47	0,0000%	7,93	2,46	0,0000%	9,84	4,37	0,0001%
Barmsijs	5,08	0,0000%	7,37	2,29	0,0000%	9,15	4,07	0,0001%
Graspieper	4,99	0,0000%	7,24	2,25	0,0000%	8,99	3,99	0,0001%
Kruisbek	4,86	0,0000%	7,05	2,19	0,0000%	8,75	3,89	0,0001%
Vuurgoudhaantje	4,12	0,0000%	5,97	1,85	0,0000%	7,42	3,30	0,0001%
Blauwborst	3,51	0,0000%	5,09	1,58	0,0000%	6,32	2,81	0,0001%
Rietgors	3,43	0,0000%	4,98	1,54	0,0000%	6,18	2,75	0,0001%
Zwarte Roodstaart	3,12	0,0000%	4,53	1,40	0,0000%	5,62	2,50	0,0001%
Turkse Tortel	2,63	0,0000%	3,81	1,18	0,0000%	4,73	2,10	0,0001%
Tapuit	2,51	0,0000%	3,64	1,13	0,0000%	4,52	2,01	0,0001%
Kauw	2,48	0,0000%	3,60	1,12	0,0000%	4,47	1,99	0,0001%
Gierzwaluw	2,07	0,0000%	3,00	0,93	0,0000%	3,72	1,65	0,0001%
Kleine Karekiet	1,85	0,0000%	2,69	0,83	0,0000%	3,34	1,48	0,0001%
Grote Lijster	1,77	0,0000%	2,57	0,80	0,0000%	3,19	1,42	0,0001%

BRONNEN

- Baptist, H., 2005. Vogelslachtofferonderzoek Roggenplaat, 2004-2005. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, in opdracht van E-Connection Project BW Bunnik, namens Windpark Roggenplaat. Rapport 2005/3, d.d. 26 juli 2005.
- Baptist, H., 2017. Vogelslachtofferonderzoek Roggenplaat, 2004-2016. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, in opdracht van E-Connection Project BV Bunnik, namens Windpark Roggenplaat. Rapport 2017-3, in prep., concept d.d. juni 2017.
- Buijs, R.J., 2016. Monitoring Lepelaar vliegbewegingen 2016. Memonummer 160901-080, d.d. 6 september 2016. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie in opdracht van E-connection.
- Buijs, R.J., 2017a. Eerste resultaten vliegbewegingen Roggenplaat. Memonummer 170303-031, d.d. 16 mei 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie in opdracht van E-connection.
- Buijs, R.J., 2017b. Monitoring 2017. Memonummer 171503-052, d.d. 28 augustus 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie in opdracht van E-connection.
- Buijs, R.J., 2017c. Broedvogels Noordland, Vluchthaven en strand Topshuis, zuidelijke Mattenhaven. Memonummer 171503-053, d.d. 28 augustus 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie in opdracht van E-connection.
- Buijs, R.J., 2017d. Belangrijkste vliegbewegingen Neeltje Jans. Memonummer 171011-001, d.d. 13 november 2017. Buijs Eco Consult B.V. Adviseurs Ecologie in opdracht van BTL Advies.
- Lensink, R., & Verbeek, R.G., 2015. Windpark Bouwdokken en effecten op Natura 2000-gebieden *Actualisatie van de Passende Beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998.* Rapportnummer 15-064, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird collisions Deltares v.1-0.xls'. Deltares, 2008.
- Verbeek, R.G., J.C. Kleyheeg-Hartman 2015, Oriëntatiefase Windpark Noord-Beveland Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Rapportnummer 15-281. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Vliet, F. van, Straalen, K.D. van, Kleyheeg-Hartman, J.C., 2015. Effecten op beschermde soorten van Windpark Noord-Beveland *Onderzoek in het kader van de Flora- en faunawet.* Rapportnummer 15-134. Bureau Waardenburg, Culemborg.

BIJLAGE A SLACHTOFFERAANTALLEN ROGGENPLAAT

Soort	Aantal aanvarings-slachtoffers totale periode (2004-2016) (turbine + zog)	% van totaal (261)	Aantal aanvarings-slachtoffers 2004-2005 (Baptist, 2005)	% van totaal (116)
Aalscholver	1	0,4		-
Buizerd	1	0,4		-
Gierzwaluw	1	0,4	1	0,9
Grauwe gans	1	0,4		-
Grote mantelmeeuw	3	1,1	1	0,9
Grote stern	1	0,4	1	0,9
Holenduif	1	0,4	1	0,9
Kleine mantelmeeuw	45	17,2	12	10,3
Kokmeeuw	5	1,9	2	1,7
Scholekster	5	1,9	4	3,4
Slechtvalk	1	0,4		-
Stormmeeuw	8	3,1	6	5,2
Visdief	3	1,1	4	3,4
Wilde eend	1	0,4	1	0,9
Zilvermeeuw	184	70,5	83	71,6

BIJLAGE B CUMULATIE SLACHTOFFERS SEIZOENSVOGELS

Huidige situatie (Referentie)	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	Noord-Beveland (J. Rippolder)	Totaal
Aantal windturbines	4	4	-	-	4	-	3	5	
Rotordiameter (m)	82	90	-	-	90	-	90	?	
Aalscholver	0,03	0,03			0,03		0,02	0,00	0,11
Bergeend	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Bontbekplevier	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Buizerd	0,03	0,03			0,03		0,02	0,00	0,11
Drieteenmeeuw	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Eider	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Ekster	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Fitis	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Gierzwaluw	0,03	0,03			0,03		0,02	0,00	0,11
Grauwe gans	0,03	0,03			0,03		0,02	0,50	0,61
Grote mantelmeeuw	0,09	0,09			0,09		0,07	0,00	0,34
Grote stern	0,03	0,03			0,03		0,02	0,00	0,11
Heggenmus	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Holenduif	0,03	0,03			0,03		0,02	0,00	0,11
Jan van Gent	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Kleine mantelmeeuw	1,38	1,33			1,33		1,00	3,00	8,05
Kneu	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Kokmeeuw	0,15	0,15			0,15		0,11	3,00	3,56
Merel	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Nachtegaal	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Postduif	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Rotgans	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Scholekster	0,15	0,15			0,15		0,11	0,00	0,56
Slechtvalk	0,03	0,00			0,00		0,00	0,00	0,03
Stormmeeuw	0,25	0,24			0,24		0,18	1,00	1,90
Visdief	0,09	0,09			0,09		0,07	0,00	0,34
Wilde eend	0,03	0,03			0,03		0,02	6,50	6,61
Zeekoet	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Zilvermeeuw	5,64	5,45			5,45		4,09	3,00	23,64
Zwarte kraai	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00

Referentie in cumulatie met Bouwdokken	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	Noord-Beveland (J. Rippolder)	Totaal
Aantal windturbines	4	4	-	9	4	-	3	5	
Rotordiameter (m)	82	90	-	127	90	-	90	?	
Aalscholver	0,03	0,03		0,06	0,03		0,02	0,00	0,17
Bergeend	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Bontbekplevier	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Buizerd	0,03	0,03		0,06	0,03		0,02	0,00	0,17
Drieteenmeeuw	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Eider	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Ekster	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Fitis	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Gierzwaluw	0,03	0,03		0,06	0,03		0,02	0,00	0,17
Grauwe gans	0,03	0,03		0,06	0,03		0,02	0,50	0,67
Grote mantelmeeuw	0,09	0,09		0,17	0,09		0,07	0,00	0,50
Grote stern	0,03	0,03		0,06	0,03		0,02	0,00	0,17
Heggenmus	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Holenduif	0,03	0,03		0,06	0,03		0,02	0,00	0,17
Jan van Gent	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Kleine mantelmeeuw	1,38	1,33		2,52	1,33		1,00	3,00	10,57
Kneu	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Kokmeeuw	0,15	0,15		0,28	0,15		0,11	3,00	3,84
Lepelaar	0,00	0,00		0,80	0,00		0,00	0,00	0,80
Merel	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Nachtegaal	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Postduif	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Rotgans	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Scholekster	0,15	0,15		0,28	0,15		0,11	0,00	0,84
Slechtvalk	0,03	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,03
Stormmeeuw	0,25	0,24		0,45	0,24		0,18	1,00	2,35
Visdief	0,09	0,09		0,17	0,09		0,07	0,00	0,50
Wilde eend	0,03	0,03		0,06	0,03		0,02	6,50	6,67
Zeekoet	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Zilvermeeuw	5,64	5,45		10,32	5,45		4,09	3,00	33,96
Zwarte kraai	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00

NB: omdat het gesaldeerde aantal slachtoffers voor windpark Nord-Beveland nihil is (huidig en plan zijn gelijk) is dit park niet in onderstaande tabellen opgenomen.

Plan 2020 met minimale rotordiameter en maximale rotordiameter	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL
Aantal windturbines	4 2	1 3	2	9	2 2	4	3		4 2	1 3	2	9	2 2	4	3	
Rotordiameter (m)	82 80	90 120	120	127	90 120	120	120		82 120	90 145	145	127	90 145	145	145	
Aalscholver	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,20
Buizerd	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,20
Gierzwaluw	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,20
Grauwe gans	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,20
Grote mantelmeeuw	0,14	0,08	0,04	0,17	0,08	0,08	0,06	0,64	0,13	0,07	0,03	0,17	0,08	0,07	0,05	0,60
Grote stern	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,20
Holenduif	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,20
Kleine mantelmeeuw	2,07	1,20	0,58	2,52	1,25	1,16	0,87	9,67	1,96	1,10	0,51	2,52	1,18	1,02	0,76	9,05
Kokmeeuw	0,23	0,13	0,06	0,28	0,14	0,13	0,10	1,07	0,22	0,12	0,06	0,28	0,13	0,11	0,08	1,01
Scholekster	0,23	0,13	0,06	0,28	0,14	0,13	0,10	1,07	0,22	0,12	0,06	0,28	0,13	0,11	0,08	1,01
Slechtvalk	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Stormmeeuw	0,37	0,21	0,10	0,45	0,22	0,21	0,15	1,72	0,35	0,20	0,09	0,45	0,21	0,18	0,14	1,61
Visdief	0,14	0,08	0,04	0,17	0,08	0,08	0,06	0,64	0,13	0,07	0,03	0,17	0,08	0,07	0,05	0,60
Wilde eend	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,20
Zilvermeeuw	8,48	4,93	2,38	10,32	5,10	4,75	3,56	39,53	8,02	4,49	2,08	10,32	4,81	4,17	3,13	37,01

Plan 2027 met minimale rotordiameter en maximale rotordiameter	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL	Roggenplaat	Neeltje Jans	Poolvoet	Bouwdokken	Noordland Buiten	Binnenhaven	Jacobahaven	TOTAAL
Aantal windturbines	6	4	2	9	4	4	3		4 2	4	2	9	4	4	3	
Rotordiameter (m)	80	120	120	127	120	120	120		90 120	145	145	127	145	145	145	
Aalscholver	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02	0,19
Buizerd	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02	0,19
Gierzwaluw	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02	0,19
Grauwe gans	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02	0,19
Grote mantelmeeuw	0,14	0,08	0,04	0,17	0,08	0,08	0,06	0,64	0,13	0,07	0,03	0,17	0,07	0,07	0,05	0,58
Grote stern	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02	0,19
Holenduif	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02	0,19
Kleine mantelmeeuw	2,09	1,16	0,58	2,52	1,16	1,16	1,87	9,55	1,91	1,02	0,51	2,52	1,02	1,02	0,76	8,77
Kokmeeuw	0,23	0,13	0,06	0,28	0,13	0,13	0,10	1,06	0,21	0,11	0,06	0,28	0,11	0,11	0,08	0,97
Scholekster	0,23	0,13	0,06	0,28	0,13	0,13	0,10	1,06	0,21	0,11	0,06	0,28	0,11	0,11	0,08	0,97
Slechtvalk	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Stormmeeuw	0,37	0,21	0,10	0,45	0,21	0,21	0,15	1,70	0,34	0,18	0,09	0,45	0,18	0,18	0,14	1,56
Visdief	0,14	0,08	0,04	0,17	0,08	0,08	0,06	0,64	0,13	0,07	0,03	0,17	0,07	0,07	0,05	0,58
Wilde eend	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,21	0,04	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02	0,19
Zilvermeeuw	8,53	4,75	2,38	10,32	4,75	4,75	3,56	39,05	7,83	4,17	2,08	10,32	4,17	4,17	3,13	35,86

BIJLAGE C BEREKENING SLACHTOFFERS TREKVOGELS

Euring-code	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Biogeograf. populatie	Jaarlijkse overleving (%)	Jaarlijkse sterfte populatie (n)	Flux Noordzee (n)	Verhouding breedte park - trekbaan (%)	Passages windpark (n)	Deel op rotorhoogte (%)	Macro avoidance (%)	Soort-groep	Aanvarings-kans (%)	Aanvaringen (n)	Deel van jaarlijkse sterfte (%)
16360	*Fringilla coelebs*	Vink	130.000.000	0,589	106.860.000	213.720.000	2%	6.411.600	30%	70%	p	0,64%	150,11	0,0001%
13120	*Phylloscopus trochilus*	Fitis	56.000.000	0,319	76.272.000	152.544.000	2%	4.576.320	30%	70%	p	0,64%	107,14	0,0001%
15910	*Passer domesticus*	Huismus	63.000.000	0,571	54.054.000	108.108.000	2%	3.243.240	30%	70%	p	0,64%	75,93	0,0001%
10990	*Erithacus rubecula*	Roodborst	43.000.000	0,419	49.966.000	99.932.000	2%	2.997.960	30%	70%	p	0,64%	70,19	0,0001%
14640	*Parus major*	Koolmees	46.000.000	0,542	42.136.000	84.272.000	2%	2.528.160	30%	70%	p	0,64%	59,19	0,0001%
13110	*Phylloscopus collybita*	Tjiftjaf	30.000.000	0,306	41.640.000	83.280.000	2%	2.498.400	30%	70%	p	0,64%	58,49	0,0001%
9760	*Alauda arvensis*	Veldleeuwerik	40.000.000	0,513	38.960.000	77.920.000	2%	2.337.600	30%	70%	p	0,64%	54,73	0,0001%
13140	*Regulus regulus*	Goudhaantje	19.000.000	0,149	32.338.000	64.676.000	2%	1.940.280	30%	70%	p	0,64%	45,43	0,0001%
10660	*Troglodytes troglodytes*	Winterkoning	23.000.000	0,319	31.326.000	62.652.000	2%	1.879.560	30%	70%	p	0,64%	44,00	0,0001%
10090	*Anthus trivialis*	Boompieper	27.000.000	0,42	31.320.000	62.640.000	2%	1.879.200	30%	70%	p	0,64%	44,00	0,0001%
15980	*Passer montanus*	Ringmus	26.000.000	0,433	29.484.000	58.968.000	2%	1.769.040	30%	70%	p	0,64%	41,42	0,0001%
12770	*Sylvia atricapilla*	Zwartkop	25.000.000	0,436	28.200.000	56.400.000	2%	1.692.000	30%	70%	p	0,64%	39,61	0,0001%
11870	*Turdus merula*	Merel	40.000.000	0,65	28.000.000	56.000.000	2%	1.680.000	30%	70%	p	0,64%	39,33	0,0001%
12000	*Turdus philomelos*	Zanglijster	20.000.000	0,622	15.120.000	30.240.000	2%	907.200	30%	70%	p	0,64%	21,24	0,0001%
15820	*Sturnus vulgaris*	Spreeuw	23.000.000	0,69	14.260.000	28.520.000	2%	855.600	30%	70%	p	0,64%	20,03	0,0001%
13350	*Muscicapa striata*	Grauwe Vliegenvanger	14.000.000	0,493	14.196.000	28.392.000	2%	851.760	30%	70%	p	0,64%	19,94	0,0001%
9920	*Hirundo rustica*	Boerenzwaluw	16.000.000	0,57	13.760.000	27.520.000	2%	825.600	30%	70%	p	0,64%	19,33	0,0001%
10200	*Motacilla alba*	Witte Kwikstaart	13.000.000	0,482	13.468.000	26.936.000	2%	808.080	30%	70%	p	0,64%	18,92	0,0001%
10010	*Delichon urbica*	Huiszwaluw	9.900.000	0,34	13.068.000	26.136.000	2%	784.080	30%	70%	p	0,64%	18,36	0,0001%
13490	*Ficedula hypoleuca*	Bonte Vliegenvanger	12.000.000	0,47	12.720.000	25.440.000	2%	763.200	30%	70%	p	0,64%	17,87	0,0001%
10840	*Prunella modularis*	Heggemus	12.000.000	0,473	12.648.000	25.296.000	2%	758.880	30%	70%	p	0,64%	17,77	0,0001%
16600	*Carduelis cannabina*	Kneu	10.000.000	0,371	12.580.000	25.160.000	2%	754.800	30%	70%	p	0,64%	17,67	0,0001%
12010	*Turdus iliacus*	Koperwiek	16.000.000	0,65	11.200.000	22.400.000	2%	672.000	30%	70%	p	0,64%	15,73	0,0001%
16540	*Carduelis spinus*	Sijs	10.000.000	0,443	11.140.000	22.280.000	2%	668.400	30%	70%	p	0,64%	15,65	0,0001%
16380	*Fringilla montifringilla*	Keep	13.000.000	0,589	10.686.000	21.372.000	2%	641.160	30%	70%	p	0,64%	15,01	0,0001%
11980	*Turdus pilaris*	Kramsvogel	14.000.000	0,622	10.584.000	21.168.000	2%	635.040	30%	70%	p	0,64%	14,87	0,0001%
17100	*Pyrrhula pyrrhula*	Goudvink	7.300.000	0,419	8.482.600	16.965.200	2%	508.956	30%	70%	p	0,64%	11,92	0,0001%
10170	*Motacilla flava*	Gele Kwikstaart	7.900.000	0,533	7.378.600	14.757.200	2%	442.716	30%	70%	p	0,64%	10,36	0,0001%
6700	*Columba palumbus*	Houtduif	9.000.000	0,607	7.074.000	14.148.000	2%	424.440	30%	70%	p	0,64%	9,94	0,0001%
11220	*Phoenicurus phoenicurus*	Gekraagde Roodstaart	6.800.000	0,485	7.004.000	14.008.000	2%	420.240	30%	70%	p	0,64%	9,84	0,0001%
16630	*Carduelis flammea*	Barmsijs	8.800.000	0,63	6.512.000	13.024.000	2%	390.720	30%	70%	p	0,64%	9,15	0,0001%
10110	*Anthus pratensis*	Graspieper	7.000.000	0,543	6.398.000	12.796.000	2%	383.880	30%	70%	p	0,64%	8,99	0,0001%
16660	*Loxia curvirostra*	Kruisbek	5.800.000	0,463	6.229.200	12.458.400	2%	373.752	30%	70%	p	0,64%	8,75	0,0001%
13150	*Regulus ignicapillus*	Vuurgoudhaantje	3.300.000	0,2	5.280.000	10.560.000	2%	316.800	30%	70%	p	0,64%	7,42	0,0001%
11060	*Luscinia svecica*	Blauwborst	4.500.000	0,5	4.500.000	9.000.000	2%	270.000	30%	70%	p	0,64%	6,32	0,0001%
18770	*Emberiza schoeniclus*	Rietgors	4.800.000	0,542	4.396.800	8.793.600	2%	263.808	30%	70%	p	0,64%	6,18	0,0001%
11210	*Phoenicurus ochruros*	Zwarte Roodstaart	4.000.000	0,5	4.000.000	8.000.000	2%	240.000	30%	70%	p	0,64%	5,62	0,0001%
6840	*Streptopelia decaocto*	Turkse Tortel	4.700.000	0,642	3.365.200	6.730.400	2%	201.912	30%	70%	p	0,64%	4,73	0,0001%
11460	*Oenanthe oenanthe*	Tapuit	4.600.000	0,65	3.220.000	6.440.000	2%	193.200	30%	70%	p	0,64%	4,52	0,0001%
15600	*Corvus monedula*	Kauw	5.200.000	0,694	3.182.400	6.364.800	2%	190.944	30%	70%	p	0,64%	4,47	0,0001%
7950	*Apus apus*	Gierzwaluw	6.900.000	0,808	2.649.600	5.299.200	2%	158.976	30%	70%	p	0,64%	3,72	0,0001%
12510	*Acrocephalus scirpaceus*	Kleine Karekiet	2.700.000	0,56	2.376.000	4.752.000	2%	142.560	30%	70%	p	0,64%	3,34	0,0001%
12020	*Turdus viscivorus*	Grote Lijster	3.000.000	0,621	2.274.000	4.548.000	2%	136.440	30%	70%	p	0,64%	3,19	0,0001%
10142	*Anthus petrosus*	Oeverpieper	1.000.000	0,542	916.000	1.832.000	2%	54.960	30%	70%	p	0,64%	1,29	0,0001%
11860	*Turdus torquatus*	Beflijster	310.000	0,42	359.600	719.200	2%	21.576	30%	70%	p	0,64%	0,51	0,0001%
5290	*Scolopax rusticola*	Houtsnip	1.800.000	0,61	1.404.000	2.808.000	2%	84.240	25%	70%	w	0,13%	0,33	0,0000%
7670	*Asio otus*	Ransuil	380.000	0,69	235.600	471.200	2%	14.136	30%	70%	p	0,64%	0,33	0,0001%
2690	*Accipiter nisus*	Sperwer	340.000	0,69	210.800	421.600	2%	12.648	50%	70%	g	0,37%	0,29	0,0001%
3040	*Falco tinnunculus*	Torenvalk	330.000	0,69	204.600	409.200	2%	12.276	50%	70%	g	0,37%	0,28	0,0001%
5190	*Gallinago gallinago*	Watersnip	930.000	0,481	965.340	1.930.680	2%	57.920	25%	70%	w	0,13%	0,23	0,0000%
4930	*Vanellus vanellus*	Kievit	1.700.000	0,752	843.200	1.686.400	2%	50.592	25%	70%	w	0,13%	0,20	0,0000%
10480	*Bombycilla garrulus*	Pestvogel	130.000	0,5	130.000	260.000	2%	7.800	30%	70%	p	0,64%	0,18	0,0001%
16620	*Carduelis flavirostris*	Frater	170.000	0,63	125.800	251.600	2%	7.548	30%	70%	p	0,64%	0,18	0,0001%
1840	*Anas crecca*	Wintertaling	920.000	0,53	864.800	1.729.600	2%	51.888	50%	90%	d	0,09%	0,09	0,0000%
5540	*Tringa glareola*	Bosruiter	350.000	0,536	324.800	649.600	2%	19.488	25%	70%	w	0,13%	0,08	0,0000%
4850	*Pluvialis apricaria*	Goudplevier	460.000	0,73	248.400	496.800	2%	14.904	25%	70%	w	0,13%	0,06	0,0000%
4290	*Fulica atra*	Meerkoet	1.300.000	0,701	777.400	1.554.800	2%	46.644	33%	90%	d	0,09%	0,06	0,0000%
720	*Phalacrocorax carbo*	Aalscholver	310.000	0,88	74.400	148.800	2%	4.464	50%	40%	d	0,09%	0,05	0,0001%
7680	*Asio flammeus*	Velduil	58.000	0,7	34.800	69.600	2%	2.088	30%	70%	p	0,64%	0,05	0,0001%

Euring-code	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Biogeograf. populatie	Jaarlijkse overleving (%)	Jaarlijkse sterfte populatie (n)	Flux Noordzee (n)	Verhouding breedte park - trekbaan (%)	Passages windpark (n)	Deel op rotorhoogte (%)	Macro avoidance (%)	Soort-groep	Aanvarings-kans (%)	Aanvaringen (n)	Deel van jaarlijkse sterfte (%)
5560	*Actitis hypoleucos*	Oeverloper	720.000	0,86	201.600	403.200	2%	12.096	25%	70%	w	0,13%	0,05	0,0000%
1910	*Anas querquedula*	Zomertaling	390.000	0,541	358.020	716.040	2%	21.481	50%	90%	d	0,09%	0,04	0,0000%
5530	*Tringa ochropus*	Witgatje	330.000	0,75	165.000	330.000	2%	9.900	25%	70%	w	0,13%	0,04	0,0000%
5120	*Calidris alpina*	Bonte Strandloper	300.000	0,741	155.400	310.800	2%	9.324	25%	70%	w	0,13%	0,04	0,0000%
2600	*Circus aeruginosus*	Bruine Kiekendief	93.000	0,74	48.360	96.720	2%	2.902	25%	70%	g	0,37%	0,03	0,0001%
1790	*Anas penelope*	Smient	300.000	0,53	282.000	564.000	2%	16.920	50%	90%	d	0,09%	0,03	0,0000%
5410	*Numenius arquata*	Wulp	220.000	0,736	116.160	232.320	2%	6.970	25%	70%	w	0,13%	0,03	0,0000%
1890	*Anas acuta*	Pijlstaart	320.000	0,663	215.680	431.360	2%	12.941	50%	90%	d	0,09%	0,02	0,0000%
1220	*Ardea cinerea*	Blauwe Reiger	210.000	0,732	112.560	225.120	2%	6.754	25%	70%	d	0,09%	0,02	0,0000%
4500	*Haematopus ostralegus*	Scholekster	300.000	0,88	72.000	144.000	2%	4.320	25%	70%	w	0,13%	0,02	0,0000%
1980	*Aythya ferina*	Tafeleend	210.000	0,65	147.000	294.000	2%	8.820	50%	90%	d	0,09%	0,02	0,0000%
1940	*Anas clypeata*	Slobeend	170.000	0,58	142.800	285.600	2%	8.568	50%	90%	d	0,09%	0,02	0,0000%
4700	*Charadrius hiaticula*	Bontbekplevier	120.000	0,772	54.720	109.440	2%	3.283	25%	70%	w	0,13%	0,01	0,0000%
3200	*Falco peregrinus*	Slechtvalk	12.000	0,72	6.720	13.440	2%	403	50%	70%	g	0,37%	0,01	0,0001%
5480	*Tringa nebularia*	Groenpootruiter	75.000	0,75	37.500	75.000	2%	2.250	25%	70%	w	0,13%	0,01	0,0000%
5380	*Numenius phaeopus*	Regenwulp	160.000	0,89	35.200	70.400	2%	2.112	25%	70%	w	0,13%	0,01	0,0000%
2060	*Somateria mollissima*	Eidereend	840.000	0,936	107.520	215.040	2%	6.451	33%	90%	d	0,09%	0,01	0,0000%
5020	*Calidris temminckii*	Temmincks Strandloper	85.000	0,81	32.300	64.600	2%	1.938	25%	70%	w	0,13%	0,01	0,0000%
1610	*Anser anser*	Grauwe Gans	120.000	0,77	55.200	110.400	2%	3.312	50%	90%	d	0,09%	0,01	0,0000%
5010	*Calidris minuta*	Kleine Strandloper	46.000	0,8	18.400	36.800	2%	1.104	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
5460	*Tringa totanus*	Tureluur	31.400	0,75	15.700	31.400	2%	942	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
2130	*Melanitta nigra*	Zwarte Zeeëend	100.000	0,783	43.400	86.800	2%	2.604	33%	90%	d	0,09%	0,00	0,0000%
5090	*Calidris ferruginea*	Krombekstrandloper	25.000	0,742	12.900	25.800	2%	774	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
5100	*Calidris maritima*	Paarse Strandloper	28.000	0,795	11.480	22.960	2%	689	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
2150	*Melanitta fusca*	Grote Zeeëend	85.000	0,8	34.000	68.000	2%	2.040	33%	90%	d	0,09%	0,00	0,0000%
5610	*Arenaria interpres*	Steenloper	34.000	0,86	9.520	19.040	2%	571	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
5450	*Tringa erythropus*	Zwarte Ruiter	19.000	0,75	9.500	19.000	2%	570	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
4970	*Calidris alba*	Drieteenstrandloper	25.000	0,83	8.500	17.000	2%	510	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
1580	*Anser brachyrhynchus*	Kleine Rietgans	50.000	0,836	16.400	32.800	2%	984	50%	90%	d	0,09%	0,00	0,0000%
3010	*Pandion haliaetus*	Visarend	7.600	0,85	2.280	4.560	2%	137	25%	70%	g	0,37%	0,00	0,0001%
2210	*Mergus serrator*	Middelste Zaagbek	73.000	0,89	16.060	32.120	2%	964	33%	90%	d	0,09%	0,00	0,0000%
4960	*Calidris canutus*	Kanoetstrandloper	15.000	0,84	4.800	9.600	2%	288	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
1670	*Branta leucopsis*	Brandgans	41.000	0,91	7.380	14.760	2%	443	50%	90%	d	0,09%	0,00	0,0000%
1530	*Cygnus columbianus*	Kleine Zwaan	9.000	0,85	2.700	5.400	2%	162	50%	90%	d	0,09%	0,00	0,0000%
4860	*Pluvialis squatarola*	Zilverplevier	2.100	0,73	1.134	2.268	2%	68	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
5340	*Limosa lapponica*	Rosse Grutto	1.400	0,84	448	896	2%	27	25%	70%	w	0,13%	0,00	0,0000%
1680	*Branta bernicla*	Rotgans	1.000	0,84	320	640	2%	19	50%	90%	d	0,09%	0,00	0,0000%
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

(1) **Biogeografische populatie van Noord-west Europa (in broedparen) volgend Birdlife International**
(2) **Jaarlijkse overleving van de volwassen dieren van de populatie volgens de British Trust for Ornithology (BTO): voor soorten waarvan de jaarlijkse overleving onbekend is, is deze geschat o.b.v. de overleving van nauw verwante soorten.**
(3) **Jaarlijkse sterfte in de populatie op basis van de omvang van de biogeografische populatie en de jaarlijkse overleving**
(4) **Worst case aanname van de flux over de Noordzee (aanname is dat de hele biogeografische populatie over de noordzee trekt)**
(5) **Breedte van het windpark ten opzichte van de breedte van de trekbaan over de Noordzee, rekening houdend met stuwing**
(6) **Deel van de trekvogels die het windpark passeert (op basis van flux over de Noordzee en verhouding breedte trekbaan en windpark) * 2 (voor- en najaarstrek)**
(7) **Deel van de vogels dat tijdens de migratie op rotorhoogte vliegt**
(8) **Deel van de vogels dat bij nadering van het windpark uitwijkt**
(9) **Soortgroep: d=eendachtigen; g=meeuwachtigen; w=steltlopers; p=zangvogels. Geen strikte indeling, de soorten zijn aan de soortgroep toegekend waarmee het vlieggedrag het meest overenkomt.**
(10) **Aanvaringskans per soortgroep (soortgroepspecifiek)**
(11) **Aantal aanvaringen per jaar (zie rekenvoorbeeld tekst)**
(12) **Aantal aanvaringen per jaar uitgedrukt als percentage van de jaarlijkse natuurlijke sterfte**

COLOFON

WINDPARKEN OOSTERSCHELDEKERING
SLACHTOFFERBEREKENING EN CUMULATIE

AUTEUR

Gijs Kos

PROJECTNUMMER

C05062.000230

ONZE REFERENTIE

079668802 E

DATUM

6 maart 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Beno Koolstra
Senior adviseur ecologie en natuurwetgeving

VRIJGEGEVEN DOOR

Beno Koolstra
Senior adviseur ecologie en natuurwetgeving

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 63
9400 AB Assen
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlagerapport F

Optimalisatie Windenergie Oosterscheldekering

Onderzoek geluid en slagschaduw

CONCEPT

Opdrachtgever
E-Connection Project BV
Contactpersoon
de heer M. Jansen
Kenmerk
R068380ac.00001.tdr
Versie
03_001
Datum
20 december 2017
Auteur
T.E. (Thom) de Rijk MSc.
ir. M.T. (Mike) Dijkstra

Kelvinbaan 40, 3439 MT Nieuwegein | Postbus 1475, 3430 BL Nieuwegein | T (030) 231 13 77 | F (030) 234 17 54
E info@lbpsight.nl | www.lbpsight.nl | IBAN: NL62 RABO 036 42 36 558| KvK 30073990 | BTW NL007093159B01

LBP|SIGHT

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Uitgangspunten 4

2.1 Situatie 4
2.2 Normstelling geluid 6
2.3 Normstelling slagschaduw 6
2.4 De windturbines 7

3 Geluid windturbines 8

3.1 Modellering omgeving en geluidoverdracht 8
3.2 Resultaten 9

4 Overige geluidaspecten 12

4.1 Cumulatie 12
4.1.1 Inleiding 12
4.1.2 Rekenmodel verkeerslawaai 12
4.1.3 Rekenmodel naburige windpark Noord-Beveland 12
4.1.4 Rekenmodel industrie- en scheepvaartlawaai 13
4.1.5 Resultaten cumulatieberekeningen 13
4.2 Geluid in natuurgebieden 15
4.2.1 Inleiding 15

5 Slagschaduwonderzoek 17

5.1 Slagschaduw 17
5.2 Rekenmethode 17
5.3 Resultaten 17
5.4 Cumulatie van slagschaduw 18

6 Samenvatting en conclusie 20

Bijlagen

Bijlage I Figuren geluid
Bijlage II Berekening geluidvermogenniveaus
Bijlage III Invoergegevens rekenmodel geluid
Bijlage IV Rekenresultaten geluid in tabelvorm
Bijlage V Figuren slagschaduw
Bijlage VI Invoergegevens slagschaduw
Bijlage VII Rekenresultaten slagschaduw in tabelvorm

1 Inleiding

In opdracht van E-Connection Project B.V. te Bunnik is een onderzoek uitgevoerd naar de geluidbelasting en slagschaduwuren vanwege de (her-)ontwikkeling van de windparken op de Oosterscheldekering.

Hoofdstuk 2 geeft de locatie van de windparken op en rondom de Oosterscheldekering, de normstelling voor geluid en slagschaduw, en een overzicht van de mogelijk te plaatsen turbinetypes. In hoofdstuk 3 is de geluidbelasting vanwege de windturbines onderzocht en beoordeeld. In hoofdstuk 4 is de cumulatie van het windturbinegeluid met onder andere wegverkeersgeluid onderzocht. In hoofdstuk 5 is het slagschaduwonderzoek opgenomen. Hoofdstuk 6 bevat een samenvatting en een conclusie.

2 Uitgangspunten

2.1 Situatie

Op en rondom de Oosterscheldekering zijn enkele windparken gelegen. De wens bestaat om deze parken te herontwikkelen, en enkele nieuwe parken in de omgeving te realiseren. Het gaat om de volgende bestaande windparken:

- Windpark Roggeplaat, momenteel bestaande uit vier turbines van het type Enercon E82 gelegen op de Roggenplaat ten noorden van Neeltje Jans, wordt vernieuwd.
- Windpark Neeltje Jans gelegen aan de Vluchthaven, momenteel bestaande uit vier windturbines van het type Vestas V90, gelegen aan de noordwestzijde van werkeiland Neeltje Jans.
- Windpark Noordland Buiten, bestaande uit vier windturbines van het type Vestas V90, gelegen aan de zuidwestzijde van werkeiland Neeltje Jans.
- Windpark Jacobahaven, bestaande uit drie windturbines van het type Vestas V90, gelegen op de damaanzet aan de zuidzijde van de Oosterscheldekering bij de Jacobahaven.
- Windpark Bouwdokken: bestaande uit negen windturbines, gelegen aan de oostzijde van het werkeiland Neeltje Jans. Dit windpark hoort formeel gezien niet bij de ontwikkeling die hier beschouwd wordt, maar ligt wel midden in het plangebied. Om deze reden is het windpark toch meegenomen in de studie.

Hiernaast wordt de realisatie van de volgende nieuwe windparken onderzocht:

- Windpark Poolvoet, bestaande uit twee windturbines (waarvan voor één turbine reeds een locatie is gekozen en voor de andere turbine twee mogelijke locaties worden onderzocht) langs de N57 ter hoogte van de afslag naar de A.M. Gelukweg.
- Windpark Mattenhaven óf windpark Binnenhaven, beide bestaande uit vier windturbines, gelegen aan de mattenhaven of de binnenhaven, beide aan de zuidoost zijde van Neeltje Jans.
- Windpark Roggeplaat-West, bestaande uit twee windturbines of één grotere windturbine, gelegen aan de westzijde van het werkeiland Roggenplaat.

Uiteindelijk worden acht mogelijk varianten voor de plaatsing van de nieuwe turbines overwogen. Het verschil tussen de varianten zit in de opstellingsvarianten van de nieuwe windparken. In tabel 2.1 zijn de verschillende varianten toegelicht.

Tabel 2.1
Overzicht van de verschillen tussen de acht mogelijke opstellingsvarianten

Variant	Nieuwe WTs Roggeplaat	**Mattenhaven** of *Binnenhaven*	Poolvoet
1	Landmark	**MH**	PV1 en PV2
2	Landmark	*BH*	PV1 en PV2
3	Landmark	**MH**	PV1 en PV3
4	Landmark	*BH*	PV1 en PV3
5	RPW1 en RPW2	**MH**	PV1 en PV2
6	RPW1 en RPW2	*BH*	PV1 en PV2

Variant	Nieuwe WTs Roggeplaat	**Mattenhaven** of *Binnenhaven*	Poolvoet
7	RPW1 en RPW2	**MH**	PV1 en PV3
8	RPW1 en RPW2	BH	PV1 en PV3

Uit de eerste berekeningen blijkt dat de meeste varianten qua geluid en slagschaduw zeer weinig van elkaar verschillen. De meest relevante afwijking is de keuze tussen windpark Mattenhaven of Binnenhaven. In dit onderzoek is daarom gekozen om alleen varianten vijf en zes te onderzoeken en te rapporteren. Hiernaast wordt ook gekeken naar de autonome situatie, en wordt een variant onderzocht waarbij geen nieuwe turbines worden geplaatst, maar waarbij alleen de bestaande turbines worden vervangen (Repowering).

Binnen deze varianten wordt ook een voorkeursalternatief onderzocht. Deze is als volgt vastgesteld:

- Realisatie van het nieuwe park Roggeplaat west met twee turbines (RPW1en RPW2);
- Windpark Poolvoet bestaande uit turbines PV1 en PV2;
- Een combinatie van windpark Mattenhaven en Binnenhaven bestaande uit turbines BH1, BH2 BH3 en MH1.

Omdat de realisatie van de windparken gefaseerd wordt uitgevoerd is voor alle onderzoeks-varianten gekeken naar de situatie in het jaar 2020 als een deel van de ontwikkeling gerealiseerd is, en in 2027 wanneer alle ontwikkelingen zijn doorgevoerd.

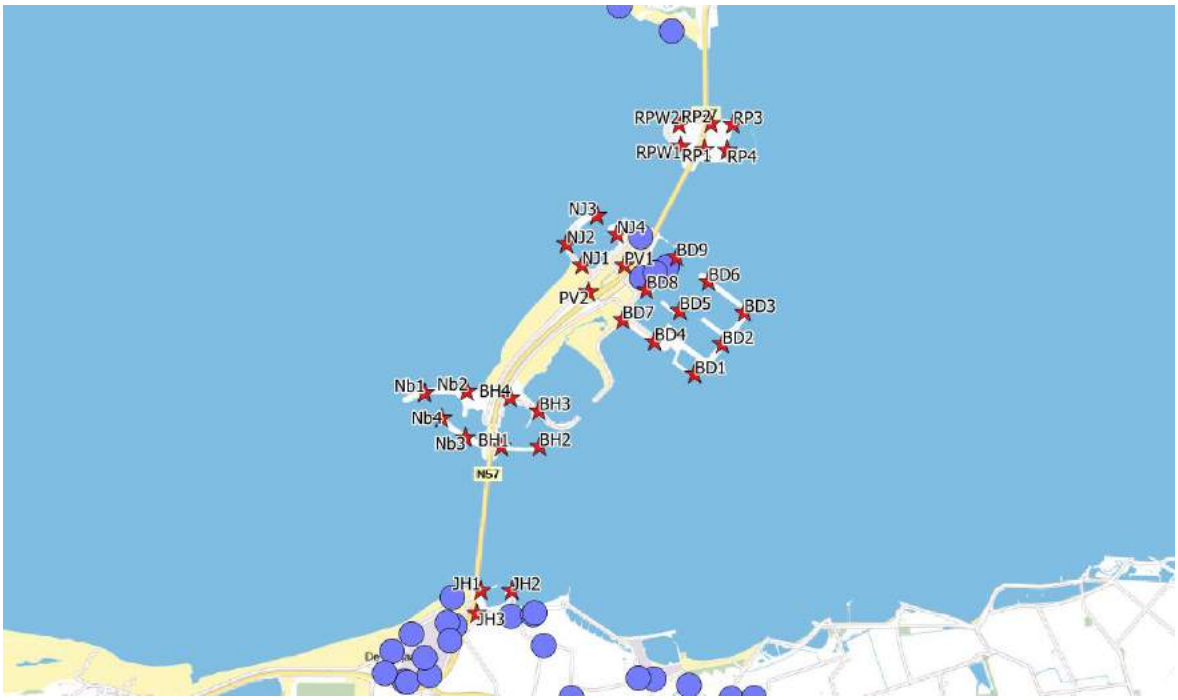
In totaal komt het aantal te onderzoeken alternatieven in dit onderzoek daarmee op:

- Autonoom;
- Repowering (2020);
- Repowering (2027);
- Variant 5 (2020);
- Variant 5 (2027);
- Variant 6 (2020);
- Variant 6 (2027);
- Voorkeursalternatief (2020)
- Voorkeursalternatief (2027)

In figuur 2.1 is de situatie weergegeven voor variant 6 (dus twee nieuwe windturbines op de Roggenplaat, windpark Binnenhaven en nieuwbouw van turbines Poolvoet 1 en 2). De meest nabijgelegen en voor het geluidonderzoek beschouwde woningen en andere gevoelige objecten[1] zijn weergegeven. Ook enkele locaties die formeel[2] niet geluidgevoelig zijn maar wel in het onderzoek zijn betrokken zoals themapark Neeltje Jans en het vakantiepark De Banjaard zijn hierin weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de gevoelige objecten gesitueerd zijn in meerdere richtingen rondom de windparken, over het algemeen op grotere afstand, met uitzondering van windpark Jacobahaven, waar op kortere afstand woningen zijn gelegen.

1 BAG verblijfsobjecten met woonfunctie, gezondheidszorgfunctie en onderwijsfunctie. Zie ook https://www.infomil.nl/onderwerpen/hinder-gezondheid/geluid/inhoudelijk-dossier/regelgeving/wet-geluidhinder/wgh-geluidsgevoelige/

2 conform de geldende definitie van de Wet geluidhinder



Figuur 2.1
Situatie van de windparken (opstellingsvariant 6, rode sterren) met geluidgevoelige en overige beschouwde locaties (paarse stippen)

2.2 Normstelling geluid

Voor windturbines gelden de grenswaarden uit het Activiteitenbesluit milieubeheer. Volgens dit besluit geldt voor geluid een jaargemiddelde norm van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} ter plaatse van woningen van derden en andere gevoelige objecten. Toetsing aan de grenswaarden uit het activiteitenbesluit vindt plaats in hoofdstuk 3. Het geluid van alle windparken wordt cumulatief getoetst.

Naast de toets aan de wettelijke grenswaarden is het gecumuleerde geluidniveau vanwege de windturbines, de weg N57, scheepvaartlawaai, en industrielawaai berekend. In hoofdstuk 4 is verder ingegaan op de gecumuleerde geluidbelasting.

2.3 Normstelling slagschaduw

Voor slagschaduw geldt volgens artikel 3.12 lid 1 van de Activiteitenregeling dat een stilstand-voorziening is voorgeschreven in het geval dat de grenswaarde wordt overschreden van maximaal 17 dagen per jaar met niet meer dan 20 minuten per dag slagschaduw ter plaatse van gevoelige objecten. Deze norm is geldig voor zover de afstand tussen de windturbine en de gevoelige objecten minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt.

Voor dit onderzoek is niet per woning of andere gevoelige locatie getoetst of aan deze slagschaduwnorm voldaan wordt. In plaats daarvan zijn contourkaarten gemaakt waarin wordt weergegeven in welk gebied meer dan 6 uur per jaar slagschaduw te verwachten is. Binnen deze contour is mogelijk sprake van een overschrijding van de norm, maar niet altijd. Buiten deze contour kan de norm niet overschreden worden: voor een overschrijding van de norm is minimaal 18 maal 20 minuten (dus zes uur) slagschaduw nodig.

2.4 De windturbines

Voor dit onderzoek is uitgegaan van de volgende mogelijke turbinetypes:

- De Lagerwey L136, met een rotordiameter van 136 meter, en een ashoogte van 132 meter met een nominaal vermogen van 4,5MW.
- De Enercon E126 EP4, met een rotordiameter van 127 meter, en een ashoogte van 99 meter, met een nominaal vermogen van 4,2MW.
- De Vestas V117, met een rotordiameter van 117 meter, en een ashoogte van 89,5 meter, met een nominaal vermogen van 4,2MW.

Deze mogelijke keuzes gelden voor alle locaties, met uitzondering van:

- De windturbines Roggeplaat 5 en 6. Hier zijn windturbines uit de 3MW klasse voorzien. In dit rapport is gerekend met het type Enercon E82, met een rotordiameter van 82 meter, en een ashoogte van 84 meter, met een nominaal vermogen van 3MW.
- Windpark Bouwdokken, dat momenteel in aanbouw is, en niet op korte termijn zal worden vervangen. Hier worden turbines van het type Enercon E126 EP4 geplaatst, met een rotordiameter van 127 meter, en een ashoogte van 99 meter, met een nominaal vermogen van 4,2MW.

Voor alle windturbines geldt dat de werkelijke ashoogte enigszins kan afwijken van de waarde waarmee hier gerekend is. Een kleine afwijking in de ashoogte (<5 meter) heeft voor de geluidberekeningen een verwaarloosbaar effect.

3 Geluid windturbines

De berekening van de jaargemiddelde geluidbelasting ter plaatse van de omliggende geluidgevoelige objecten is uitgevoerd volgens het reken- en meetvoorschrift windturbines, dat is opgenomen in de ministeriële regeling behorende bij het Activiteitenbesluit (Activiteitenregeling milieubeheer).

3.1 Modellering omgeving en geluidoverdracht

De jaargemiddelde geluidbelasting is berekend door een rekenmodel (Geomilieu v4.30) op te stellen waarbij de windturbines ingevoerd zijn als puntbron. Rekenpunten zijn gemodelleerd op een standaardhoogte van 5 meter (waar de slaapkamers zijn gelegen bij de meeste woningen). De gevoelige objecten, zoals weergegeven in figuur 2.1, zijn gehanteerd voor het geluidonderzoek.

- Gezien het vele water in de omgeving is gerekend met een volledig harde bodem (factor 0,0). Voor windpark Jacobahaven geeft dit een lichte overschatting van het geluidniveau omdat hier meer zachte bodemgebieden aanwezig zijn. Bebouwing is in het model niet meegenomen: gezien de hoge bronhoogte bij windturbines vindt nauwelijks afscherming plaats.
- Voor het windprofiel is gebruikgemaakt van KNMI-data. Deze data zijn beschikbaar van 80 tot 120 meter hoogte. Voor het turbinetype L136, met een ashoogte die buiten dit bereik valt, is de geluidemissie op 80, 90, 100, 110 en 120 meter hoogte berekend en vervolgens lineair geëxtrapoleerd naar 132 meter ashoogte. Voor de autonome situatie hebben enkele turbines een ashoogte van minder dan 80 meter, hier is gerekend met het windprofiel op 80 meter hoogte, waardoor een kleine overschatting plaatsvindt van de geluidemissie.
- Voor de bronsterkte en het frequentiespectrum van de turbines is zoveel mogelijk uitgegaan van fabrikantgegevens voor de betreffende windturbine. Waar dit niet mogelijk was is gebruik gemaakt van een vergelijkbare windturbine. De berekeningen en gebruikte bronnen zijn opgenomen in bijlage II.
- In het bijzonder is voor de Vestas V117 4,2MW nog weinig geluidinformatie beschikbaar, slechts een maximaal bronvermogenniveau (met of zonder serrated trailing edges, STE). De geluidcurve van een andere versie van de V117 is gebruikt, en verschoven met het verschil tussen de maximale geluidemissies. Bijvoorbeeld: voor de nieuwe V117 met STE bedraagt de maximale bronsterkte 106 dB. Voor het oudere type is dit 107 dB. Het emissieprofiel voor de nieuwe versie is verkregen door bij het oude type alle bronsterktes (bij alle windsnelheden) met 1 dB te verlagen.

Met de bronsterkte van de turbines bij de verschillende windsnelheden en het KNMI-windprofiel ter plaatse is de jaargemiddelde bronsterkte berekend. In tabellen 3.1 (nieuwe varianten) en 3.2 (autonome situatie) is een beknopt overzicht hiervan opgenomen.

Tabel 3.1
Overzicht van de geluidemissie van de turbines voor de nieuwe varianten

Turbinetype en ashoogte	L_{den} [dB]	Emissieterm dag [dB]	Emissieterm avond [dB]	Emissieterm nacht [dB]
L136, 132m ashoogte	110,5	103,8	104,1	104,2
E126, 99m ashoogte	108,8	102,2	102,4	102,5
V117, 89.5m ashoogte	**111,7**	**104,9**	**105,3**	**105,3**
E82, 84m ashoogte	108,8	102,2	102,5	102,5
V117 STE, 89.5m ashoogte (VKA)	109,2	102,4	102,8	102,8

Tabel 3.2
Overzicht van de geluidemissie van de turbines voor de autonome situatie

Turbinetype en ashoogte	L_{den} [dB]	Emissieterm dag [dB]	Emissieterm avond [dB]	Emissieterm nacht [dB]
E126, 99m ashoogte	108,8	102,2	102,4	102,5
V90, 75/78/80m ashoogte	111,4	104,7	105	105
E82 E2, 78m ashoogte	108,8	102,2	102,5	102,5

Uit tabel 3.1 blijkt dat de Vestas V117 (zonder STE) het meeste geluid produceert. Uit een eerste berekening blijkt ook dat de geluidcontouren van deze turbine het grootst zijn[3]. **De contouren en geluidniveaus die in de rest van dit rapport gepresenteerd worden zijn daarom (voor geluid) gebaseerd op de Vestas V117, waardoor een worst-case weergave ontstaat van de optredende geluidniveaus. Voor het voorkeursalternatief VKA wordt uitgegaan van de V117 met STE.** Dit geldt uiteraard niet voor de winturbines Roggeplaat 5 en 6, waar is uitgegaan van de Enercon E82, en voor windpark Bouwdokken, waar de E126 EP4 geplaatst wordt.

De invoergegevens van het geluidmodel zijn opgenomen in bijlage III.

3.2 Resultaten

De L_{den} 47 dB geluidcontouren van de verschillende opstellingsvarianten zijn opgenomen in de figuren in bijlage I. In figuur 3.1 zijn deze voor varianten 5 en 6 (voor het jaar 2027) nog een keer opgenomen. In figuur 3.2 zijn de resultaten voor het voorkeursalternatief opgenomen.

Uit de figuur blijkt dat alleen voor windpark Jacobahaven enkele woningen binnen de 47 dB L_{den} contour gelegen zijn. Het gaat om de woningen Jacobaweg 1[4] en Strandhoekweg 1a en 3. Bij de woningen aan de Strandhoekweg wordt een geluidniveau van 49 dB (E126) tot 51 dB (V117)

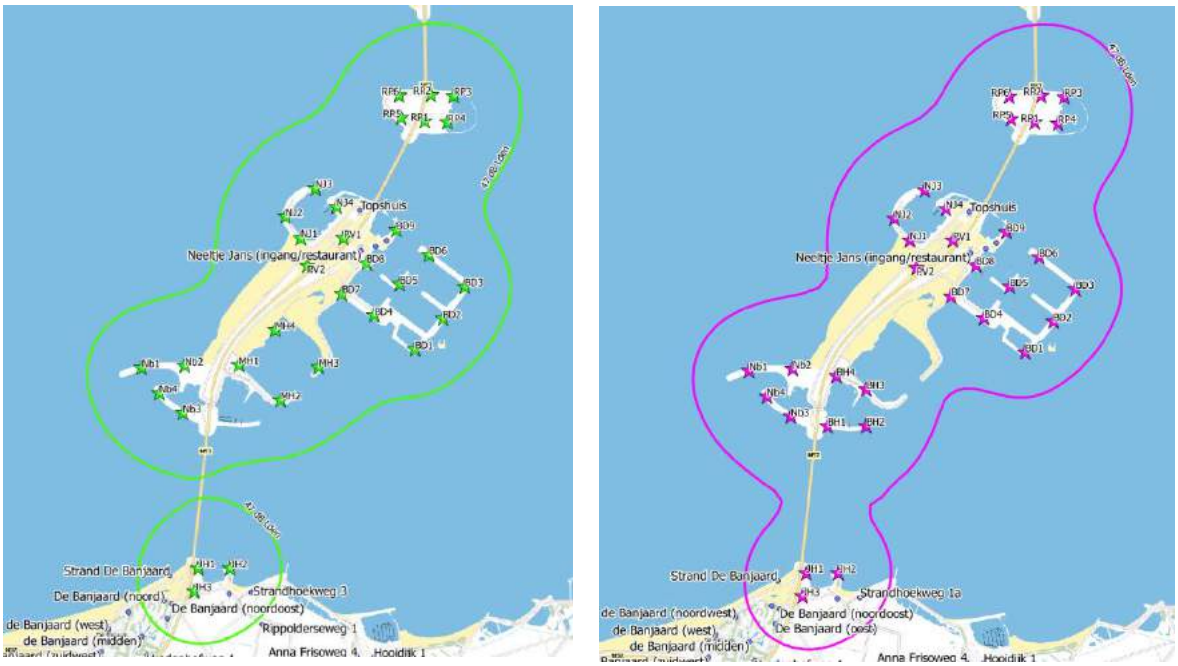
3 Omdat de overdracht van geluid frequentieafhankelijk is kan een verschil in het spectrum van twee windturbines ervoor zorgen dat het geluidniveau in de omgeving van een turbine met een lager geluidvermogen, maar een ongunstiger spectrum, toch hoger is dan het geluidniveau van een turbine met een hoger geluidvermogenniveau maar een gunstiger spectrum.

4 In het bestemmingsplan is deze woning niet opgenomen, de locatie is bestemd voor een bedrijf. De woning hoort bij dit bedrijf.

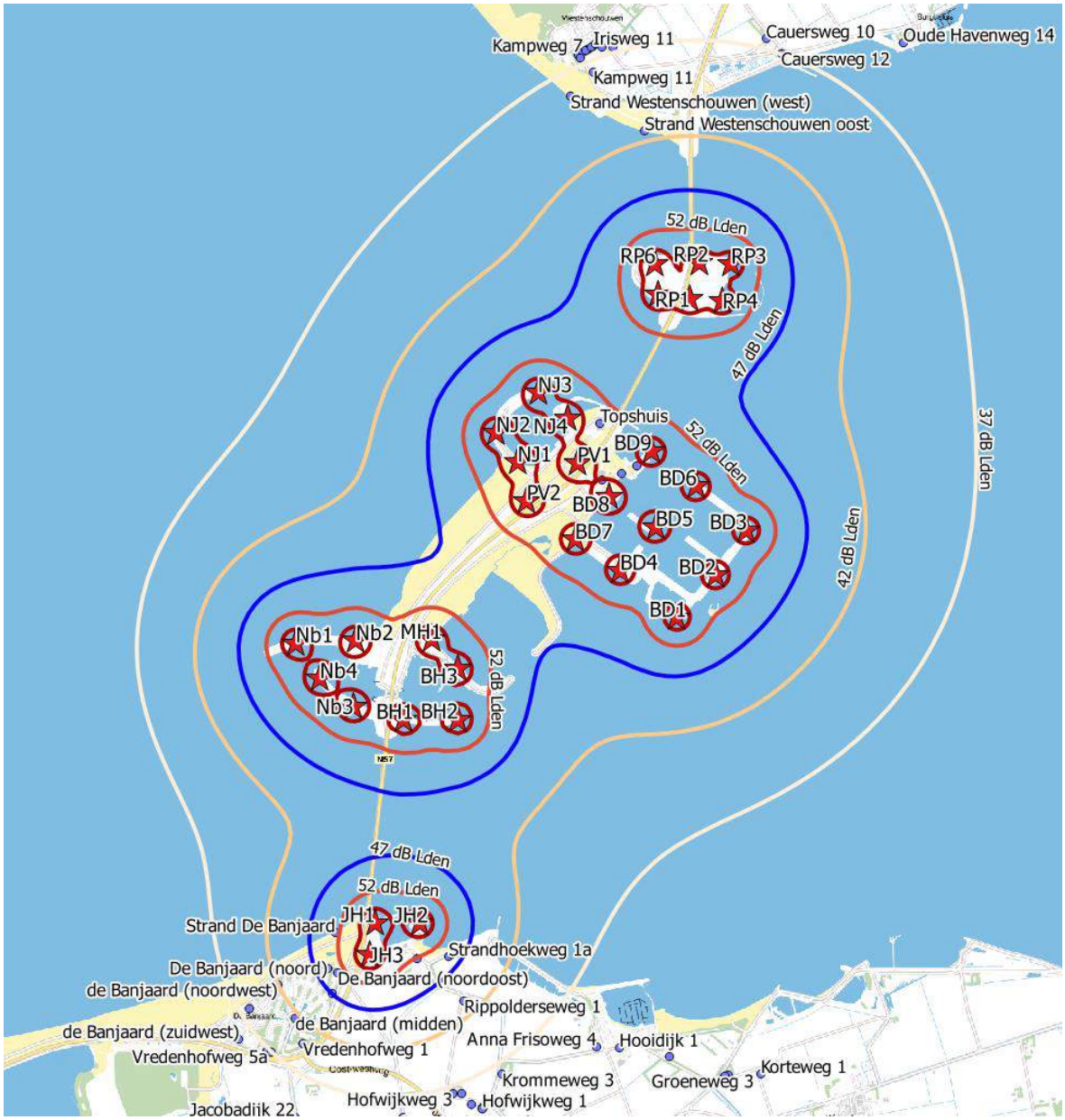
berekend. Hier kan met het toepassen van geluidreducerende instellingen aan de norm voldaan worden. De woning Jacobaweg 1 ligt dermate dicht bij de turbines dat dit hier niet mogelijk zal zijn.

Ook enkele formeel niet geluidgevoelige locaties als het vakantiepark De Banjaard liggen gedeeltelijk binnen de 47 dB L_{den} contour van de windparken. Hetzelfde geldt voor het strand De Banjaard en het themapark Neeltje Jans.

In bijlage IV zijn voor alle varianten de op de toetslocaties berekende geluidniveaus opgenomen.



Figuur 3.1
Optredende geluidniveaus voor varianten 5 en 6 (jaar 2027). De windturbines en L_{den}-contouren zijn groen gekleurd voor variant 5 en paars voor variant 6.



Figuur 3.2

Optredende geluidniveaus voor het voorkeursalternatief.

4 Overige geluidaspecten

4.1 Cumulatie

4.1.1 Inleiding

In het kader van een goede ruimtelijke ordening is de geluidbelasting vanwege windturbinegeluid gecumuleerd met wegverkeersgeluid van de N57, industrielawaai in de omgeving, scheepvaartlawaai en het nabijgelegen windpark Noord-Beveland.

De cumulatieve geluidbelasting L_{cum} is bepaald conform de rekenmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines, zoals opgenomen in bijlage 4 bij de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer. Met deze methode is de gecumuleerde **hinderequivalente** geluid-belasting berekend[5], waarbij rekening wordt gehouden met de verschillen in **dosis-effectrelaties** van de verschillende geluidbronnen. Daarbij is uitgegaan van specifieke formules, waarbij de berekende geluidwaarden (l_{den}-waarden) van de desbetreffende bronnen worden gebruikt om de hinderequivalente geluidwaarden te berekenen. Vervolgens zijn deze hinderequivalente geluidwaarden energetisch bij elkaar opgeteld. De onderstaande wettelijke formules zijn gebruikt om te corrigeren voor de ervaren hinder van de diverse geluidbronnen.

- Windturbines: $L^*_{wtb} = 1{,}65\ L_{wtb} - 20{,}05$
- Wegverkeer[6]: $L^*_{vl} = 1{,}0\ L_{vl} + 0$
- Industrielawaai: $L^*_{il} = 1{,}0\ L_{il} + 1{,}0$

4.1.2 Rekenmodel verkeerslawaai

Als basis voor het rekenmodel wegverkeer is gebruik gemaakt van het geluidregister wegverkeer van Rijkswaterstaat [7]. In dit model zijn alle aanwezige wegen en geluidschermen meegenomen. Wel is het model versimpeld:

- Voor een nauwkeurige berekening verkeerslawaai is het belangrijk dat nauwkeurig de hoogteverschillen in beeld gebracht worden, in dit model is dat maar beperkt gedaan.
- Er zijn geen gebouwen gemodelleerd. Dit betekent dat er geen sprake is van afscherming, maar dat ook reflecties niet in het model voorkomen.
- Er is net als in het rekenmodel voor het windturbinegeluid gerekend met een harde bodem, waardoor geen bodemabsorptie plaatsvindt.

Ondanks de versimpeling van het rekenmodel geeft dit een goede indicatie van de toename van het geluidniveau ten behoeve van de cumulatieberekening.

4.1.3 Rekenmodel naburige windpark Noord-Beveland

Het Windpark Noord-Beveland bestaat uit vier turbines van het type Nordex N117, met een rotordiameter van 117 meter en een ashoogte van 91 meter. Op dezelfde manier als voor de onderzochte turbines is ook voor de turbines van windpark Noord-Beveland het geluidvermogenniveau berekend. In tabel 4.1 zijn de emissietermen per etmaalperiode en de L_{den}-bronsterkte gegeven.

5 De geluidbelasting van de verschillende geluidbronnen wordt gelijkgesteld aan de geluidbelasting vanwege wegverkeersgeluid. Dit is terug te zien in de formule voor wegverkeer.
6 Zonder aftrek conform artikel 110g van de Wet geluidhinder
7 http://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/natuur_en_milieu/geluidregister/

Tabel 4.1
Overzicht van de geluidemissie van de turbines voor de nieuwe varianten

Turbinetype en ashoogte	L_{den} [dB]	Emissieterm dag [dB]	Emissieterm avond [dB]	Emissieterm nacht [dB]
N117, 91m ashoogte	107,5	100,8	101,1	101,2

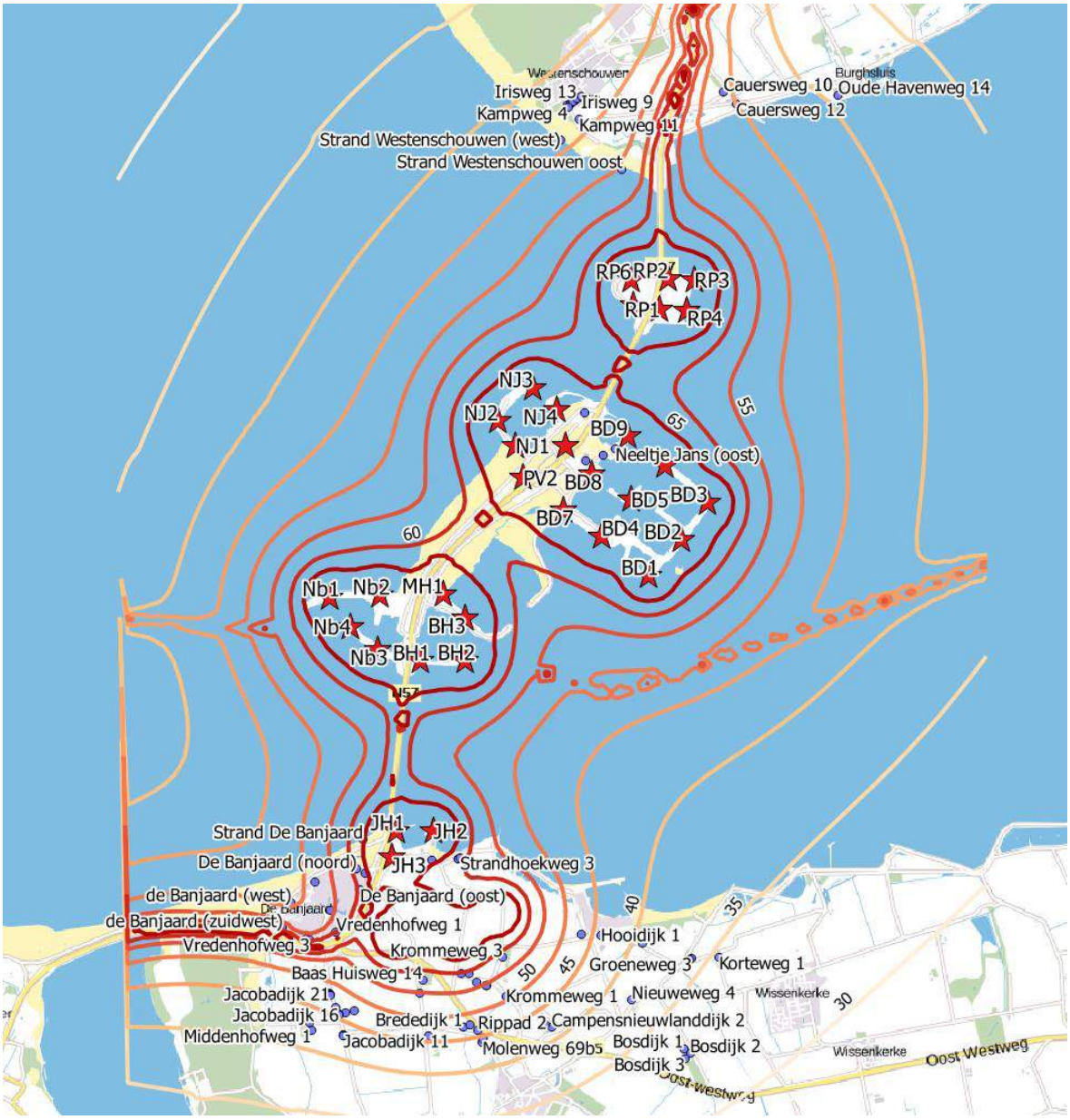
4.1.4 Rekenmodel industrie- en scheepvaartlawaai

In de omgeving van het windpark zijn enkele inrichtingen gelegen, met als meest geluid producerende inrichting Deltapark Neeltje Jans. Hiernaast zijn het Topshuis en Proef Zeeland in het rekenmodel opgenomen. Voor geen van de inrichtingen zijn gedetailleerde geluidgegevens beschikbaar, waardoor het noodzakelijk was een inschatting van het totale geluidvermogenniveau per inrichting te maken. Voor het Topshuis en Proef Zeeland is een geluidvermogenniveau van 85 dB(A) gekozen (in alle etmaalperioden). Voor Neeltje Jans is dit 100 dB(A).

Het geluidvermogenniveau van passerende schepen is 108 dB(A). Per dag varen ongeveer 10 schepen door het gebied (deze varen door de Roompotsluis).

4.1.5 Resultaten cumulatieberekeningen

De resultaten voor de cumulatieberekening zijn voor alle varianten opgenomen in de figuren in bijlage I. Ter illustratie is in figuur 4.1 het gecumuleerde geluidniveau opgenomen voor het voorkeursalternatief in 2027.



Figuur 4.1
Het gecumuleerde geluidniveau (voorkeursalternatief voor de windturbines gecumuleerd met de overige aanwezige geluidbronnen).

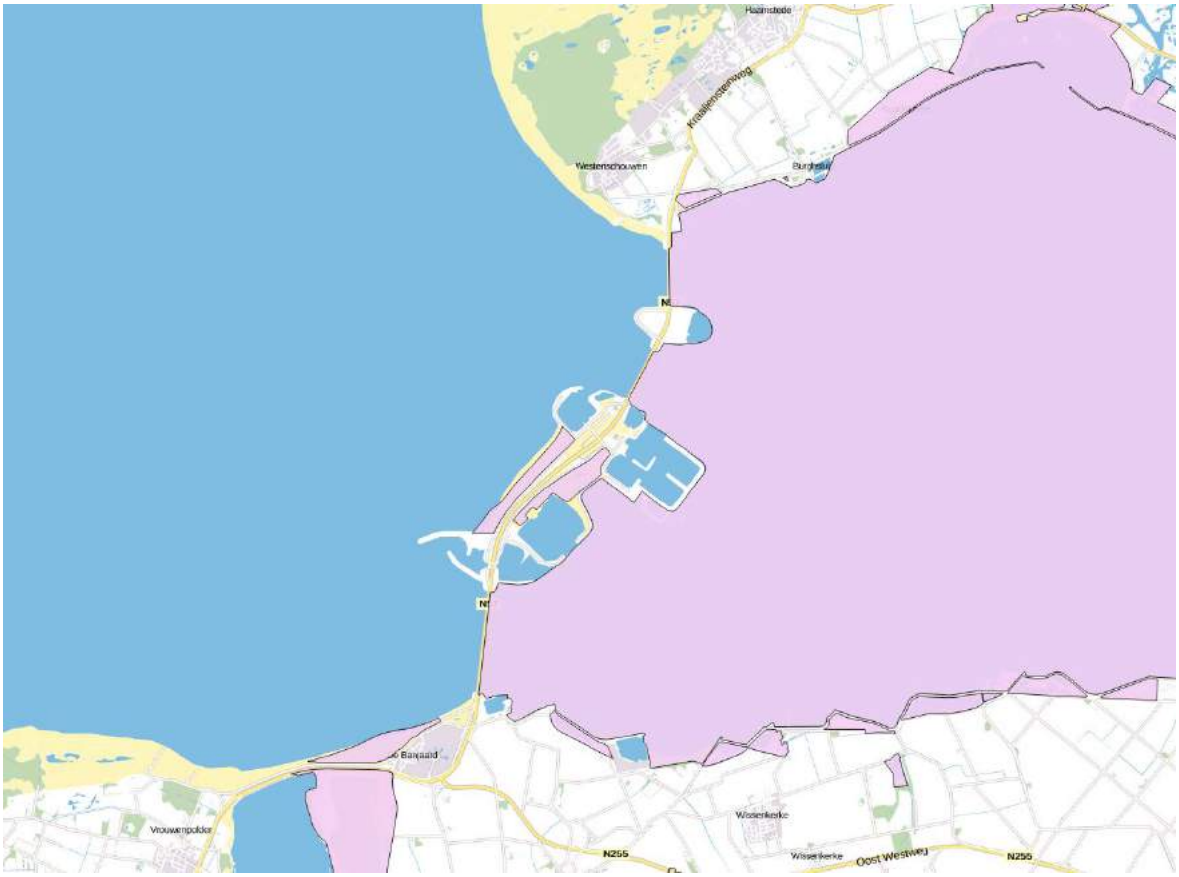
Uit de figuur blijkt dat het geluid van de windturbines en de N57 maatgevend is in het gebied. De scheepvaart is slechts op korte afstand van de vaarroute maatgevend. Het effect van geluid van de inrichtingen Neeltje Jans, Proef Zeeland, en het Topshuis is in de contouren niet of nauwelijks terug te zien, de geluideffecten hiervan zijn zeer lokaal en vallen binnen de contouren van het gehele project.

4.2 Geluid in natuurgebieden

4.2.1 Inleiding

In de provinciale verordening van de provincie Zeeland zijn geluidnormen opgenomen voor natuurgebieden. Hier geldt een geluidnorm van 40 dB(A) etmaalwaarde (indicatief ongeveer 38 dB L_{den}). Omdat de Oosterscheldekering als windturbineconcentratiegebied is aangegeven geldt deze norm niet voor windturbines op deze locatie. In het kader van volledigheid is toch naar dit geluid gekeken.

De milieubeschermingsgebieden zijn door de provincie aangewezen. In figuur 4.2 is de locatie van nabijgelegen gebieden aangegeven.

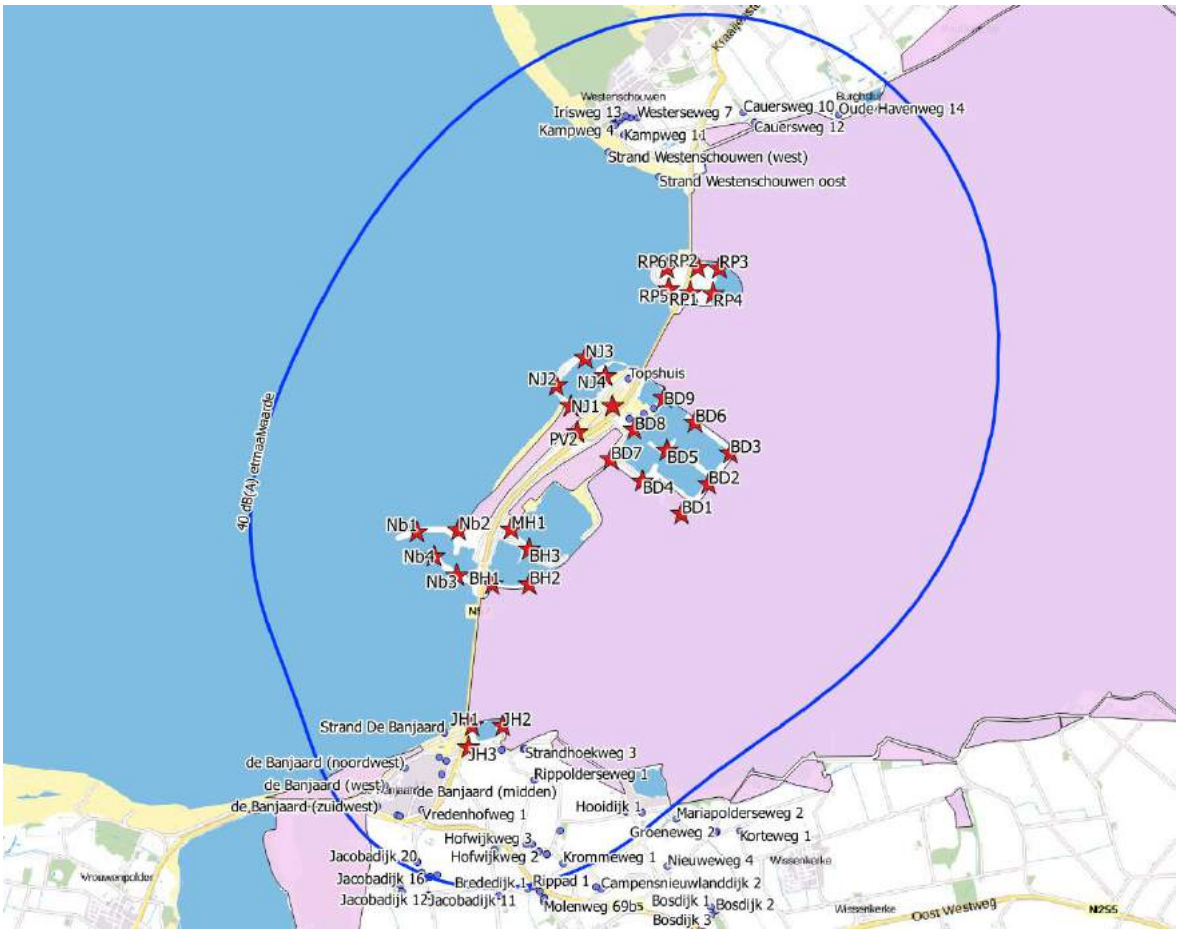


Figuur 4.2
Milieubeschermingsgebieden (roze vlakken) met een geluidnorm van 40 dB(A).

Uit de figuur blijkt direct dat niet aan een waarde van 40 dB(A) voldaan kan worden: de gebieden liggen pal naast, of soms zelfs tussen, de windturbines. Ook is duidelijk dat dit ook voor de

bestaande situatie ook al het geval is: natuurgebieden op het werkeiland Neeltje Jans liggen bijvoorbeeld pal naast windturbines en de N57.
Omdat de norm voor de natuurgebieden in etmaalwaarde is gesteld, is voor alle windturbines het geluidvermogenniveau in etmaalwaarde bepaald. Omdat bij de berekening van etmaalwaarde meestal wordt gekeken naar de dag dat het meeste geluid wordt geproduceerd, is per turbine uitgegaan van een geluidvermogenniveau gelijk aan het maximale geluidvermogenniveau voor de betreffende windturbine.

In figuur 4.3 is voor het voorkeursalternatief de 40 dB(A) etmaalwaarde contour opgenomen. Voor alle varianten zijn deze contouren ook in bijlage I opgenomen.



Figuur 4.3
Het geluidniveau in milieubeschermingsgebieden als etmaalwaarde op 5 meter hoogte.

5 Slagschaduwonderzoek

5.1 Slagschaduw

De ronddraaiende wieken van een windturbine werpen schaduw op de omgeving. Dat wordt slagschaduw genoemd. Die schaduw reikt het verst als de zon laag staat (’s winters, ’s ochtends en ’s avonds). Als slagschaduw op het raam van bijvoorbeeld een woning valt kan de afwisseling van donker en licht als hinderlijk ervaren worden. De frequentie, de intensiteit en de duur van dergelijke slagschaduw bij een locatie bepalen de mate van hinder.

Een automatische stilstandvoorziening kan ervoor zorgen dat de slagschaduwduur binnen de wettelijke norm blijft. Deze schakelt de windturbine uit gedurende de tijd dat er meer dan volgens de wettelijk toegestane norm slagschaduw optreedt. De duur dat er slagschaduw optreedt, kan daarnaast ook tot een minimum worden beperkt, maar dat is niet verplicht.

5.2 Rekenmethode

De slagschaduwduur is bepaald met behulp van de software Windpro, versie 3.1, waarbij de gemiddelde (of verwachte) duur is afgeleid van de maximale (of potentiële) duur. Hierbij is rekening gehouden met de gemiddelde zonuren per dag voor het KNMI-meetstation in Vlissingen. Ook is van dit weerstation de windrichtingsverdeling in het onderzoek betrokken. Het aantal zonne-uren per dag en de windrichtingsverdeling hebben geen invloed op de berekening van de worst-case slagschaduwvorming, maar wel op de verwachte gemiddelde slagschaduwvorming: er wordt dan rekening mee gehouden dat het kan voorkomen dat de zon niet schijnt, of dat de windrichting zodanig is dat de turbine zo georiënteerd is dat geen slagschaduw op een woning wordt geworpen.

Omdat de L136 windturbine de grootste ashoogte en de grootste rotordiameter heeft zal de slagschaduwvorming van deze turbine groter zijn dan die van de andere mogelijke types. **De slagschaduwresultaten die hier en verder in dit rapport gepresenteerd worden zijn afkomstig van de L136 windturbine en betreffen dus een worst-case benadering.** Uiteraard geldt dit niet voor RPW1 en RPW2, waar met de Enercon E82 is gerekend.

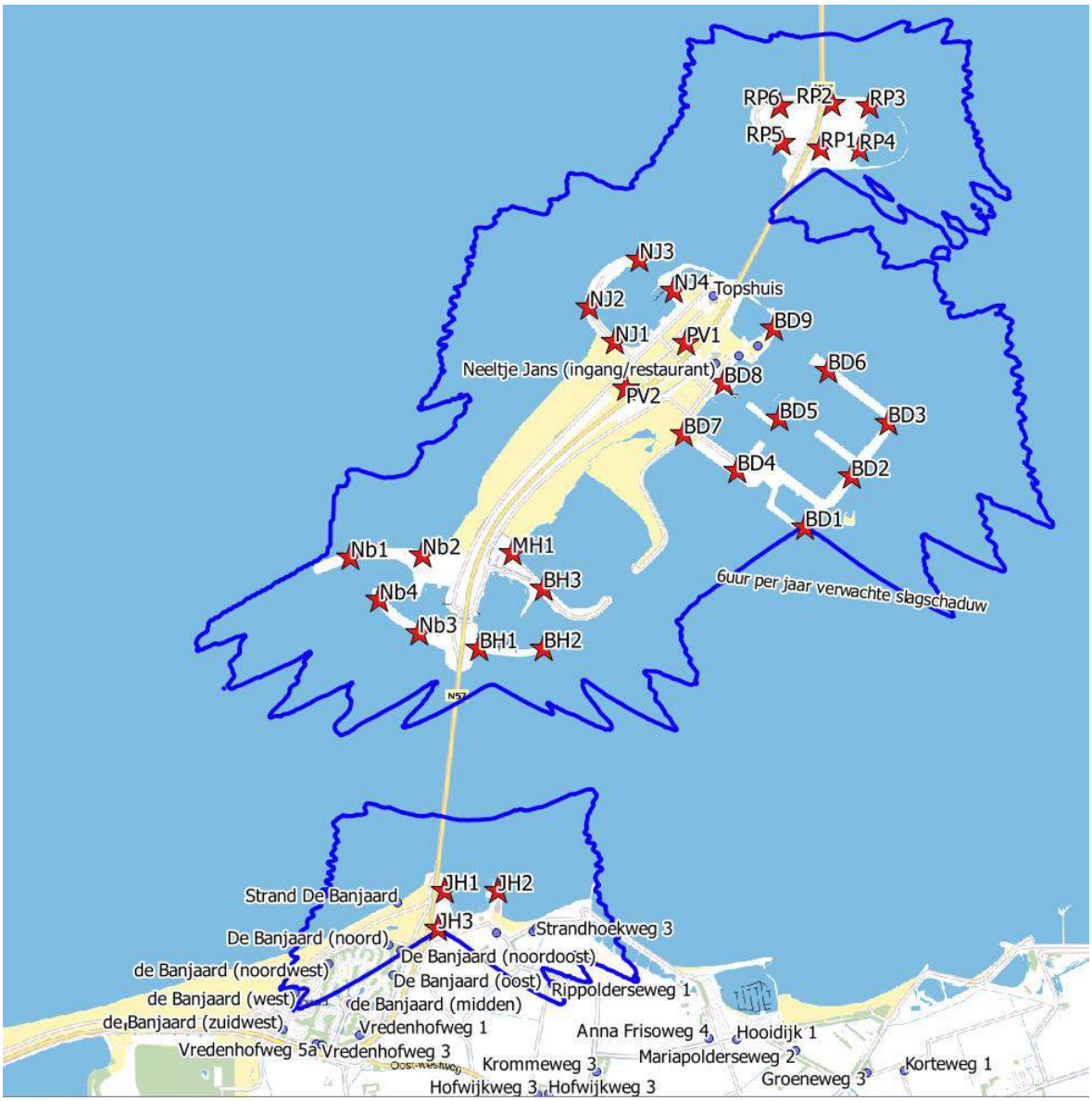
5.3 Resultaten

In bijlage V zijn de berekende slagschaduwcontouren opgenomen als contourkaarten. In figuur 5.1 is een voorbeeld hiervan opgenomen, voor het voorkeursalternatief.

Uit de figuren blijkt dat enkele woningen zijn gelegen binnen de contour. Het gaat om de woningen Jacobaweg 1[8] en Strandhoekweg 1a en 3. Hier is mogelijk, maar niet gegarandeerd, sprake van een overschrijding van de slagschaduwnorm. In een later stadium dient dit per woning onderzocht te worden en dienen zo nodig (stilstand)maatregelen getroffen te worden.

8 In het bestemmingsplan is deze woning niet opgenomen, de locatie is bestemd voor een bedrijf. De woning hoort bij dit bedrijf.

In bijlage VII zijn voor de maatgevende toetslocaties de berekende slagschaduwuren per jaar opgenomen, zowel worst-case als verwacht (gemiddeld), voor alle opstellingsvarianten.

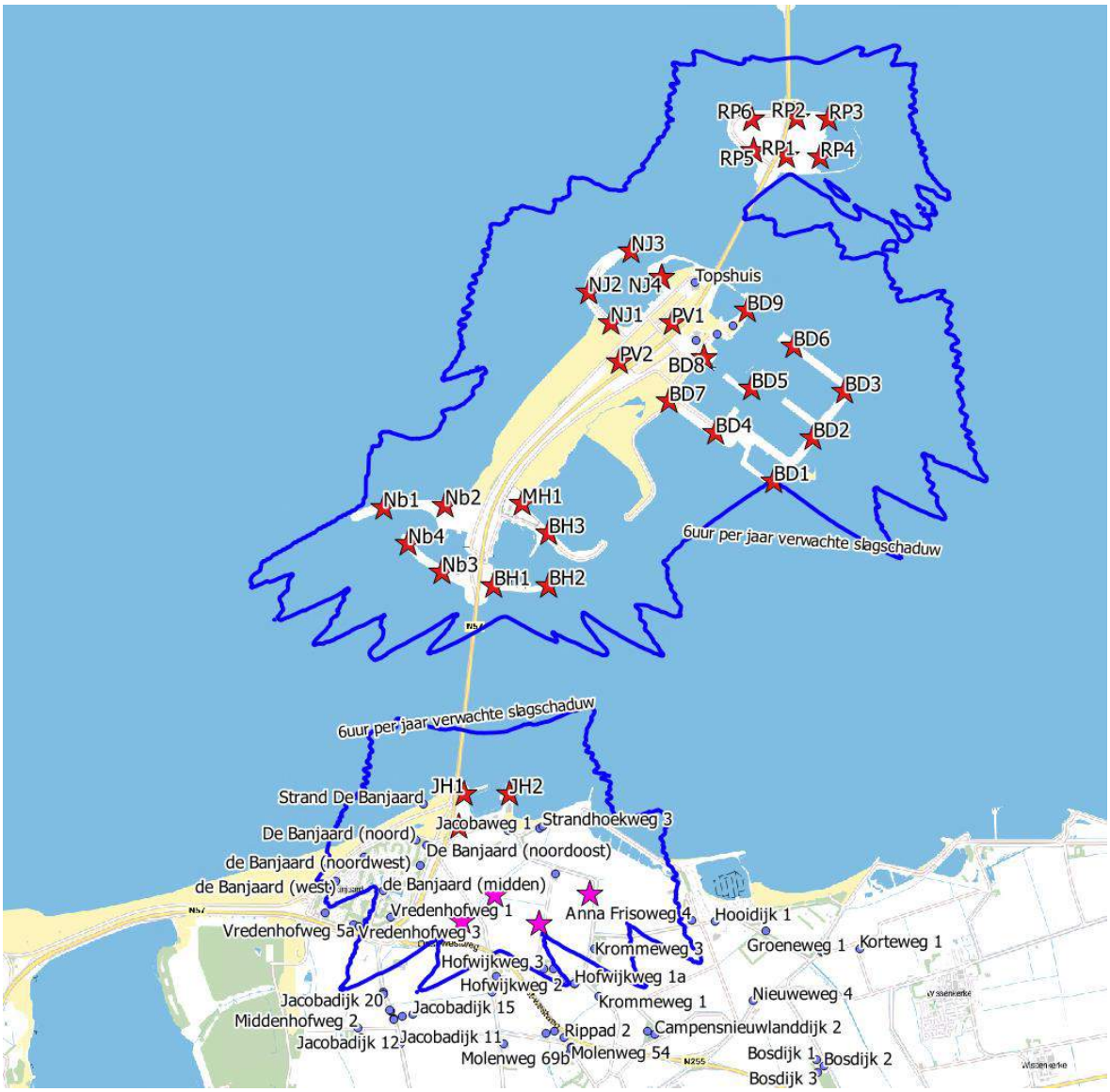


Figuur 5.1
De 6-uur-real-case-slagschaduw contour voor het voorkeursalternatief. Buiten de contour kan de wettelijke slagschaduwnorm niet overtreden worden. Binnen de contour is mogelijk, maar niet altijd, sprake van een overschrijding.

5.4 Cumulatie van slagschaduw

Ook voor het aspect slagschaduw is er sprake van cumulatie met het nabijgelegen windpark Noord-Beveland. Hierom is voor alle varianten een extra slagschaduwmodel opgesteld waarin ook de effecten van windpark Noord-Beveland worden meegerekend. In bijlage V zijn de resulterende

cumulatieve slagschaduwcontouren opgenomen. In figuur 5.2 is een voorbeeld gegeven voor opstellingsvariant 5 (jaar 2027).



Figuur 5.2
De cumulatieve 6-uur-slagschaduwcontour voor variant 5 (jaar 2027) en windpark Noord-Beveland.

6 Samenvatting en conclusie

De jaargemiddelde geluidbelasting en slagschaduw vanwege de herontwikkeling en nieuwbouw van de windparken op en rondom de Oosterscheldekering is berekend en gerapporteerd voor acht opstellingsvarianten. Binnen de varianten bestaan weinig significante verschillen. Daarom zijn alleen de varianten repowering, variant en 5 en 6, en het voorkeursalternatief uitgewerkt.

Onderstaand zijn per deelonderzoek de resultaten beoordeeld. De resultaten zijn gebaseerd op de gemaakte worst-case aannames, waardoor met een andere turbinekeuze de conclusies enigszins kunnen veranderen.

Geluidonderzoek
Uit de berekeningen blijkt dat zonder mitigerende maatregelen niet aan de geluidnorm voldaan kan worden. Met mitigerende maatregelen is het wel mogelijk om aan de geluidnormen te voldoen, met uitzondering van de woning Jacobaweg 1.

Overige geluidsaspecten
Het cumulatieve geluidniveau van de windturbines, de weg N57, het scheepsvaartlawaai en enkele inrichtingen is berekend. Ook is gekeken naar het geluidniveau in nabijgelegen milieubeschermingsgebieden, waar een norm van 40 dB(A) geldt. Uit het onderzoek blijkt dat ook in de bestaande situatie niet aan deze laatste norm voldaan kan worden en dat er sprake is van een toename van het geluidniveau.

Slagschaduw
Per variant zijn de 6-uur-slagschaduw contouren berekend. Deze contouren geven weer in welk gebied mogelijk (maar niet altijd) sprake kan zijn van overschrijdingen van de norm. Als uit een nadere berekening blijkt dat er inderdaad bij woningen sprake is van een overschrijding van de norm kunnen hier maatregelen worden getroffen om de overschrijding te verhelpen.

LBP|SIGHT BV

T.E. (Thom) de Rijk MSc. ir. M.T. (Mike) Dijkstra

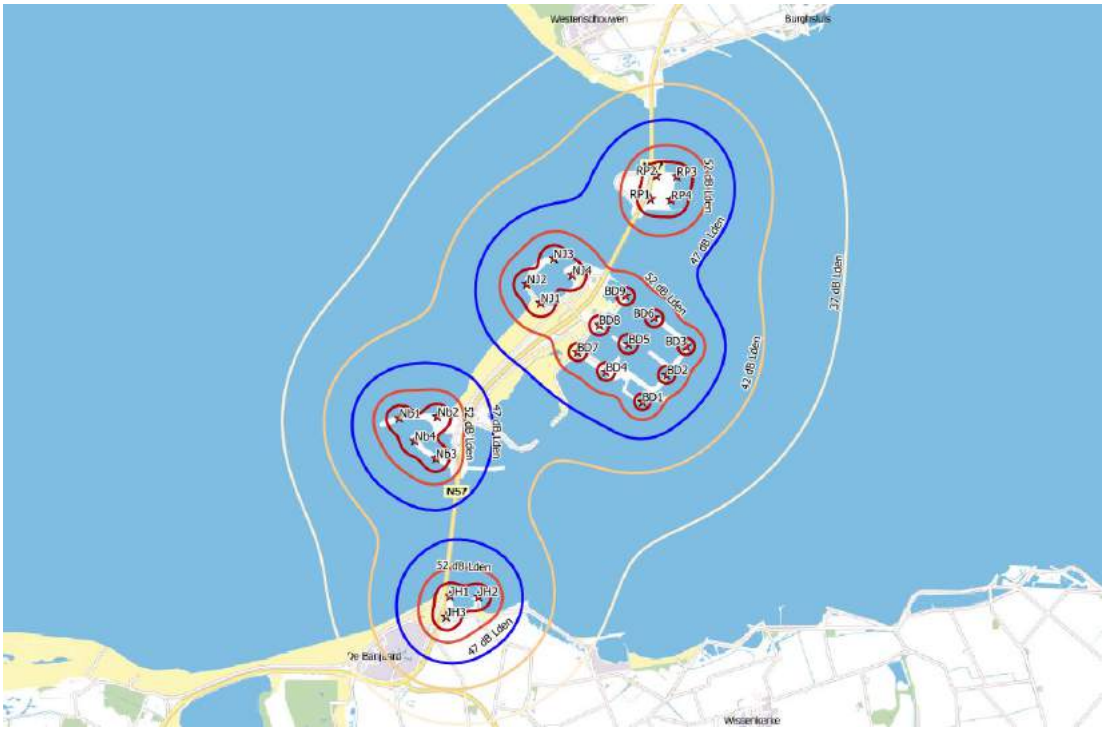
Bijlage I

Figuren geluid

L_{den}-contouren

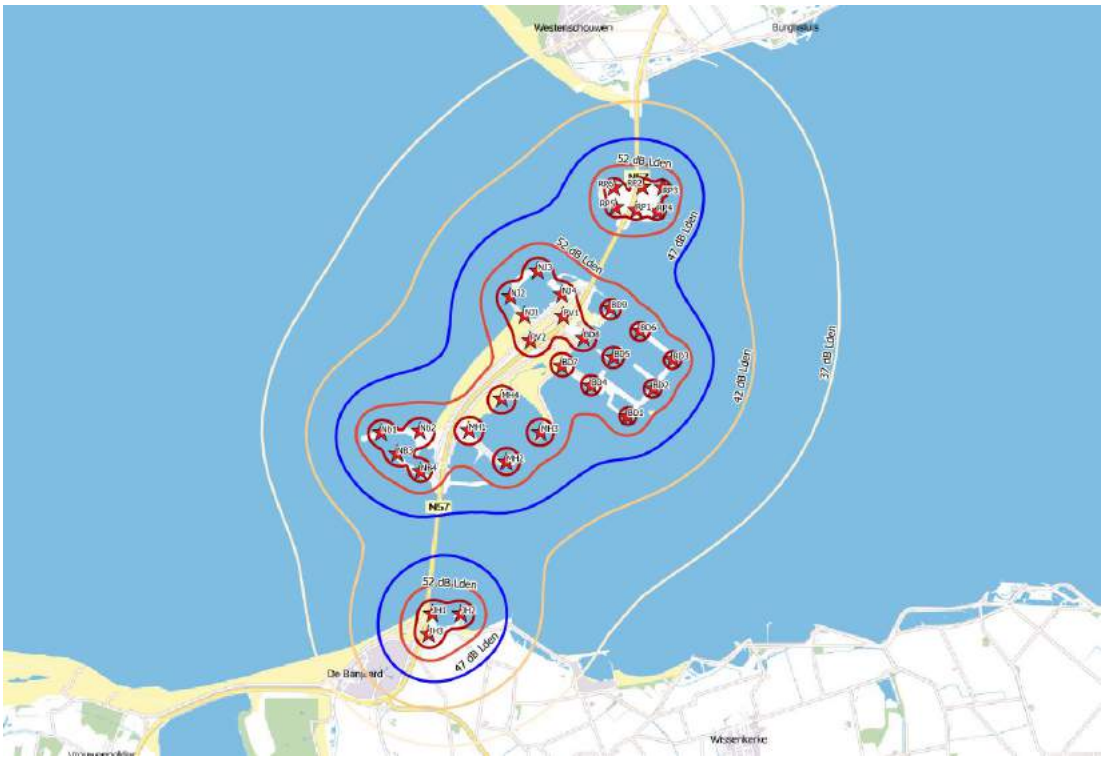
Figuur I.1
L_{den}-contouren voor de autonome variant

Figuur I.2
L_{den}-contouren voor de Repowering variant (jaar 2020)



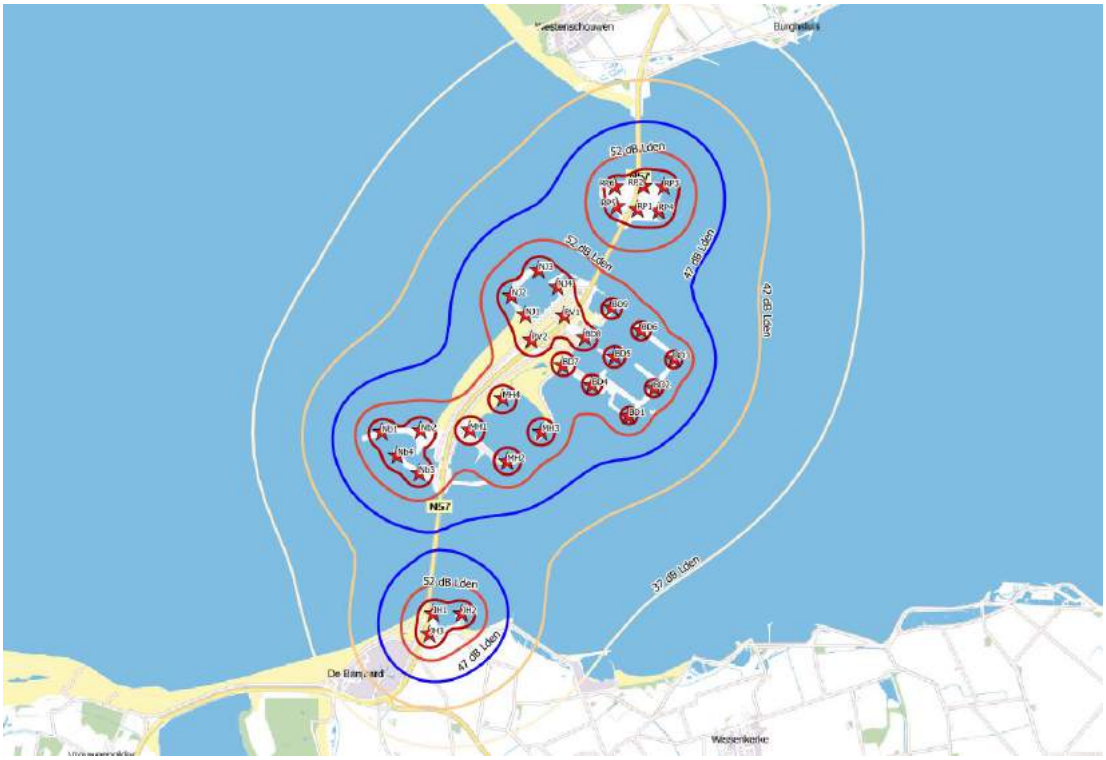
Figuur I.3

L_{den}-contouren voor de Repowering variant (jaar 2027)

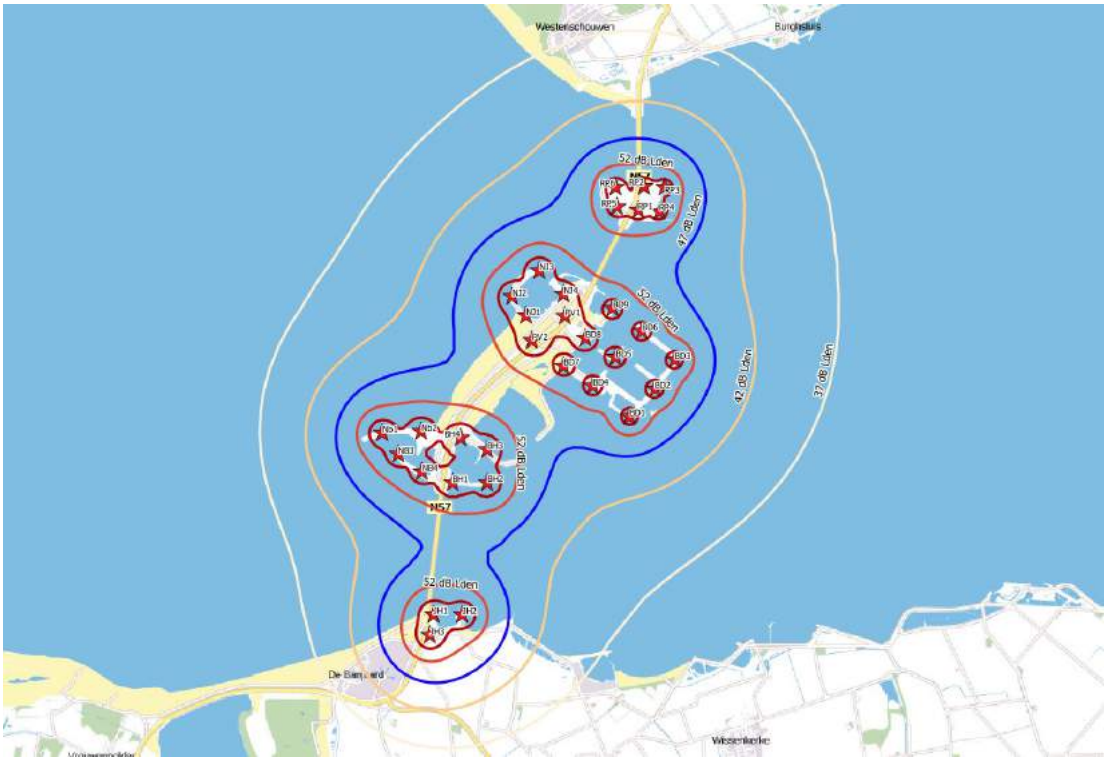


Figuur I.4

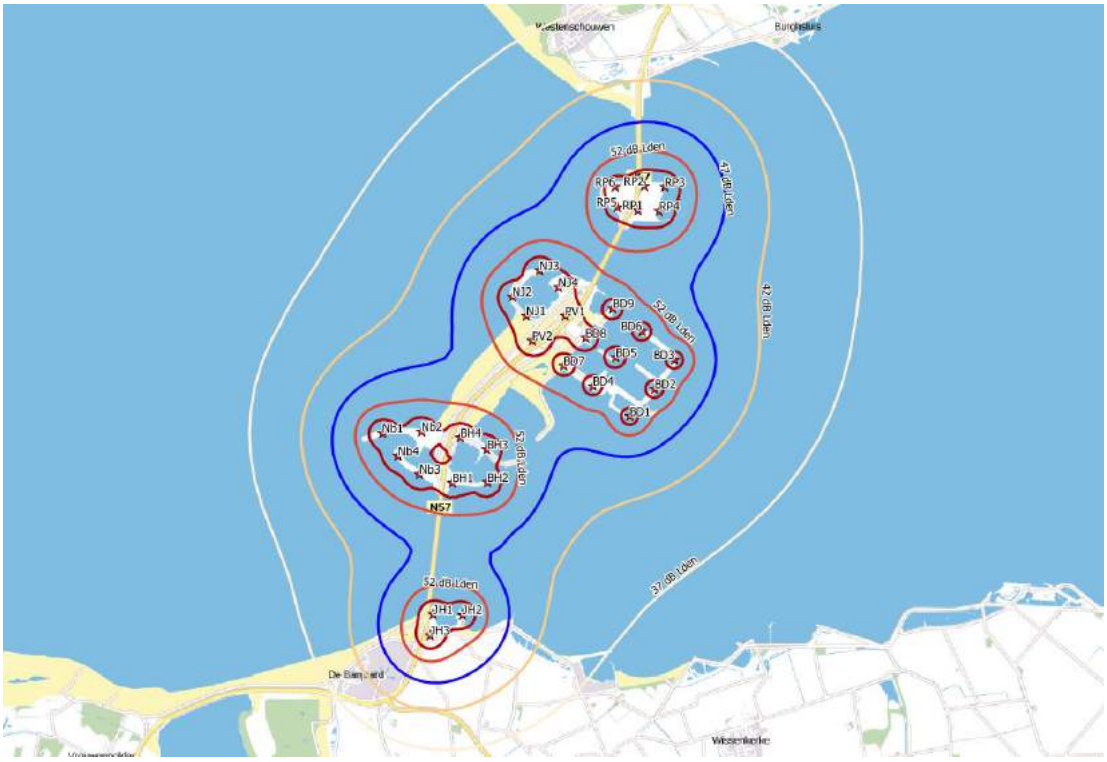
L_{den}-contouren voor variant 5 (jaar 2020)



Figuur I.5
L_{den}-contouren voor variant 5 (jaar 2027)



Figuur I.6
L_{den}-contouren voor variant 6 (jaar 2020)

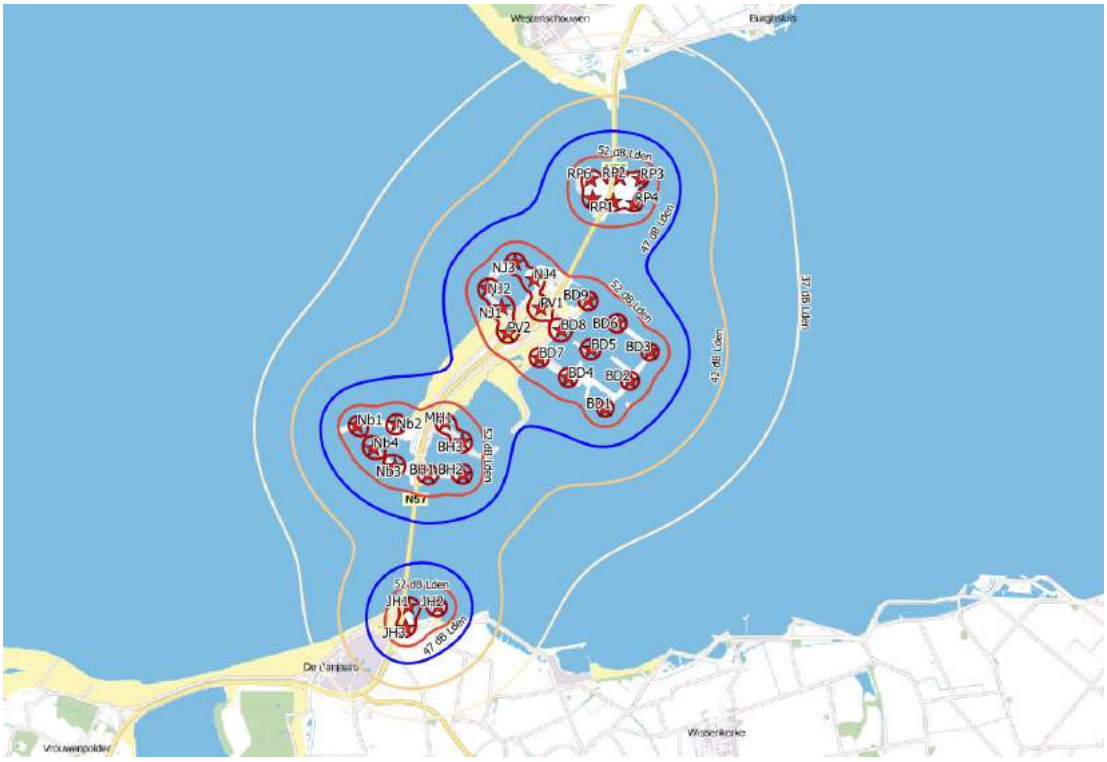


Figuur I.7

L_{den}-contouren voor variant 6 (jaar 2027)

Figuur I.8

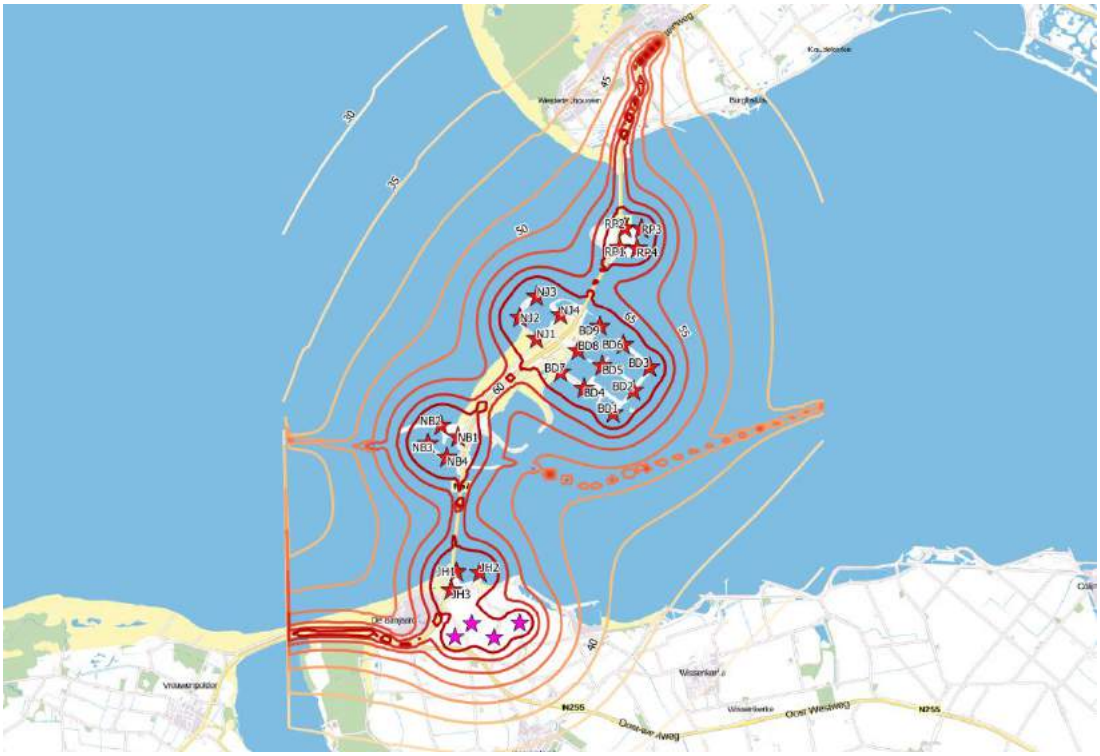
L_{den}-contouren voor het voorkeursalternatief in het jaar 2020.



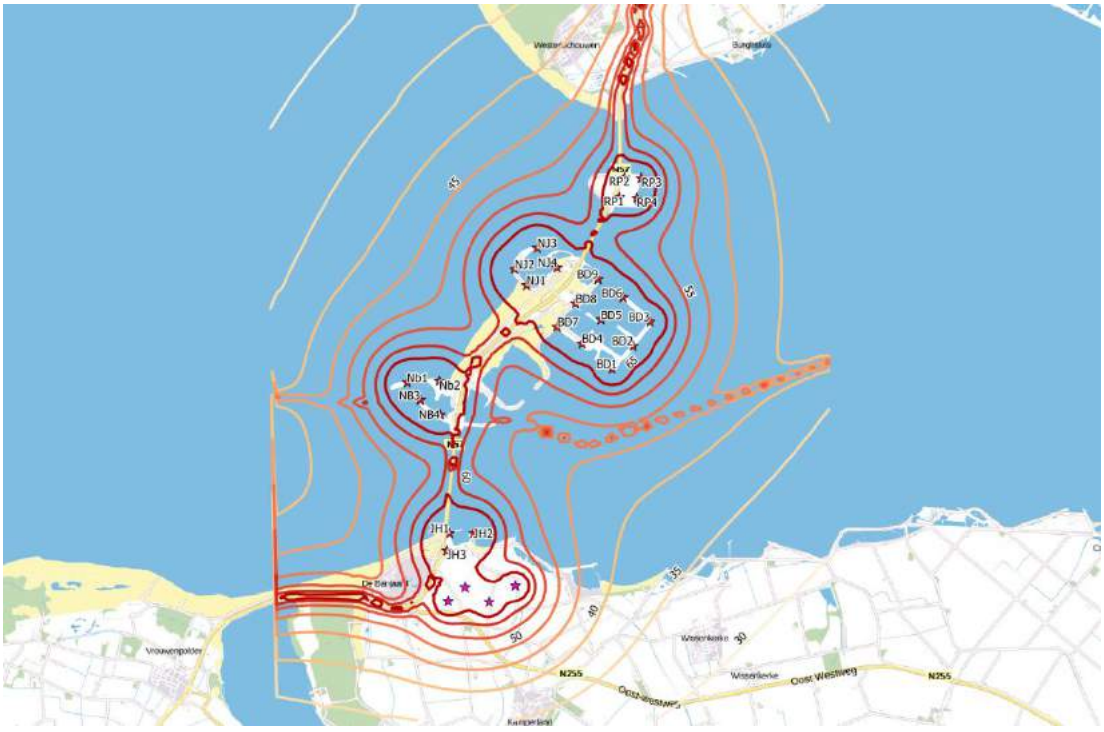
Figuur I.9

L_{den}-contouren voor het voorkeursalternatief in het jaar 2027.

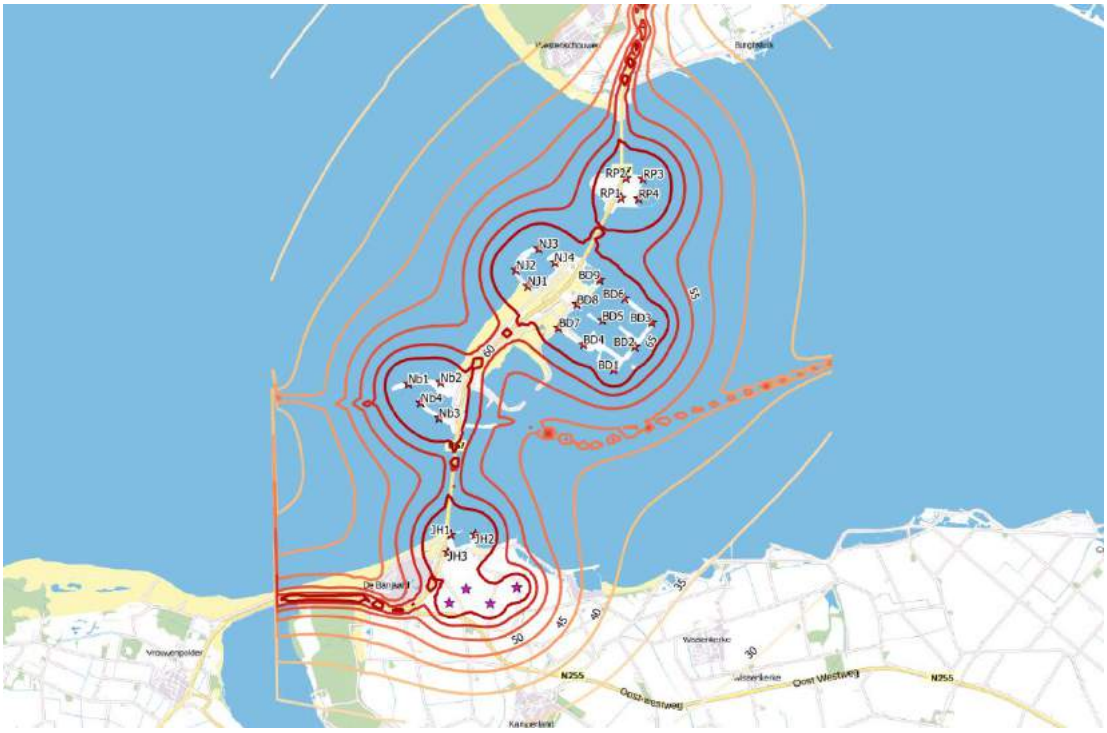
L_{cum} contouren



Figuur I.10
L_{CUM}-contouren voor de autonome variant

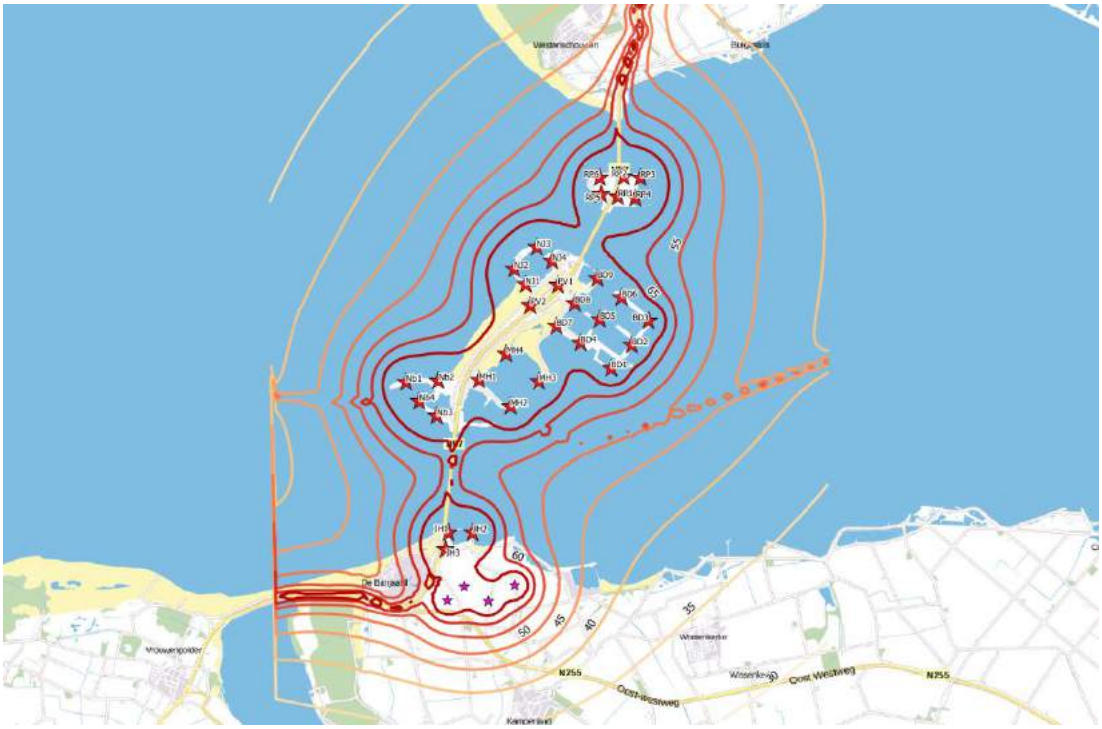


Figuur I.11
L_{CUM}-contouren voor variant Repowering (jaar 2020)

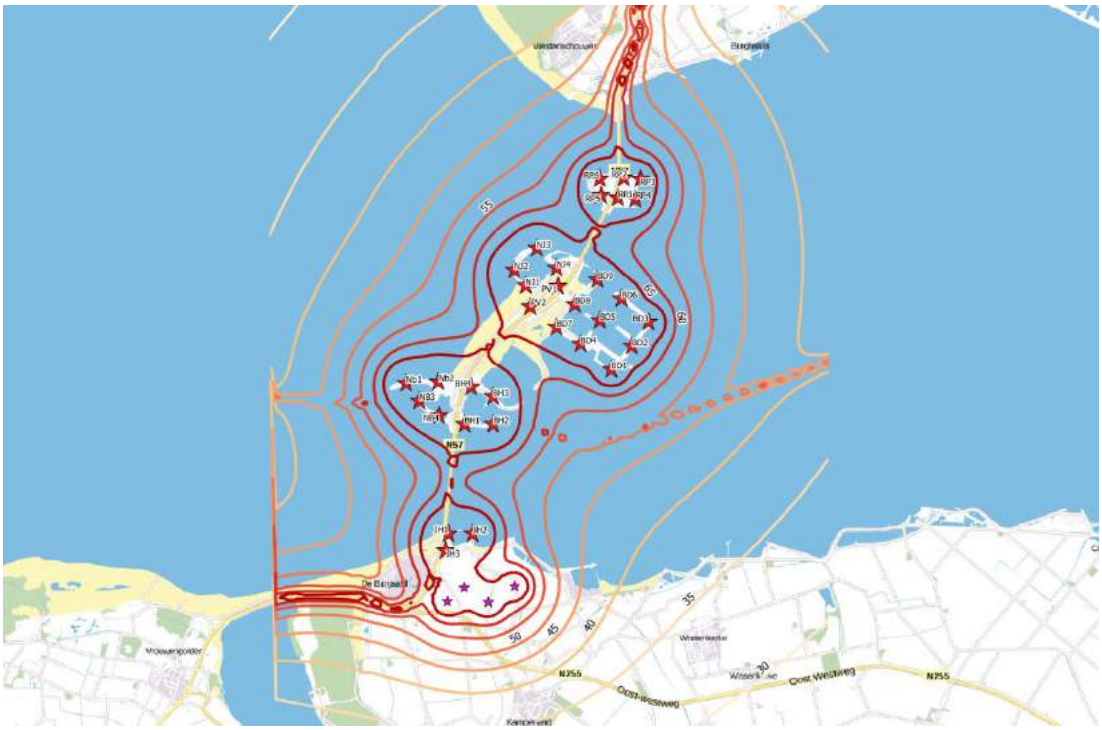


Figuur I.12
L_{CUM}-contouren voor variant Repowering (jaar 2027)

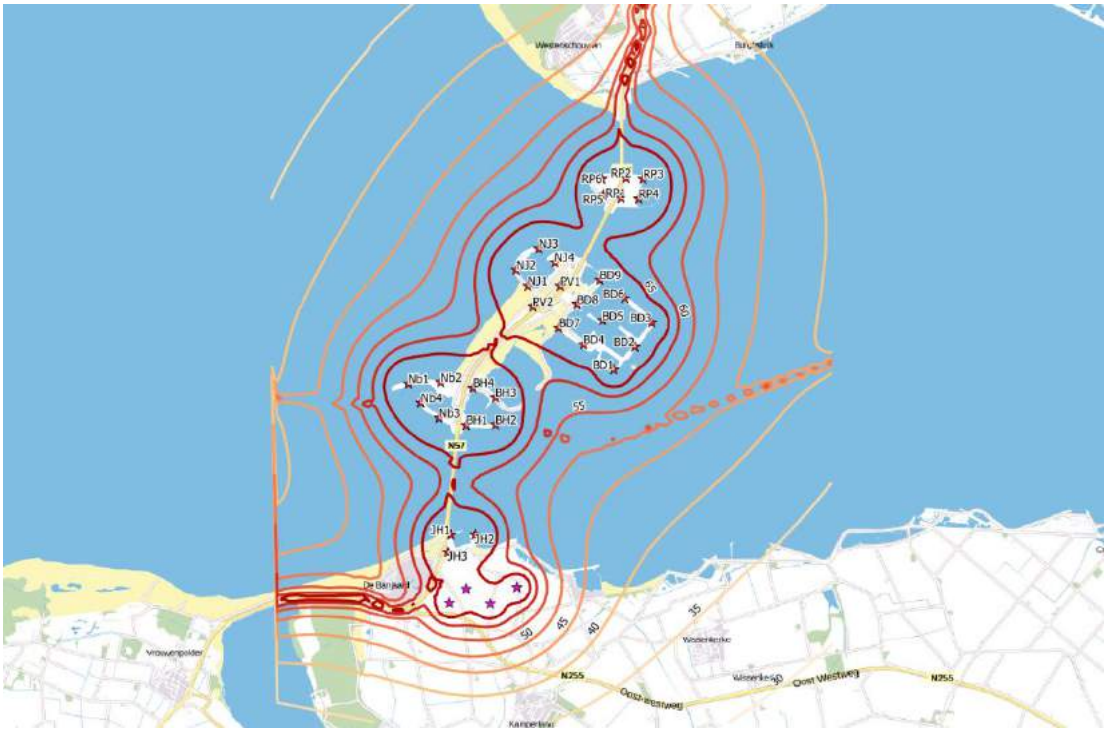
Figuur I.13
L_{CUM}-contouren voor variant 5 (jaar 2020)



Figuur I.14
L_{CUM}-contouren voor variant 5 (jaar 2027)

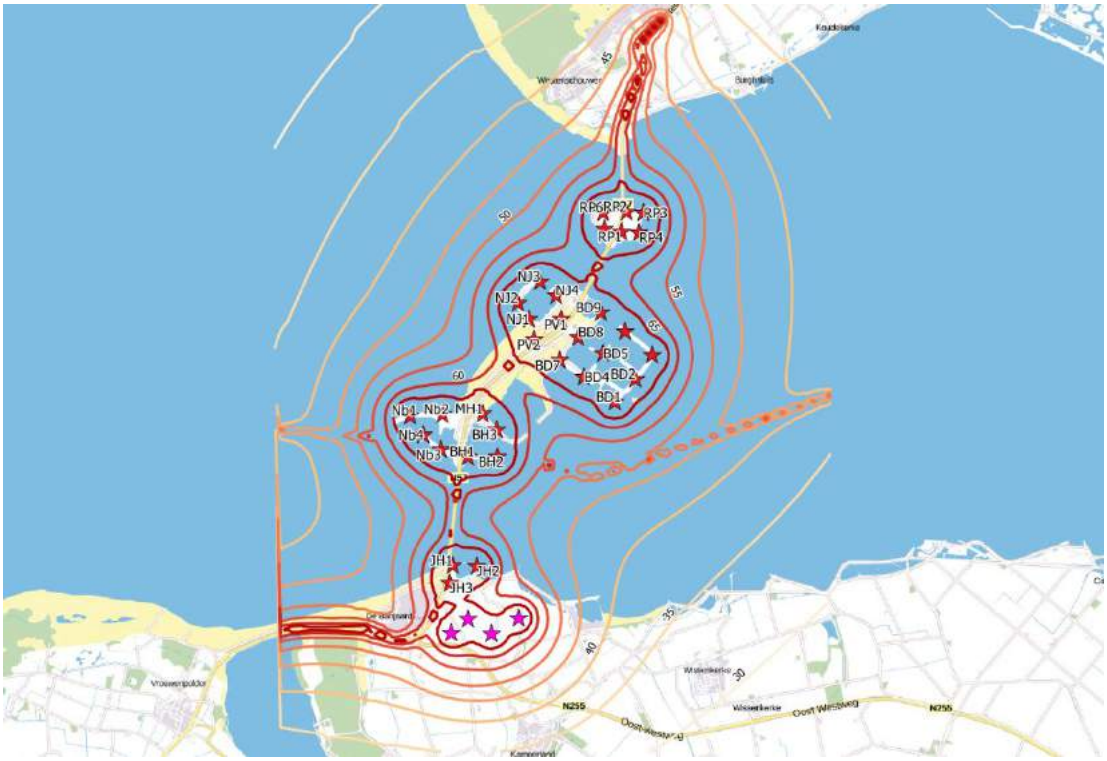


Figuur I.15
L_{CUM}-contouren voor variant 6 (jaar 2020)



Figuur I.16
L_{CUM}-contouren voor variant 6 (jaar 2027)

Figuur I.17
L_{CUM}-contouren voor het voorkeursalternatief (jaar 2020)



Figuur I.18

L_{CUM}-contouren voor het voorkeursalternatief (jaar 2027)

L_{etmaal}-contouren

Figuur I.19
L_{etmaal}-contouren voor de autonome variant

Figuur I.20
L_{etmaal}-contouren voor de variant Repowering (jaar 2020)

Figuur I.21

L_{etmaal}-contouren voor de variant Repowering (jaar 2027)

Figuur I.22

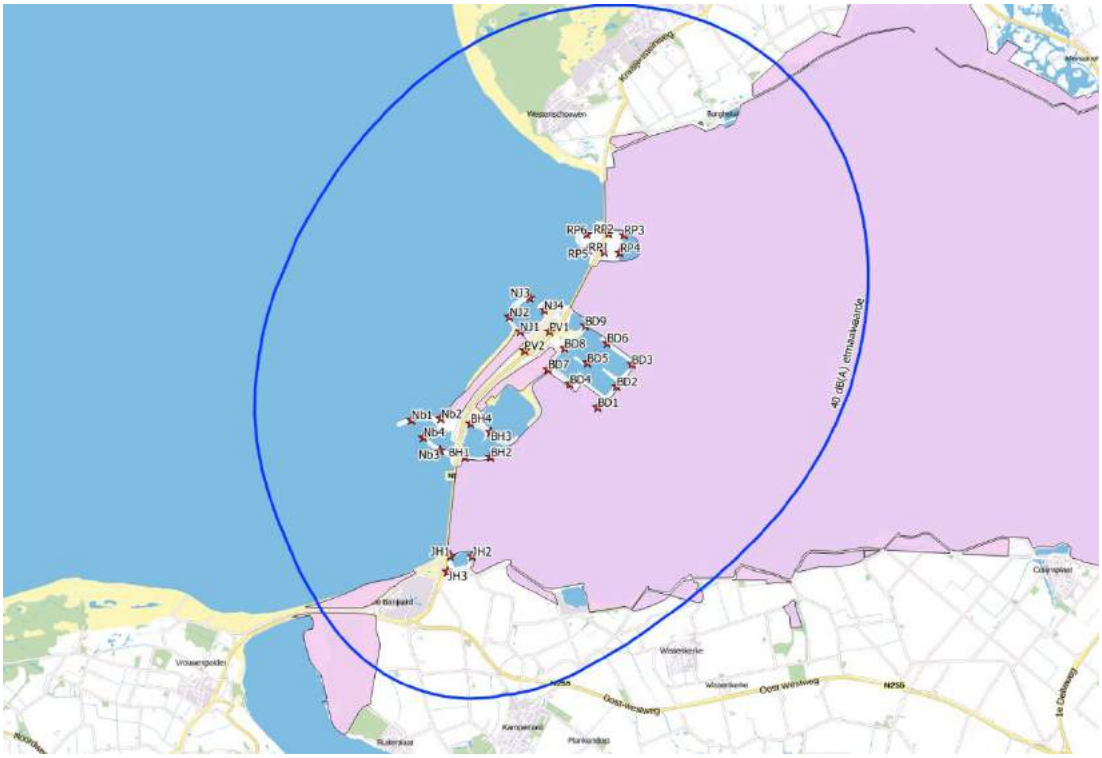
L_{etmaal}-contouren voor variant 5 (jaar 2020)

Figuur I.23

L_{etmaal}-contouren voor variant 5 (jaar 2027)

Figuur I.24

L_{etmaal}-contouren voor variant 6 (jaar 2020)

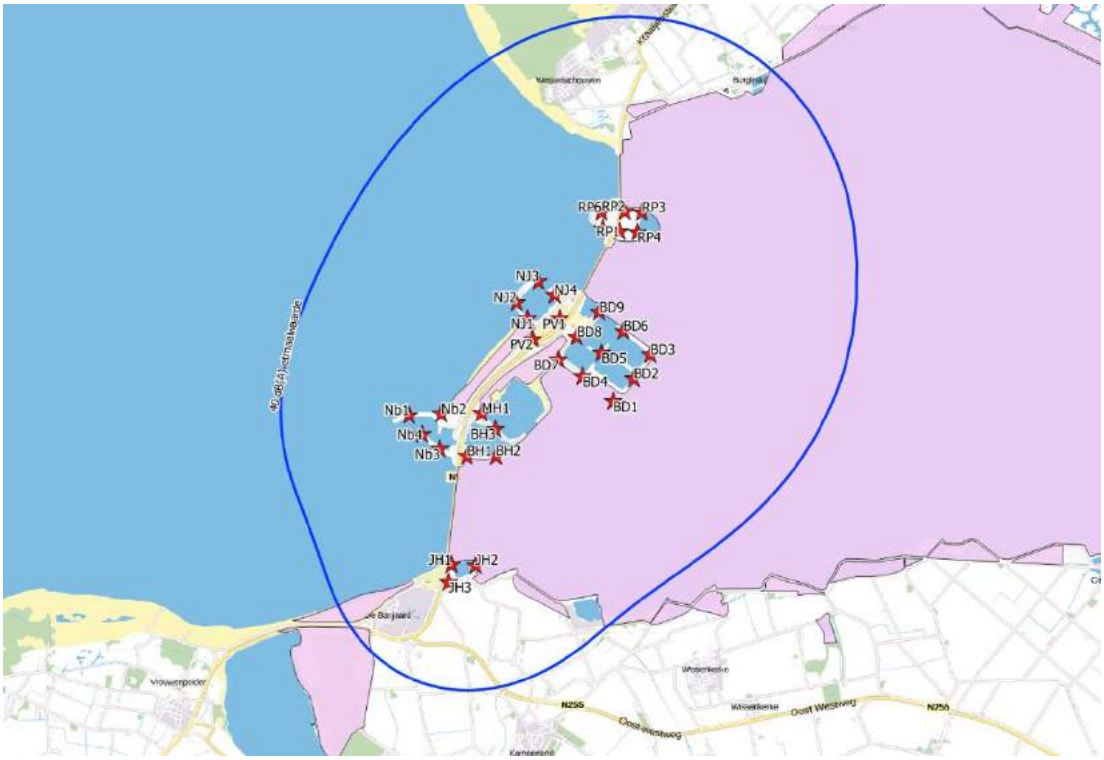


Figuur I.25

L_{etmaal}-contouren voor variant 6 (jaar 2027)

Figuur I.26

L_{etmaal}-contouren voor het voorkeursalternatief (jaar 2020)



Figuur I.27

L_{etmaal}-contouren voor het voorkeursalternatief (jaar 2027)

Bijlage II

Berekening geluidvermogenniveaus

Berekening geluidvermogenniveaus

RD coords:	45150	406157						
ellips coords:	3,80044	51,6335						
Windprofiel:	80 m							
Turbinetype:	Enercon E82 E2			Ashoogte	78 m			
Modeinstelling:	mode 0				Lw+Cb			
wind (ashoogte)	dag	avond	nacht		Lw as	LE dag	LE avond	LE nacht
m/s	%	%	%		[dB(A)]	[db(A)]	[db(A)]	[db(A)]
1	2,17	1,88	1,18					
2	4,32	3,72	3,05					
3	6,45	6,28	4,70		96,6	84,7	84,6	83,3
4	8,82	7,77	6,55		96,6	86,1	85,5	84,8
5	10,40	9,32	9,15		96,6	86,8	86,3	86,2
6	11,07	10,47	11,72		96,6	87,0	86,8	87,3
7	11,23	11,40	13,20		96,6	87,1	87,2	87,8
8	10,35	10,17	12,28		99,9	90,0	90,0	90,8
9	8,62	9,62	9,45		102,6	92,0	92,4	92,4
10	6,75	8,11	8,32		103,5	91,8	92,6	92,7
11	5,57	6,57	6,13		104,0	91,5	92,2	91,9
12	4,53	4,38	4,28		104,0	90,6	90,4	90,3
13	2,78	3,40	3,38		104,0	88,4	89,3	89,3
14	1,93	2,57	2,22		104,0	86,9	88,1	87,5
15	1,72	1,77	1,52		104,0	86,3	86,5	85,8
16	1,12	0,92	1,35		104,0	84,5	83,6	85,3
17	0,93	0,65	0,72		104,0	83,7	82,1	82,6
18	0,53	0,47	0,30		104,0	81,3	80,7	78,8
19	0,25	0,22	0,15		104,0	78,0	77,4	75,8
20	0,22	0,15	0,12		104,0	77,4	75,8	74,7
21	0,03	0,02	0,03		104,0	69,3	66,2	69,2
22	0,10	0,00	0,00		104,0	74,0	39,7	46,6
23	0,02	0,00	0,00		104,0	66,2	-99,0	39,7
24	0,00	0,00	0,00		104,0	-99,0	-99,0	-99,0
25	0,02	0,02	0,00		104,0	66,2	66,2	-99,0
				Lden [dB]	**107,1**	**100,5**	**100,8**	**100,8**

in relation to wind speed in hub height

wind speed at hub height [m/s]	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sound Power Level [dB(A)]	96.6	99.9	102.6	103.5	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0

Octave band sound power level	for v_s = 10 ms^{-1} in dB(A)							
Frequency	63	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
$L_{WA,P}$	87.2	94.8	93.9	96.7*	98.5	94.2	82.7	75.4

Figuur II.1

De berekening van de geluidemissie van de Enercon E82 E2 (voor de autonome variant), inclusief geluidspecificaties

RD coords:	45150	406157						
ellips coords:	3,80044	51,6335						
Windprofiel:	80 m							
Turbinetype:	Vestas V90 3MW			Ashoogte	75/78/80	m		
Modeinstelling:	mode 0					Lw+Cb		
wind (ashoogte)	dag	avond	nacht		Lw as	LE dag	LE avond	LE nacht
m/s	%	%	%		[dB(A)]	[db(A)]	[db(A)]	[db(A)]
1	2,17	1,88	1,18					
2	4,32	3,72	3,05					
3	6,45	6,28	4,70		97,0	85,1	85,0	83,7
4	8,82	7,77	6,55		97,0	86,5	85,9	85,2
5	10,40	9,32	9,15		97,0	87,2	86,7	86,6
6	11,07	10,47	11,72		98,5	89,0	88,7	89,2
7	11,23	11,40	13,20		102,1	92,6	92,7	93,3
8	10,35	10,17	12,28		104,8	95,0	94,9	95,7
9	8,62	9,62	9,45		106,9	96,3	96,7	96,7
10	6,75	8,11	8,32		108,4	96,7	97,5	97,6
11	5,57	6,57	6,13		109,2	96,6	97,4	97,1
12	4,53	4,38	4,28		109,4	95,9	95,8	95,7
13	2,78	3,40	3,38		108,5	92,9	93,8	93,8
14	1,93	2,57	2,22		106,7	89,5	90,7	90,1
15	1,72	1,77	1,52		106,1	88,4	88,6	87,9
16	1,12	0,92	1,35		105,8	86,3	85,4	87,1
17	0,93	0,65	0,72		105,7	85,4	83,8	84,3
18	0,53	0,47	0,30		105,7	83,0	82,4	80,5
19	0,25	0,22	0,15		105,7	79,7	79,1	77,5
20	0,22	0,15	0,12		105,7	79,1	77,5	76,4
21	0,03	0,02	0,03		105,7	71,0	67,9	70,9
22	0,10	0,00	0,00		105,7	75,7	41,4	48,3
23	0,02	0,00	0,00		105,7	67,9	-99,0	41,4
24	0,00	0,00	0,00		105,7	-99,0	-99,0	-99,0
25	0,02	0,02	0,00		105,7	67,9	67,9	-99,0
				Lden [dB]	**111,4**	**104,7**	**105,0**	**105,0**

Hub Height	80m
L_{WA} @ 4 m/s (10 m above ground) [dBA]	97.0
Wind speed at hh [m/sec]	5.6
L_{WA} @ 5 m/s (10 m above ground) [dBA]	102
Wind speed at hh [m/sec]	7.0
L_{WA} @ 6 m/s (10 m above ground) [dBA]	105.8
Wind speed at hh [m/sec]	8.4
L_{WA} @ 7 m/s (10 m above ground) [dBA]	108.2
Wind speed at hh [m/sec]	9.8
L_{WA} @ 8 m/s (10 m above ground) [dBA]	109.3
Wind speed at hh [m/sec]	11.2
L_{WA} @ 9 m/s (10 m above ground) [dBA]	109.4
Wind speed at hh [m/sec]	12.6
L_{WA} @ 10 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.7
Wind speed at hh [m/sec]	14.0
L_{WA} @ 11 m/s (10 m above ground) [dBA]	105.9
Wind speed at hh [m/sec]	15.3
L_{WA} @ 12 m/s (10 m above ground) [dBA]	105.7
Wind speed at hh [m/sec]	16.7
L_{WA} @ 13 m/s (10 m above ground) [dBA]	105.7
Wind speed at hh [m/sec]	18.1

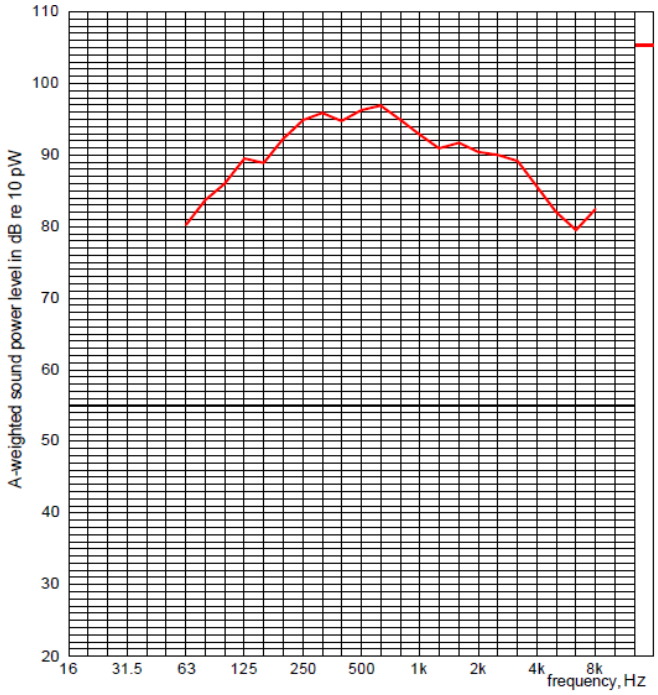
V90-2.0 MW-VCS-50 Hz-Mode 0 – Hub Height 80 m											
Wind speed 10 m	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Power [kW]	108.5	293.1	587.5	1023.5	1518.0	1903.1	1994.4	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0
1/1 octaves	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA
[Hz]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
16	44.5	50.2	55.7	58.6	60.9	62.9	63.0	63.0			
31.5	58.8	63.2	69.3	74.2	76.0	77.1	77.5	77.5			
63	71.7	75.5	79.6	82.3	84.4	86.0	86.0	86.0			
125	76.2	79.8	84.5	88.1	89.9	90.3	90.1	90.1			
250	82.6	85.5	89.5	92.6	93.7	94.2	94.3	94.3			
500	86.4	88.8	92.7	95.8	96.7	97.5	97.9	97.9			
1000	87.7	90.1	94.1	97.4	98.3	98.0	97.8	97.8			
2000	85.9	89.5	93.9	96.5	97.1	97.5	97.5	97.5			
4000	82.0	86.5	91.2	93.8	94.7	94.9	94.6	94.6			
8000	69.7	74.2	79.1	82.3	84.2	83.4	82.3	82.2			

Figuur II.2

De berekening van de geluidemissie van de Vestas V90 3MW (voor de autonome variant), inclusief geluidspecificaties (het spectrum is afkomstig van de versie met 2MW, spectrale gegevens zijn niet beschikbaar voor de 3MW variant).

RD coords:	45150	406157						
ellips coords:	3,80044	51,6335						
Windprofiel:	84 m							
Turbinetype:	Enercon E82			Ashoogte	84 m			
Modeinstelling:	mode 0				Lw+Cb			
wind (ashoogte)	dag	avond	nacht		Lw as	LE dag	LE avond	LE nacht
m/s	%	%	%		[dB(A)]	[db(A)]	[db(A)]	[db(A)]
1	2,12	1,84	1,15					
2	4,24	3,73	2,94					
3	6,38	6,17	4,65		98,0	86,0	85,9	84,7
4	8,68	7,54	6,40		98,0	87,4	86,8	86,1
5	10,22	9,22	9,07		98,0	88,1	87,6	87,6
6	10,86	10,41	11,54		98,0	88,4	88,2	88,6
7	11,18	11,11	13,05		98,0	88,5	88,5	89,2
8	10,37	10,37	12,08		100,9	91,1	91,1	91,7
9	8,68	9,64	9,72		103,6	93,0	93,4	93,5
10	6,83	8,14	8,32		105,3	93,6	94,4	94,5
11	5,67	6,52	6,30		106,0	93,5	94,1	94,0
12	4,59	4,56	4,23		106,0	92,6	92,6	92,3
13	2,92	3,51	3,57		106,0	90,7	91,5	91,5
14	2,01	2,59	2,28		106,0	89,0	90,1	89,6
15	1,72	1,91	1,64		106,0	88,4	88,8	88,2
16	1,15	1,04	1,22		106,0	86,6	86,2	86,9
17	0,91	0,65	0,86		106,0	85,6	84,1	85,3
18	0,61	0,50	0,35		106,0	83,8	83,0	81,5
19	0,30	0,26	0,19		106,0	80,7	80,2	78,8
20	0,18	0,15	0,12		106,0	78,6	77,8	76,9
21	0,11	0,05	0,03		106,0	76,3	73,0	70,3
22	0,07	0,01	0,01		106,0	74,2	64,3	64,4
23	0,02	0,00	0,03		106,0	68,2	-99,0	71,2
24	0,00	0,00	0,01		106,0	-99,0	-99,0	64,3
25	0,05	0,05	0,00		106,0	73,0	73,0	-99,0
				Lden [dB]	**108,8**	**102,2**	**102,5**	**102,5**

in relation to wind speed at hub height									
wind speed at hub height [m/s]	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sound Power Level [dB(A)]	98.0	100.9	103.6	105.3	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0



1/3 octave frequency (Hz)	octave frequency (Hz)	1/3 octave band level dB(A)	octave band level dB(A)
50	63	76,5	85,9
63		80,3	
80		83,7	
100	125	86	93,2
125		89,5	
160		88,9	
200	250	92,3	99,4
250		94,9	
315		95,9	
400	500	94,7	100,8
500		96,3	
630		96,9	
800	1k	94,8	97,9
1k		92,8	
1,25k		91	
1,6k	2k	91,7	95,6
2k		90,4	
2,5k		90,1	
3,15k	4k	89,2	91,3
4k		85,6	
5k		82,1	
6,3k	8k	79,5	84,5
8k		82,4	
10k		72,7	

Figuur II.3

De berekening van de geluidemissie van de Enercon E82 3MW, inclusief geluidspecificaties.

RD coords:	45150	406157						
ellips coords:	3,80044	51,6335						
Windprofiel:	89,5 m							
Turbinetype:	Vestas V117			Ashoogte	89,5 m			
Modeinstelling:	mode 0				Lw+Cb			
wind (ashoogte)	dag	avond	nacht		Lw as	LE dag	LE avond	LE nacht
m/s	%	%	%		[dB(A)]	[db(A)]	[db(A)]	[db(A)]
1	2,06	1,77	1,10					
2	4,14	3,75	2,80					
3	6,28	6,01	4,59		93,3	81,3	81,1	79,9
4	8,50	7,23	6,19		93,6	82,9	82,2	81,5
5	9,97	9,10	8,96		95,4	85,4	85,0	84,9
6	10,58	10,33	11,31		98,6	88,8	88,7	89,1
7	11,11	10,71	12,84		101,9	92,4	92,2	93,0
8	10,40	10,64	11,81		104,9	95,1	95,2	95,6
9	8,77	9,68	10,10		107,6	97,0	97,5	97,6
10	6,94	8,16	8,33		108,5	96,9	97,6	97,7
11	5,80	6,46	6,54		108,5	96,1	96,6	96,7
12	4,67	4,81	4,16		108,5	95,2	95,3	94,7
13	3,12	3,67	3,83		108,5	93,4	94,1	94,3
14	2,11	2,63	2,36		108,5	91,7	92,7	92,2
15	1,73	2,10	1,82		108,5	90,9	91,7	91,1
16	1,20	1,20	1,05		108,5	89,3	89,3	88,7
17	0,89	0,65	1,05		108,5	88,0	86,6	88,7
18	0,71	0,55	0,43		108,5	87,0	85,9	84,8
19	0,36	0,33	0,24		108,5	84,1	83,7	82,4
20	0,14	0,15	0,13		108,5	79,9	80,3	79,7
21	0,21	0,10	0,02		108,5	81,7	78,3	71,0
22	0,02	0,02	0,02		108,5	71,7	70,5	70,6
23	0,02	0,00	0,08		108,5	70,7	-99,0	77,5
24	0,00	0,00	0,02		108,5	-99,0	-99,0	70,5
25	0,10	0,10	0,00		108,5	78,3	78,3	-99,0
				Lden [dB]	**111,7**	**104,9**	**105,3**	**105,3**

Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Power Optimized Mode PO1 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Power Optimized Mode PO1-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	91.8	93.3
4	92.1	93.7
5	93.9	96.0
6	97.1	99.6
7	100.4	103.1
8	103.4	106.1
9	106.1	108.6
10	107.0	109.6
11	107.0	109.6
12	107.0	109.6
13	107.0	109.6
14	107.0	109.6
15	107.0	109.6
16	107.0	109.6
17	107.0	109.6
18	107.0	109.6
19	107.0	109.6
20	107.0	109.6

Figuur II.4

Geluidgegevens van de Vestas V117, zie ook de volgende pagina

V117-3.3MW-IEC2A-Mode0 - Hub height 91.5m - Shear 0.16											
Wind speed in 10m height	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wind speed in hub height	4.3	5.7	7.1	8.6	10.0	11.4	12.8	14.3	15.7	17.1	18.5
Power [kW]	190	511	1040	1812	2737	3225	3295	3300	3300	3300	3300
1/3 octaves	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA	LWA
[Hz]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
6.3	31.8	31.2	31.3	32.2	33.6	35.6	38.3	41.2			
8	33.6	33.6	34.7	36.5	38.5	40.7	43.5	46.8			
10	35.6	37.3	39.3	41.6	43.6	45.8	48.6	52.0			
12.5	38.0	42.4	45.4	47.7	49.4	51.5	54.4	58.1			
16	40.4	47.6	51.9	54.5	55.9	57.3	59.7	63.3			
20	45.8	52.0	57.5	61.7	64.2	65.7	67.1	69.5			
25	52.5	56.7	60.7	64.3	67.0	69.2	71.4	74.1			
31.5	57.1	61.6	64.8	67.5	69.7	71.9	74.6	77.4			
40	60.6	65.6	69.0	71.6	73.8	75.9	78.4	80.7			
50	67.7	70.7	73.4	75.8	77.6	79.3	81.0	82.7			
63	76.9	75.8	77.1	79.7	82.1	84.1	85.6	86.5			
80	79.8	80.8	81.4	82.4	83.8	85.6	87.3	87.6			
100	79.2	82.5	84.6	86.2	87.3	88.2	89.0	89.0			
125	82.3	82.3	85.7	89.7	91.9	92.2	91.2	90.3			
160	83.7	84.9	87.0	89.0	90.0	90.2	89.7	88.9			
200	82.1	85.3	88.4	90.6	91.3	91.0	90.3	89.8			
250	82.7	86.2	89.7	92.4	93.5	93.4	92.9	92.6			
315	85.6	87.7	91.0	93.8	94.8	94.2	92.9	92.2			
400	83.9	87.3	91.2	94.3	95.4	94.8	93.6	92.9			
500	83.3	87.6	91.7	94.8	96.0	95.9	95.0	94.3			
630	82.4	87.0	91.8	95.4	97.0	96.9	96.3	96.2			
800	82.1	86.5	91.2	95.0	96.9	97.0	96.4	96.2			
1000	85.3	87.7	91.1	94.3	96.4	97.3	97.4	97.3			
1250	81.8	86.6	90.5	93.7	95.7	96.9	97.6	97.9			
1600	80.9	84.9	89.4	93.3	95.7	96.9	97.3	97.6			
2000	79.7	82.2	86.0	90.0	93.0	94.9	96.0	96.3			
2500	78.2	81.2	84.9	88.5	91.3	93.1	94.3	94.9			
3150	76.5	80.0	83.7	87.1	89.5	91.1	92.3	93.0			
4000	76.5	79.0	82.5	85.9	88.3	89.7	90.6	91.0			
5000	76.2	77.3	80.1	83.1	85.0	85.9	86.2	86.4			
6300	73.2	73.3	75.3	77.9	79.9	81.1	81.6	81.4			
8000	69.9	70.1	70.3	71.4	73.2	75.5	77.4	77.0			
10000	66.2	66.6	65.7	65.9	67.8	71.1	74.2	73.5			
12500	62.3	62.3	61.1	61.0	62.2	64.6	66.5	64.8			
16000	63.2	62.5	60.8	60.2	60.9	62.9	64.9	63.7			
20000											
Spectra Value	94.9	97.9	101.6	104.8	106.5	107.0	107.0	107.0			

Table A2. Third Octaves for V117-3.3MW-IEC2A-Mode0 with hub height equal to 91.5m

Figuur II.5

De berekening van de geluidemissie van de Vestas V117 4MW, inclusief geluidspecificaties. Voor de 4MW versie van de V117 zijn nog weinig geluidgegevens bekend, alleen dat het maximale geluidvermogenniveau 108,5 of 106 (STE) dB is. De curve van de 3,3MW versie is verschoven met het verschil tussen de twee maximale waardes. Ook het spectrum is afkomstig van de 3,3MW versie.

RD coords:	45150	406157						
ellips coords:	3,80044	51,6335						
Windprofiel:	99	[m]						
Turbinetype:	Enercon E126 EP4 4.2MW			Ashoogte	99	[m]		
Modeinstelling:	mode 0					Lw+Cb		
wind (ashoogte)	dag	avond	nacht		Lw as	LE dag	LE avond	LE nacht
m/s	%	%	%		[dB(A)]	[db(A)]	[db(A)]	[db(A)]
1	1,96	1,66	1,10					
2	4,12	3,59	2,77					
3	6,03	5,68	4,31		100,1	87,9	87,6	86,4
4	8,15	7,26	5,94		100,1	89,2	88,7	87,8
5	9,80	8,65	8,63		100,1	90,0	89,5	89,5
6	10,46	10,12	10,70		100,1	90,3	90,2	90,4
7	10,71	10,50	13,01		100,1	90,4	90,3	91,2
8	10,43	10,58	11,64		102,0	92,2	92,2	92,7
9	8,93	9,40	10,16		103,3	92,8	93,0	93,4
10	7,11	8,33	8,36		104,1	92,6	93,3	93,3
11	5,91	6,49	6,93		104,5	92,2	92,6	92,9
12	4,73	5,46	4,45		104,8	91,5	92,2	91,3
13	3,37	3,94	3,98		105,0	90,3	91,0	91,0
14	2,40	2,66	2,70		105,0	88,8	89,3	89,3
15	1,67	2,34	1,77		105,0	87,2	88,7	87,5
16	1,50	1,25	1,15		105,0	86,8	86,0	85,6
17	0,91	0,74	1,22		105,0	84,6	83,7	85,8
18	0,72	0,52	0,61		105,0	83,6	82,2	82,9
19	0,44	0,38	0,25		105,0	81,5	80,8	79,0
20	0,24	0,21	0,13		105,0	78,8	78,2	76,3
21	0,20	0,12	0,09		105,0	78,0	75,6	74,6
22	0,03	0,02	0,03		105,0	70,0	67,2	70,0
23	0,02	0,00	0,01		105,0	67,2	40,2	64,3
24	0,02	0,00	0,00		105,0	66,8	-99,0	57,3
25	0,10	0,10	0,02		105,0	75,0	75,0	66,8
				Lden [dB]	**108,8**	**102,2**	**102,4**	**102,5**

Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s
100.1	102.0	103.3	104.1	104.5	104.8	105.0	105.0	105.0

Based on wind speed v_h at hub height, one-third octave band level values in dB(A)									
One-third octave band level centre frequency in Hz	Wind speed at hub height in m/s								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20	57.3	58.4	59.0	59.5	60.1	60.2	60.2	60.2	60.0
25	63.0	64.2	64.9	65.5	66.1	66.3	66.3	66.2	66.1
31.5	67.9	69.3	70.1	70.7	71.3	71.5	71.5	71.5	71.4
40	72.1	73.6	74.5	75.1	75.7	76.0	76.0	76.0	75.9
50	75.8	77.3	78.2	78.9	79.5	79.8	79.8	79.8	79.7
63	78.9	80.5	81.4	82.1	82.7	83.1	83.1	83.1	82.9
80	81.6	83.2	84.1	84.8	85.5	85.9	85.8	85.8	85.7
100	83.6	85.3	86.2	86.9	87.6	87.9	87.9	87.8	87.7
125	84.8	86.5	87.5	88.2	88.8	89.1	88.9	88.8	88.7
160	85.7	87.4	88.5	89.3	89.8	90.0	89.6	89.4	89.3
200	86.7	88.5	89.7	90.6	91.0	90.9	90.3	90.0	89.9
250	87.8	89.6	91.0	91.9	92.2	92.0	91.3	91.0	90.9
315	88.5	90.4	91.8	92.7	92.9	92.7	92.0	91.7	91.7
400	89.1	91.0	92.4	93.3	93.4	93.2	92.6	92.4	92.5
500	89.6	91.5	92.9	93.7	93.8	93.7	93.2	93.2	93.4
630	89.7	91.8	93.1	94.0	94.1	94.1	93.9	94.0	94.4
800	89.4	91.5	92.8	93.7	94.0	94.2	94.3	94.6	95.1
1000	89.3	91.4	92.6	93.3	93.8	94.3	94.8	95.4	95.6
1250	89.1	91.2	92.3	93.1	93.7	94.4	95.4	95.8	95.8
1600	88.8	90.8	91.9	92.6	93.3	94.3	95.4	95.5	95.3
2000	87.6	89.6	90.7	91.4	92.2	93.3	94.2	94.0	93.6
2500	85.7	87.7	88.8	89.5	90.3	91.6	91.9	91.6	91.1
3150	83.2	85.2	86.2	86.9	87.8	89.1	88.8	88.4	87.9
4000	79.4	81.6	82.6	83.4	84.2	85.1	84.5	84.0	83.5
5000	74.2	76.4	77.6	78.3	79.2	79.6	78.8	78.3	77.7
6300	66.2	68.6	69.8	70.6	71.4	71.6	70.7	70.1	69.5
8000	54.4	56.8	58.1	58.9	59.6	59.8	58.8	58.1	57.4
10000	38.4	40.8	42.1	42.9	43.6	43.7	42.5	41.8	41.0

Figuur II.6

De berekening van de geluidemissie van de Enercon E126 EP4, inclusief geluidspecificaties.

RD coords:	45150	406157						
ellips coords:	3,80044	51,6335						
Windprofiel:	120 m							
Turbinetype:	Lagerwey L136				Ashoogte	132/166	m	
Modeinstelling:	mode 0						Lw+Cb	
wind (ashoogte)	dag	avond	nacht		Lw as	LE dag	LE avond	LE nacht
m/s	%	%	%		[dB(A)]	[db(A)]	[db(A)]	[db(A)]
1	1,77	1,65	1,00					
2	3,88	3,35	2,47					
3	5,63	5,27	4,07		91,6	79,1	78,8	77,7
4	7,55	6,82	5,55		91,6	80,4	79,9	79,0
5	9,30	8,40	7,75		94,1	83,8	83,4	83,0
6	10,08	9,34	9,98		98,8	88,8	88,5	88,8
7	10,47	10,20	12,65		102,2	92,4	92,3	93,2
8	10,33	10,40	11,37		104,4	94,5	94,6	94,9
9	9,05	9,13	10,80		105,6	95,1	95,2	95,9
10	7,68	8,80	8,27		106,5	95,4	96,0	95,7
11	5,98	6,73	7,08		106,8	94,6	95,1	95,3
12	4,90	5,96	5,33		106,7	93,6	94,5	94,0
13	3,95	4,15	3,83		106,7	92,7	92,9	92,5
14	2,57	2,98	3,17		106,7	90,8	91,4	91,7
15	1,90	2,35	2,12		106,7	89,5	90,4	90,0
16	1,63	1,75	1,40		106,7	88,8	89,1	88,2
17	1,08	1,02	1,18		106,7	87,0	86,8	87,4
18	0,75	0,63	0,87		106,7	85,5	84,7	86,1
19	0,63	0,47	0,42		106,7	84,7	83,4	82,9
20	0,37	0,32	0,25		106,7	82,3	81,7	80,7
21	0,13	0,15	0,13		106,7	78,0	78,5	78,0
22	0,22	0,12	0,02		106,7	80,1	77,4	68,9
23	0,02	0,02	0,02		106,7	68,9	68,9	68,9
24	0,02	0,00	0,00		106,7	68,9	-99,0	49,3
25	0,10	0,10	0,10		106,7	76,7	76,7	76,7
				Lden [dB]	**110,5**	**103,8**	**104,1**	**104,2**

Extrapolatie:	Wind [m]	Lden	Dag	Avond	Nacht
	80	*110,1*	*103,3*	*103,6*	*103,7*
	90	*110,2*	*103,5*	*103,8*	*103,9*
	100	*110,3*	*103,6*	*103,9*	*104,0*
	110	*110,4*	*103,7*	*104,0*	*104,1*
	120	*110,5*	*103,8*	*104,1*	*104,2*
	132	**110,7**	**103,9**	**104,2**	**104,3**

Frequency [Hz]	Standardized wind speed at 10m height - 0 dB(A)					
	3.0m/s	4.0m/s	5.0m/s	6.0m/s	7.0m/s	8.0m/s
25	44.4	52.1	58.0	60.7	63.1	65.0
32	49.0	56.5	62.3	65.0	67.4	69.3
40	53.3	60.5	66.2	68.8	71.2	73.0
50	57.5	64.3	69.8	72.4	74.7	76.4
63	61.7	68.0	73.2	75.7	77.9	79.4
80	66.0	71.8	76.6	79.0	81.0	82.2
100	70.2	75.8	80.1	82.4	84.3	85.0
125	74.0	79.5	83.7	85.8	87.5	87.5
160	77.2	83.0	87.1	89.1	90.6	89.8
200	79.5	86.0	90.2	92.1	93.5	92.1
250	80.8	88.1	92.8	94.6	96.0	94.2
315	81.2	89.0	94.3	96.2	97.6	95.7
400	81.2	88.9	94.6	96.6	98.1	96.6
500	81.3	88.6	94.3	96.3	97.8	96.9
630	81.2	88.1	93.5	95.4	96.9	96.8
800	81.2	87.7	92.8	94.4	95.9	96.5
1000	80.8	87.3	92.2	93.7	95.1	96.2
1250	80.2	86.9	91.6	93.0	94.4	95.8
1600	79.0	85.9	90.8	92.2	93.6	94.8
2000	77.5	84.7	89.7	91.2	92.6	93.5
2500	75.9	83.1	88.3	89.9	91.3	91.9
3150	73.9	81.3	86.5	88.1	89.6	90.0
4000	71.7	79.2	84.5	86.1	87.6	87.9
5000	69.3	76.8	82.2	83.9	85.3	85.6
6300	66.5	74.2	79.7	81.4	82.9	83.0
8000	63.2	71.0	76.6	78.3	79.8	79.9
10000	59.4	67.4	73.1	74.9	76.4	76.4
12500	55.1	63.3	69.1	70.9	72.5	72.5
16000	49.9	58.3	64.2	66.1	67.7	67.6
20000	44.4	53.0	59.1	61.0	62.7	62.5
Total sound power level	91.6	98.6	103.7	105.5	106.9	106.7

Figuur II.7

De berekening van de geluidemissie van de Lagerwey L136, inclusief geluidspecificaties.

Bijlage III

Invoergegevens rekenmodel geluid

Vanwege de vele varianten en bijbehorende rekenmodellen zijn als voorbeeld de invoergegevens voor variant 5, jaar 2027 gegeven.

Bijlage IV

Rekenresultaten geluid in tabelvorm

Rekenresultaten geluid in tabelvorm

Tabel IV.1

De berekende geluidniveaus voor omliggende toetslocaties

Naam	Omschrijving	Status	Hoogte	Autonoom Lden	Repower 2020 Lden	Repower 2028 Lden	Variant 5 2020 Lden	Variant 5 2028 Lden	Variant 6 2020 Lden	Variant 6 2028 Lden	Voorkeursalternatief Lden
0_A	De Banjaard (noordoost)	vakantiewoning/park	5	52	53	53	53	53	53	53	50
1_A	Bosdijk 1	(bedrijfs)woning	5	28	30	31	32	32	32	32	30
1_A	Bredediik 1	woning	5	32	34	35	35	35	35	35	33
1_A	Groeneweg 1	woning	5	30	32	33	33	34	33	34	32
1_A	Hofwijkweg 1	woning	5	34	37	37	37	37	37	37	35
1_A	Hofwijkweg 1	woning	5	34	37	37	37	37	37	37	35
1_A	Hofwijkweg 1a	woning	5	34	37	37	37	37	37	37	35
1_A	Hooidijk 1	woning	5	33	35	35	36	36	36	36	34
1_A	Jacobaweg 1	(bedrijfs)woning (onbestemd)	5	52	54	54	54	54	54	54	52
1_A	Korteweg 1	(bedrijfs)woning	5	30	32	32	33	33	33	33	32
1_A	Krommeweg 1	woning	5	33	35	36	36	36	36	36	34
1_A	Middenhofweg 1	(bedrijfs)woning	5	30	33	33	33	34	34	34	32
1_A	Neeltje Jans (ingang/restaurant)	recreatiepark	5	56	56	56	58	58	58	58	57
1_A	Rippad 1	woning	5	32	34	35	35	35	35	35	33
1_A	Rippolderseweg 1	woning	5	43	46	46	46	46	46	46	44
1_A	Strandhoekweg 1a	(bedrijfs)woning	5	49	51	51	51	51	51	51	49
1_A	Vredenhofweg 1	woning	5	39	42	42	42	42	42	42	40
10_A	Cauersweg 10	woning	5	35	36	38	37	39	37	39	37
10_A	De Banjaard (oost)	vakantiewoning/park	5	48	49	49	49	49	49	50	47
11_A	de Banjaard (midden)	vakantiewoning/park	5	42	44	44	44	44	44	44	42
11_A	Irisweg 11	woning	5	34	35	37	37	39	37	38	37
11_A	Jacobadijk 11	woning	5	31	33	34	34	34	34	34	32
11_A	Kampweg 11	woning	5	35	36	38	38	39	38	39	37
12_A	Baas Huisweg 12	(bedrijfs)woning	5	32	34	34	35	35	35	35	33
12_A	Cauersweg 12	woning	5	35	36	38	38	39	37	39	37
12_A	de Banjaard (noordwest)	vakantiewoning/park	5	42	44	44	44	44	44	44	42
12_A	Jacobadijk 12	woning	5	31	33	34	34	34	34	34	32
13_A	Baas Huisweg 13	woning	5	35	37	37	38	38	38	38	35
13_A	de Banjaard (west)	vakantiewoning/park	5	37	40	40	40	40	40	40	38
13_A	Irisweg 13	woning	5	34	35	37	37	39	37	38	37
14_A	Baas Huisweg 14	woning	5	36	38	39	39	39	39	39	37
14_A	de Banjaard (zuidwest)	vakantiewoning/park	5	35	38	38	38	38	38	38	36
14_A	Jacobadijk 14	woning	5	32	35	35	35	35	35	36	33
14_A	Oude Havenweg 14	woning	5	33	34	36	36	37	36	37	35
15_A	Irisweg 15	woning	5	34	35	37	37	39	37	39	37
15_A	Jacobadijk 15	woning	5	33	35	35	36	36	36	36	34
16_A	Jacobadijk 16	woning	5	32	34	35	35	35	35	35	33
17_A	Irisweg 17	woning	5	34	35	37	37	39	37	39	37
17_A	Jacobadijk 17	woning	5	32	35	35	35	35	35	35	33
18_A	Jacobadijk 18	woning	5	32	35	35	35	35	35	36	33
19_A	Jacobadijk 19	woning	5	32	35	35	35	36	35	36	33
2_A	Bosdijk 2	woning	5	28	30	31	31	32	32	32	30
2_A	Campensnieuwlanddijk 2	woning	5	31	33	33	34	34	34	34	32
2_A	Groeneweg 2	woning	5	30	32	33	33	34	33	34	32
2_A	Hofwijkweg 2	woning	5	35	37	37	38	38	38	38	35
2_A	Kampweg 2	woning	5	34	35	37	37	39	37	39	37
2_A	Mariapolderseweg 2	woning	5	31	33	34	34	35	35	35	33
2_A	Middenhofweg 2	woning	5	31	33	34	34	34	34	34	32
2_A	Neeltje Jans (oost)	recreatiepark	5	56	56	56	56	56	56	56	56
2_A	Rippad 2	woning	5	32	34	34	35	35	35	35	33
20_A	Jacobadijk 20	woning	5	33	36	36	36	36	36	36	34
21_A	Jacobadijk 21	woning	5	33	36	36	36	36	36	36	34
22_A	Jacobadijk 22	woning	5	33	36	36	36	36	36	36	34
3_A	Bosdijk 3	woning	5	28	30	31	31	32	31	32	30
3_A	Campensnieuwlanddijk 3	woning	5	31	33	33	34	34	34	34	32
3_A	Groeneweg 3	woning	5	30	32	33	33	34	33	34	32
3_A	Hofwijkweg 3	(bedrijfs)woning	5	36	38	38	39	39	39	39	36
3_A	Hofwijkweg 3	woning	5	35	38	38	38	39	39	39	36
3_A	Krommeweg 3	woning	5	35	38	38	38	39	38	39	36
3_A	Neeltje Jans (midden)	recreatiepark	5	55	55	55	56	56	56	56	55
3_A	Strandhoekweg 3	(bedrijfs)woning	5	49	51	51	51	51	51	51	49
3_A	Vredenhofweg 3	woning	5	36	39	39	39	39	39	39	37
4_A	Anna Frisoweg 4	(bedrijfs)woning	5	33	36	36	36	37	37	37	35
4_A	Kampweg 4	woning	5	35	35	37	38	39	37	39	37
4_A	Nieuweweg 4	(bedrijfs)woning	5	30	32	33	33	34	33	34	32
4_A	Strand Westenschouwen oost	recreatiegebied	5	39	39	42	42	43	42	43	41
5_A	Strand Westenschouwen (west)	recreatiegebied	5	36	37	38	39	40	39	40	38
5_A	Vredenhofweg 5a	woning	5	36	39	39	39	39	39	39	37
52_A	Molenweg 52	woning	5	31	33	34	34	34	34	35	32
54_A	Molenweg 54	woning	5	31	34	34	34	34	34	35	32
6_A	Strand De Banjaard	recreatiegebied	5	51	54	54	54	54	54	54	51
69_A	Molenweg 69b	woning	5	31	33	34	34	34	34	34	32
7_A	Kampweg 7	woning	5	34	35	37	37	39	37	39	37
7_A	Topshuis	bedrijf	5	54	55	55	56	56	56	56	54
7_A	Westerseweg 7	woning	5	35	36	37	38	39	37	39	37
8_A	De Banjaard (noord)	vakantiewoning/park	5	50	51	51	51	51	51	51	49
8_A	Westerseweg 8a	woning	5	35	35	37	37	39	37	39	37
9_A	Irisweg 9	woning	5	34	35	37	37	39	37	38	37

Tabel IV.2

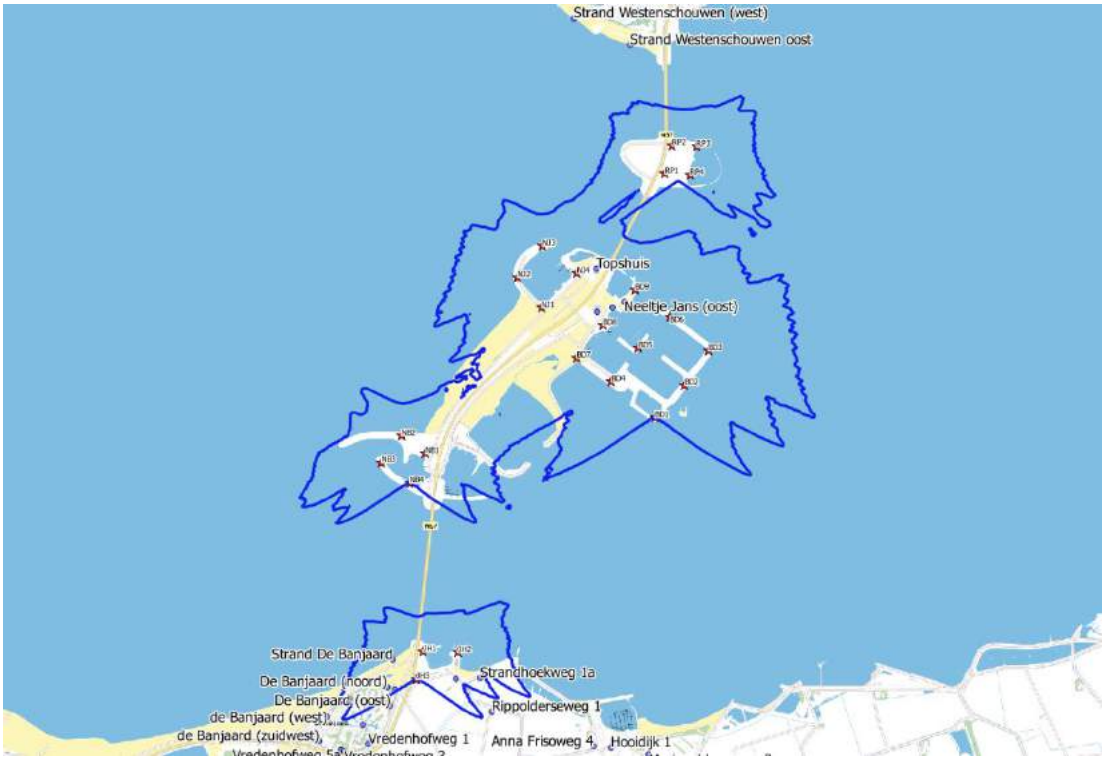
De berekende **cumulatieve** geluidniveaus voor omliggende toetslocaties

Naam	Omschrijving	Status	Hoogte	WP Rippolder Lden	VL Lden	IL Etmaal	Autonoom LCUM	Repower 2020 LCUM	Repower 2028 LCUM	Variant 5 2020 LCUM	Variant 5 2028 LCUM	Variant 6 2020 LCUM	Variant 6 2028 LCUM	VKA Lden
0_A	De Banjaard (noordoost)	vakantiewoning/park	5	44	54	19	66	68	68	68	68	68	68	63
1_A	Bosdijk 1	(bedrijfs)woning	5	30	23	14	32	33	34	35	35	35	35	33
1_A	Brededijk 1	woning	5	41	33	15	48	48	48	48	48	48	48	48
1_A	Groeneweg 1	woning	5	32	26	17	35	36	37	37	38	37	38	36
1_A	Hofwijkweg 1	woning	5	45	34	16	54	54	54	54	54	54	54	54
1_A	Hofwijkweg 1	woning	5	45	34	16	54	54	54	54	54	54	54	54
1_A	Hofwijkweg 1a	woning	5	45	34	16	54	54	54	54	54	54	54	54
1_A	Hooidijk 1	woning	5	38	31	18	44	44	44	45	45	45	45	44
1_A	Jacobaweg 1	(bedrijfs)woning (onbestemd)	5	46	45	20	66	69	69	69	69	69	69	66
1_A	Korteweg 1	(bedrijfs)woning	5	30	25	17	33	35	35	36	36	36	36	35
1_A	Krommeweg 1	woning	5	43	32	16	51	51	51	51	51	51	51	51
1_A	Middenhofweg 1	(bedrijfs)woning	5	35	39	14	42	42	42	42	43	43	43	42
1_A	Neeltje Jans (ingang/restaurant)	recreatiepark	5	25	55	60	73	73	73	76	76	76	76	74
1_A	Rippad 1	woning	5	41	33	15	48	48	48	48	48	48	48	48
1_A	Rippolderseweg 1	woning	5	50	39	19	63	63	63	63	63	63	63	63
1_A	Strandhoekweg 1a	(bedrijfs)woning	5	45	43	20	62	65	65	65	65	65	65	62
1_A	Vredenhofweg 1	woning	5	44	57	17	59	59	59	59	59	59	59	59
10_A	Cauersweg 10	woning	5	20	45	19	46	46	47	46	48	46	48	46
10_A	De Banjaard (oost)	vakantiewoning/park	5	45	55	18	61	63	63	63	63	63	64	61
11_A	de Banjaard (midden)	vakantiewoning/park	5	42	49	17	54	55	55	55	55	55	55	54
11_A	Irisweg 11	woning	5	20	38	20	40	41	43	43	45	43	44	43
11_A	Jacobadijk 11	woning	5	37	38	14	43	43	44	44	44	44	44	43
11_A	Kampweg 11	woning	5	20	39	21	41	42	44	44	45	44	45	43
12_A	Baas Huisweg 12	(bedrijfs)woning	5	40	34	14	46	47	47	47	47	47	47	46
12_A	Cauersweg 12	woning	5	20	43	20	44	45	46	46	47	45	47	45
12_A	de Banjaard (noordwest)	vakantiewoning/park	5	39	45	18	52	54	54	54	54	54	54	52
12_A	Jacobadijk 12	woning	5	37	38	14	43	43	44	44	44	44	44	43
13_A	Baas Huisweg 13	woning	5	45	38	16	54	55	55	55	55	55	55	54
13_A	de Banjaard (west)	vakantiewoning/park	5	37	47	17	49	50	50	50	50	50	50	49
13_A	Irisweg 13	woning	5	20	38	20	40	41	43	43	45	43	44	43
14_A	Baas Huisweg 14	woning	5	47	39	16	58	58	58	58	58	58	58	58
14_A	de Banjaard (zuidwest)	vakantiewoning/park	5	37	58	17	58	58	58	58	58	58	58	58
14_A	Jacobadijk 14	woning	5	39	40	15	46	46	46	46	46	46	47	46
14_A	Oude Havenweg 14	woning	5	19	33	18	37	38	40	40	42	40	42	39
15_A	Irisweg 15	woning	5	20	38	20	40	41	43	43	45	43	45	43
15_A	Jacobadijk 15	woning	5	40	40	15	47	47	47	48	48	48	48	47
16_A	Jacobadijk 16	woning	5	38	41	15	45	45	46	46	46	46	46	45
17_A	Irisweg 17	woning	5	20	38	21	40	41	43	43	45	43	45	43
17_A	Jacobadijk 17	woning	5	39	41	15	46	47	47	47	47	47	47	46
18_A	Jacobadijk 18	woning	5	39	42	15	47	47	47	47	47	47	47	47
19_A	Jacobadijk 19	woning	5	39	42	15	47	47	47	47	47	47	47	47
2_A	Bosdijk 2	woning	5	30	23	14	32	33	34	34	35	35	35	33
2_A	Campensnieuwlanddijk 2	woning	5	37	29	15	42	42	42	42	42	42	42	42
2_A	Groeneweg 2	woning	5	32	26	17	35	36	37	37	38	37	38	36
2_A	Hofwijkweg 2	woning	5	46	35	16	56	56	56	56	56	56	56	56
2_A	Kampweg 2	woning	5	20	38	21	40	41	43	43	45	43	45	43
2_A	Mariapolderseweg 2	woning	5	34	28	18	38	39	39	39	40	40	40	39
2_A	Middenhofweg 2	woning	5	35	40	14	42	43	43	43	43	43	43	43
2_A	Neeltje Jans (oost)	recreatiepark	5	25	50	65	73	73	73	73	73	73	73	73
2_A	Rippad 2	woning	5	40	32	15	46	47	47	47	47	47	47	46
20_A	Jacobadijk 20	woning	5	40	44	15	48	49	49	49	49	49	49	48
21_A	Jacobadijk 21	woning	5	40	44	15	48	49	49	49	49	49	49	48
22_A	Jacobadijk 22	woning	5	40	44	15	48	49	49	49	49	49	49	48
3_A	Bosdijk 3	woning	5	30	23	14	32	33	34	34	35	34	35	33
3_A	Campensnieuwlanddijk 3	woning	5	37	29	15	42	42	42	42	42	42	42	42
3_A	Groeneweg 3	woning	5	31	25	17	34	36	36	36	38	36	38	36
3_A	Hofwijkweg 3	(bedrijfs)woning	5	48	36	16	59	59	59	59	59	59	59	59
3_A	Hofwijkweg 3	woning	5	48	36	16	59	59	59	59	59	59	59	59
3_A	Krommeweg 3	woning	5	47	34	17	58	58	58	58	58	58	58	58
3_A	Neeltje Jans (midden)	recreatiepark	5	25	51	65	72	72	72	73	73	73	73	72
3_A	Strandhoekweg 3	(bedrijfs)woning	5	45	43	20	62	65	65	65	65	65	65	62
3_A	Vredenhofweg 3	woning	5	40	56	16	56	57	57	57	57	57	57	57
4_A	Anna Frisoweg 4	(bedrijfs)woning	5	40	30	18	46	47	47	47	47	47	47	47
4_A	Kampweg 4	woning	5	20	38	21	41	41	43	44	45	43	45	43
4_A	Nieuweweg 4	(bedrijfs)woning	5	34	26	16	37	38	39	39	39	39	39	38
4_A	Strand Westenschouwen oost	recreatiegebied	5	21	47	23	49	49	51	51	52	51	52	50
5_A	Strand Westenschouwen (west)	recreatiegebied	5	21	38	22	42	43	44	45	47	45	47	44
5_A	Vredenhofweg 5a	woning	5	40	55	16	56	56	56	56	56	56	56	56
52_A	Molenweg 52	woning	5	39	32	15	45	45	45	45	45	45	45	45
54_A	Molenweg 54	woning	5	39	32	15	45	45	45	45	45	45	45	45
6_A	Strand De Banjaard	recreatiegebied	5	40	50	20	64	69	69	69	69	69	69	64
69_A	Molenweg 69b	woning	5	38	31	14	43	44	44	44	44	44	44	43
7_A	Kampweg 7	woning	5	20	38	21	40	41	43	43	45	43	45	43
7_A	Topshuis	bedrijf	5	24	58	56	70	71	71	73	73	73	73	70
7_A	Westerseweg 7	woning	5	20	40	20	42	43	44	45	46	44	46	44
8_A	De Banjaard (noord)	vakantiewoning/park	5	43	51	19	63	65	65	65	65	65	65	62
8_A	Westerseweg 8a	woning	5	20	39	20	41	41	43	43	45	43	45	43
9_A	Irisweg 9	woning	5	20	39	20	41	41	43	43	45	43	44	43

Bijlage V

Figuren slagschaduw

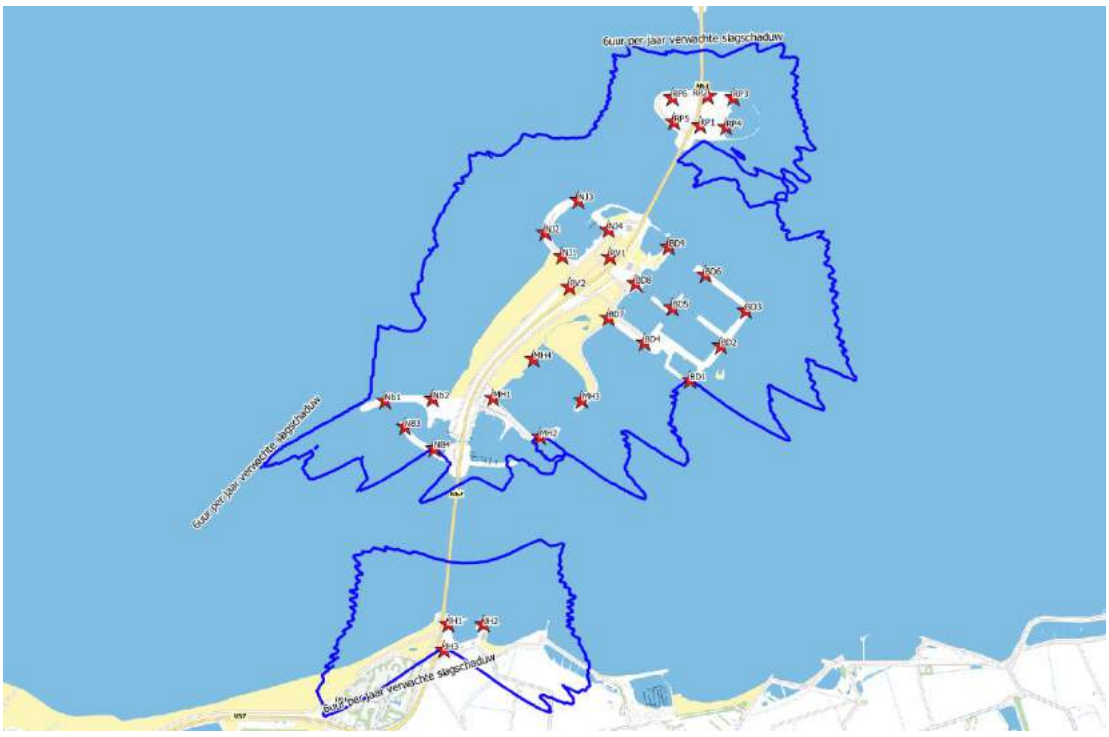
Real case slagschaduwcontouren



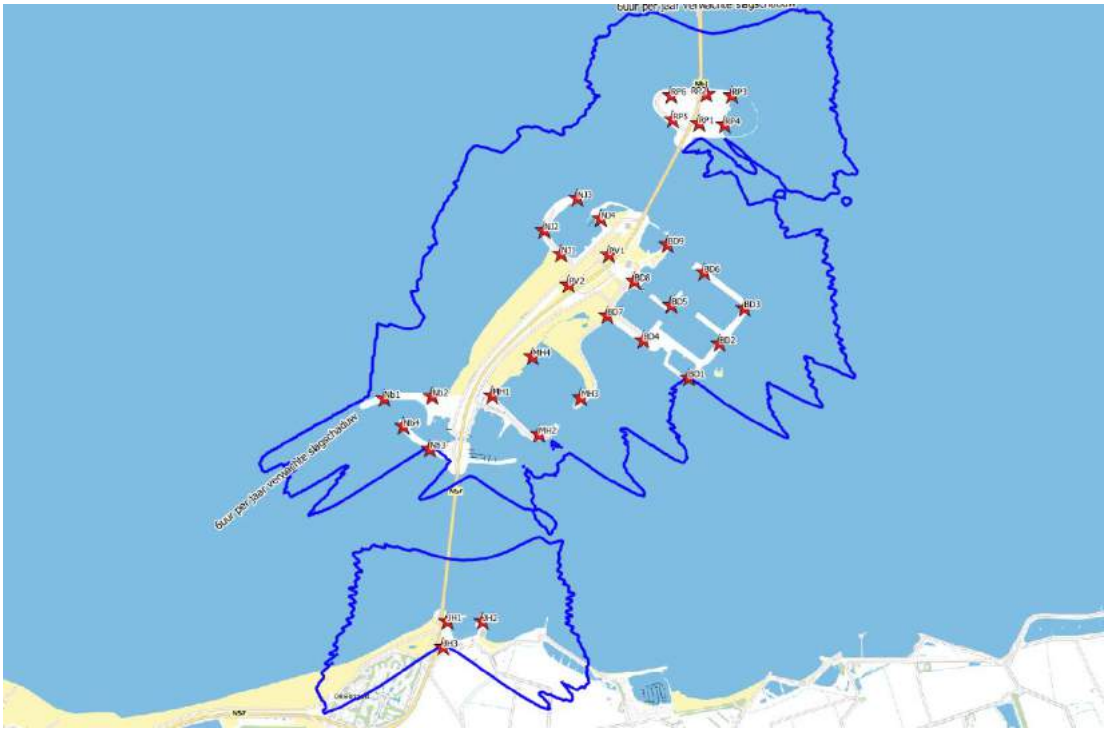
Figuur V.1
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor de autonome variant

Figuur V.2
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor de variant Repowering (jaar 2020)

Figuur V.3
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor de variant Repowering (jaar 2027)



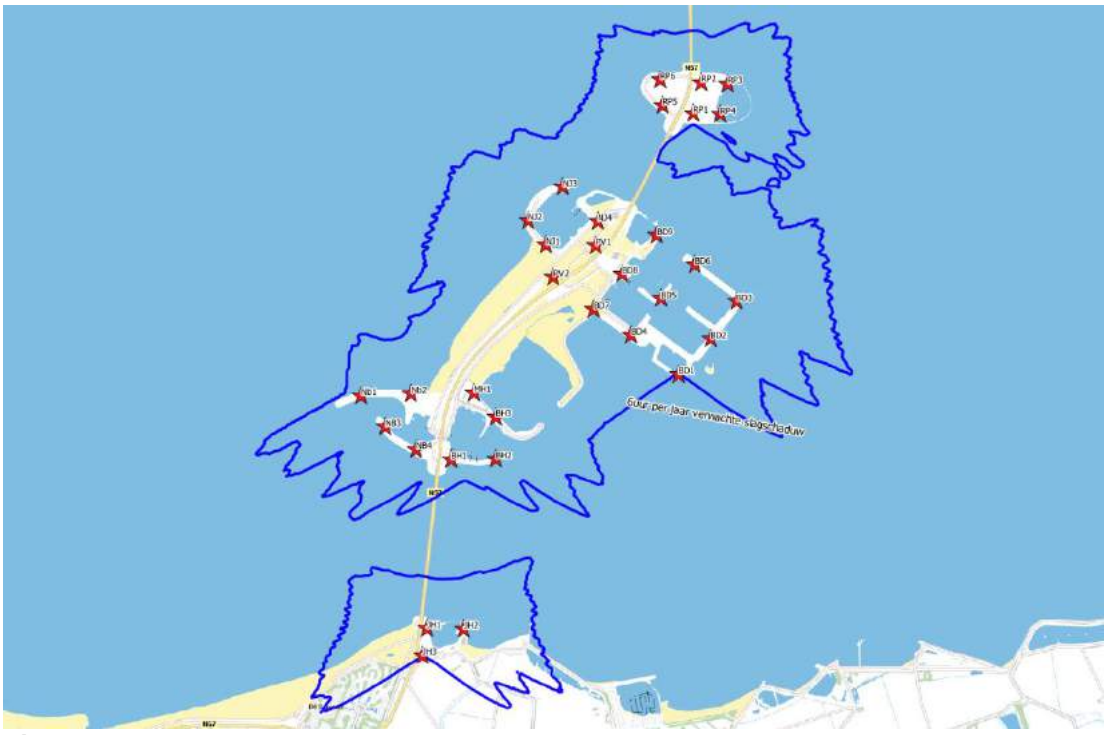
Figuur V.4
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 5 (jaar 2020)



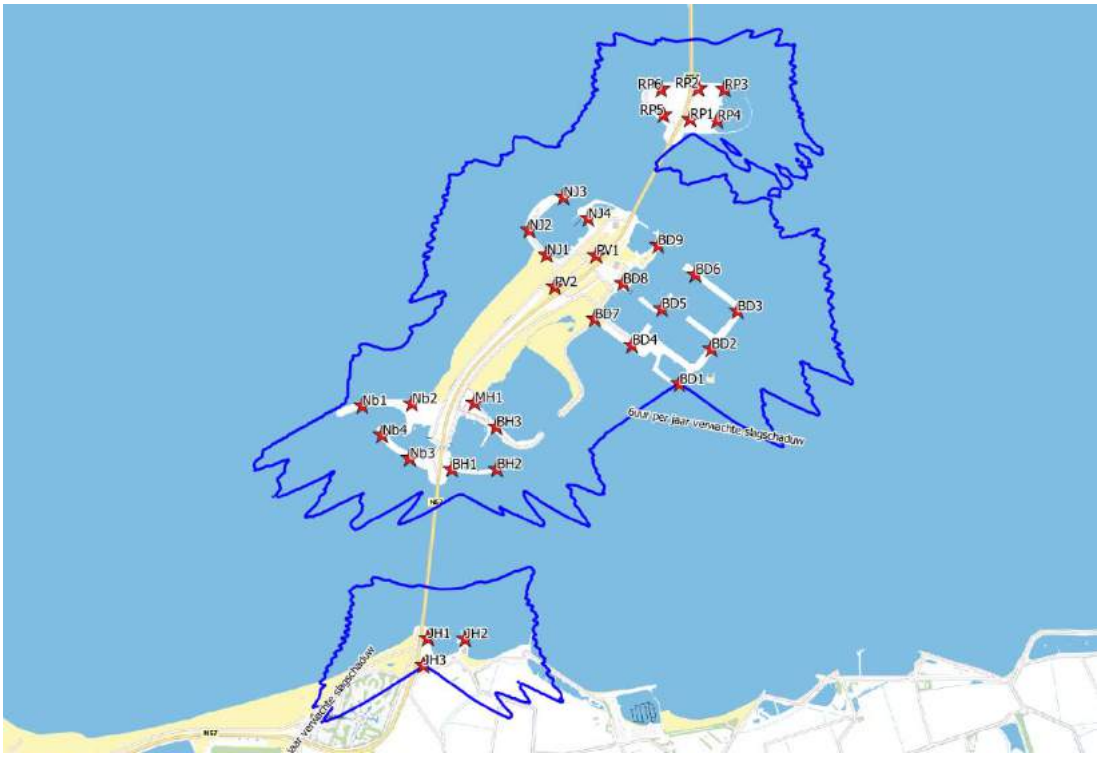
Figuur V.5
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 5 (jaar 2027)

Figuur V.6
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 6 (jaar 2020)

Figuur V.7
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 6 (jaar 2027)



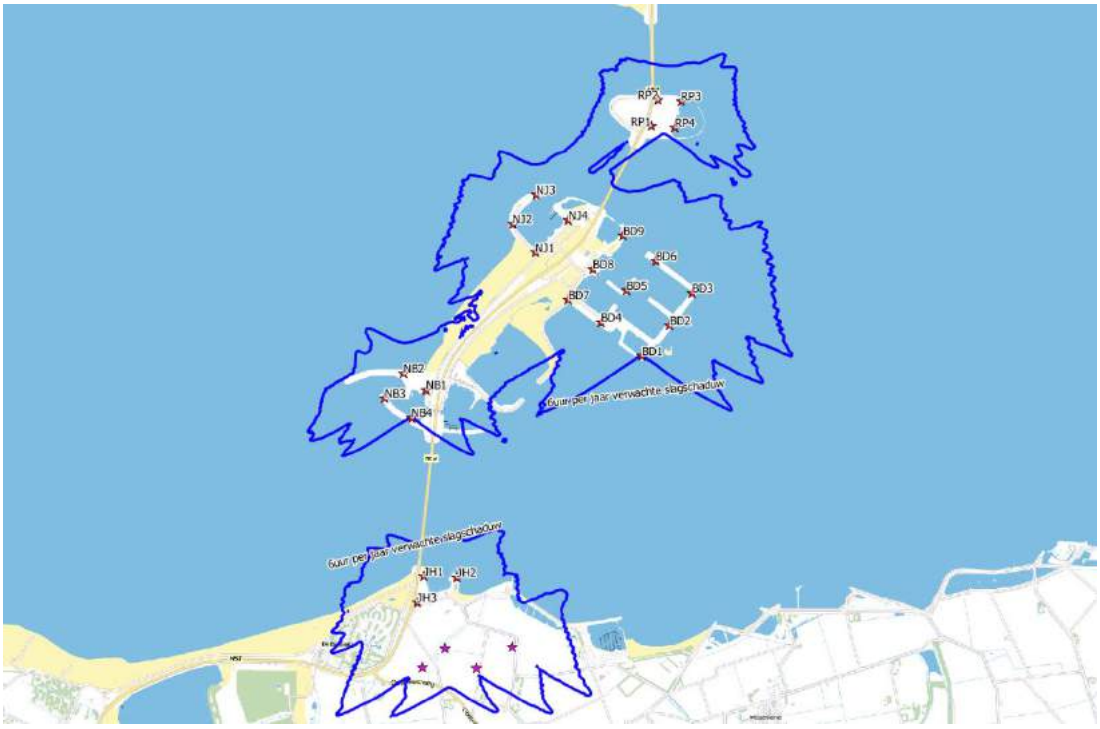
Figuur V.7
Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor het voorkeursalternatief (jaar 2020)



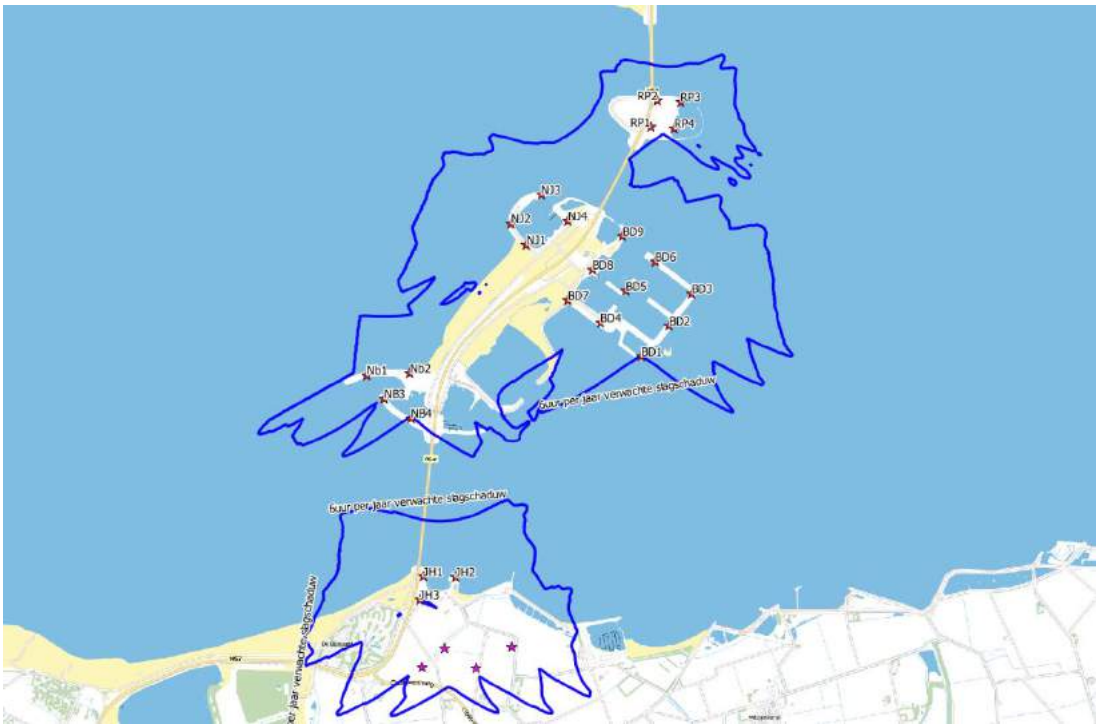
Figuur V.7

Slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor het voorkeursalternatief (jaar 2027)

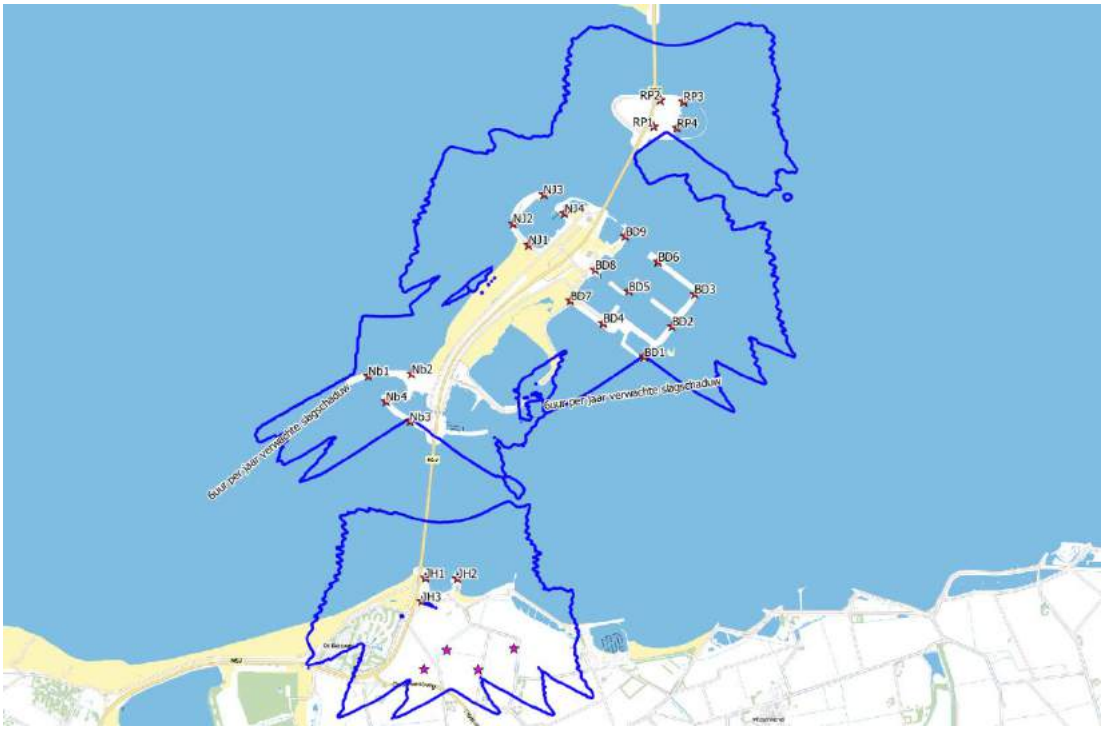
Real case slagschaduwcumulatie



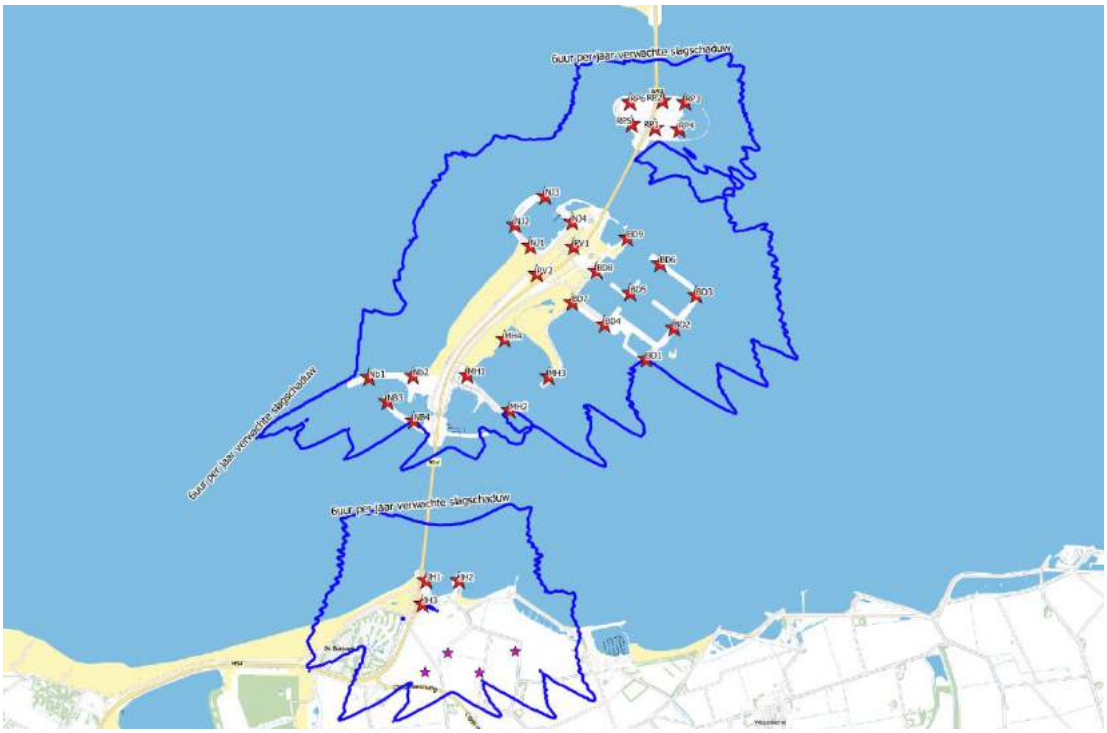
Figuur V.8
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor de autonome variant



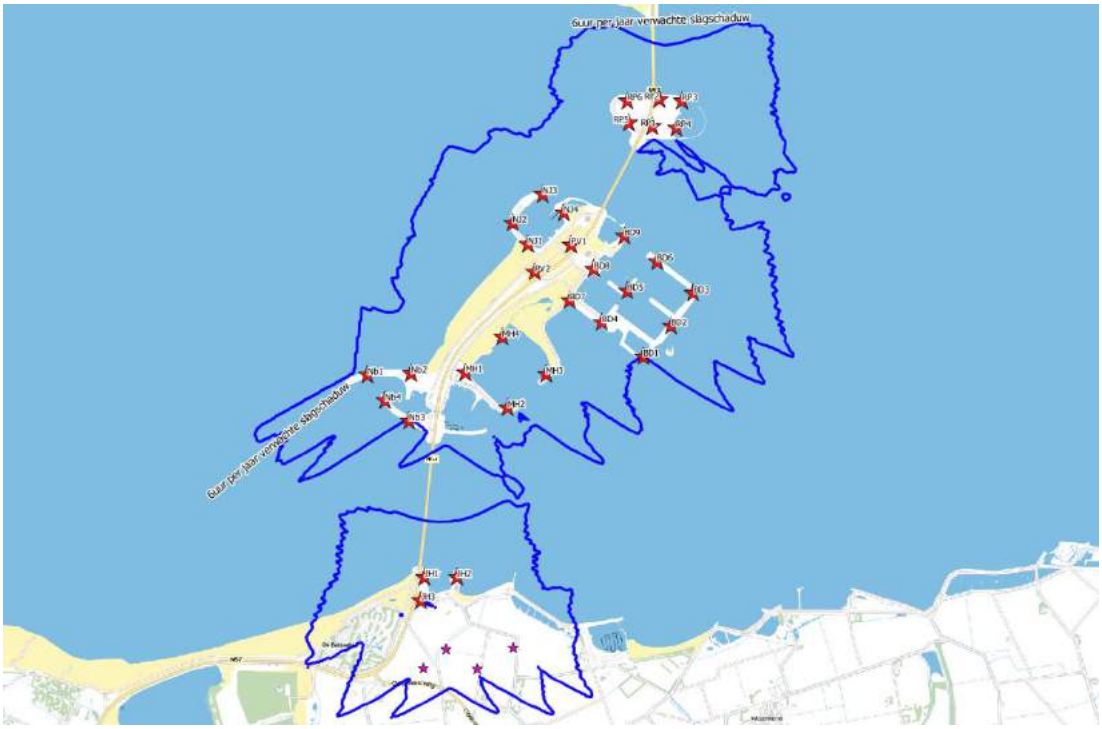
Figuur V.9
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor de variant Repowering (jaar 2020)



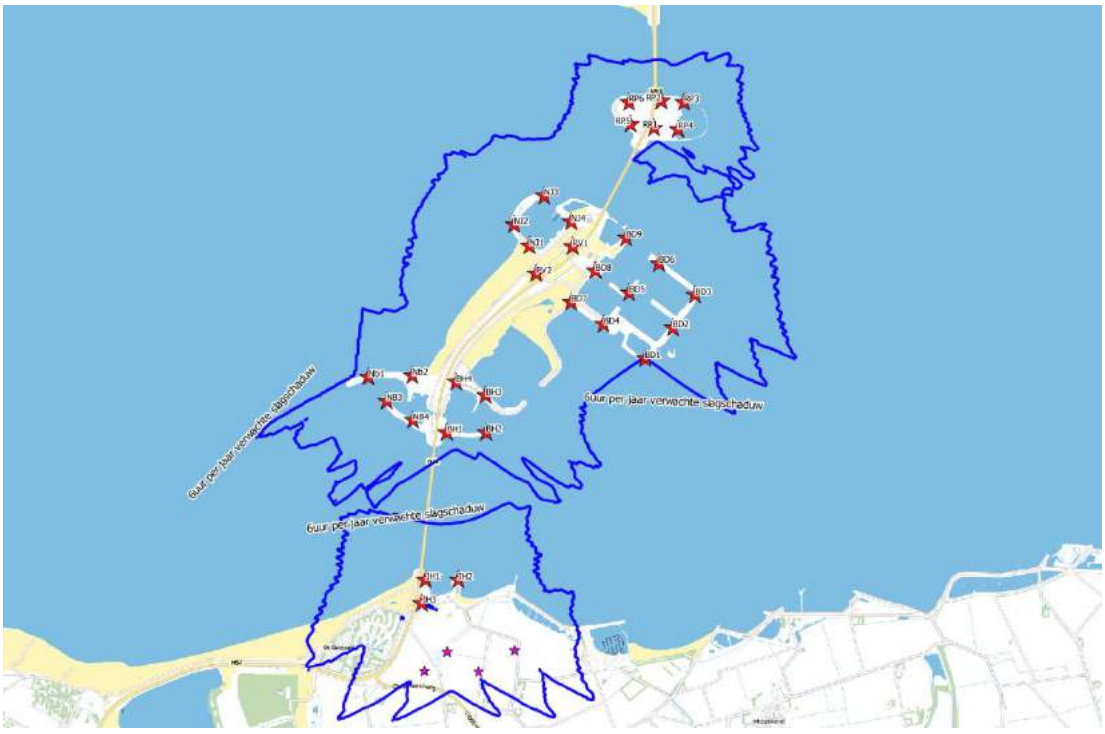
Figuur V.10
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor de variant Repowering (jaar 2027)



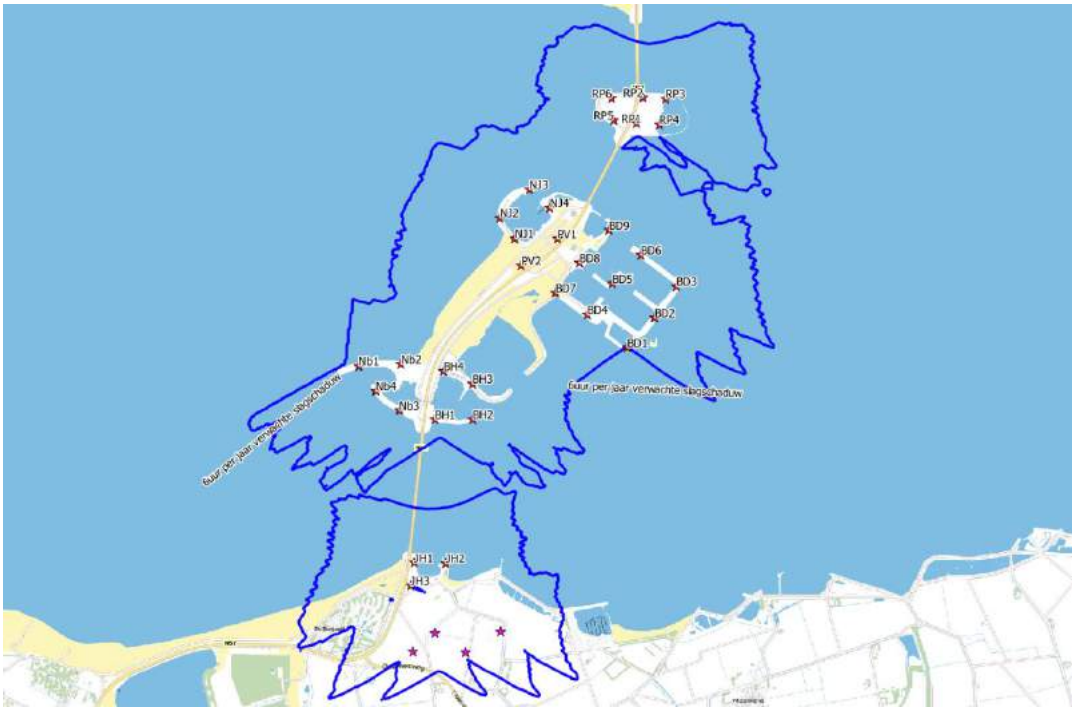
Figuur V.11
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 5 (jaar 2020)



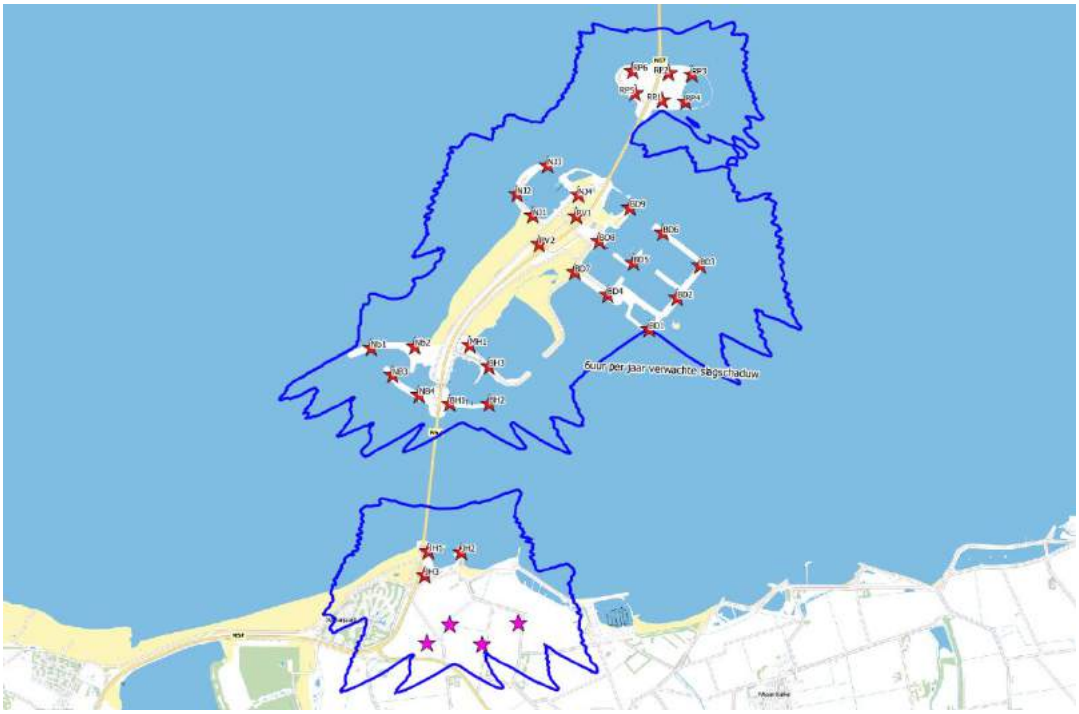
Figuur V.12
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 5 (jaar 2027)



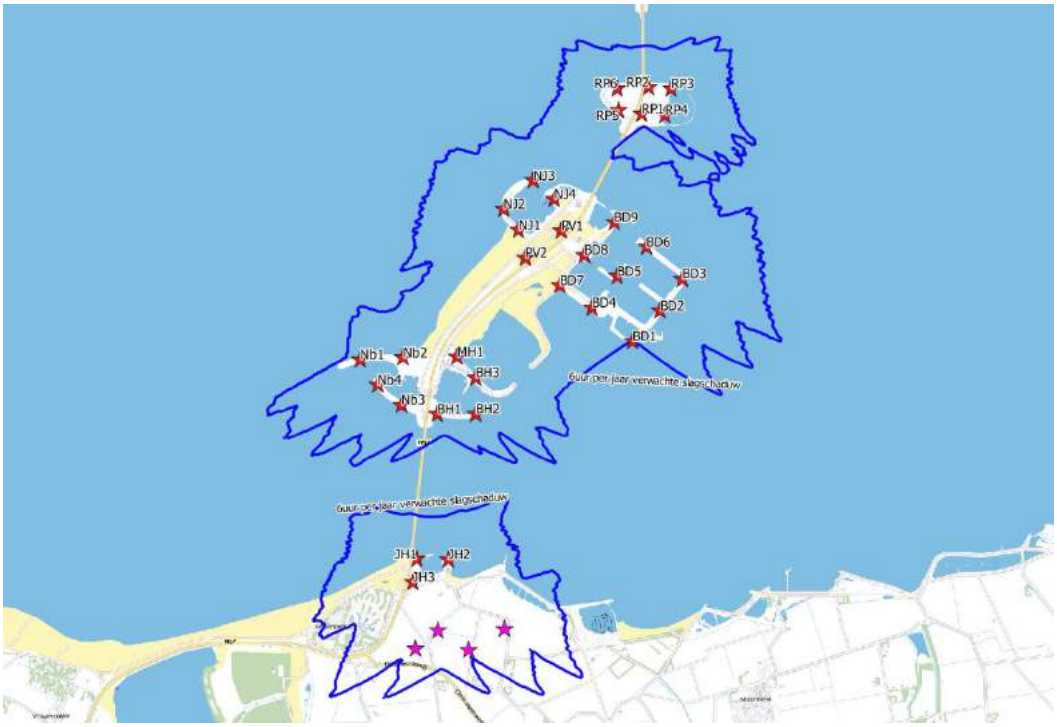
Figuur V.13
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 6 (jaar 2020)



Figuur V.13
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor variant 6 (jaar 2027)



Figuur V.13
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor het voorkeursalternatief (jaar 2020)



Figuur V.13
Gecumuleerde slagschaduwcontouren (6 uur verwacht per jaar) voor het voorkeursalternatief (jaar 2027)

Bijlage VI

Invoergegevens slagschaduw

Vanwege de vele varianten en bijbehorende rekenmodellen zijn als voorbeeld de invoergegevens voor variant 5, jaar 2027 gegeven.

Bijlage VII

Rekenresultaten slagschaduw in tabelvorm

Rekenresultaten slagschaduw in tabelvorm

Tabel VII.1

De berekende slagschaduwvorming voor omliggende toetslocaties

No.	Name	Status	Autonoom		Repower 2020		Repower 2027		Variant 5 2020		Variant 5 2027		Variant 6 2020		Variant 6 2027		Voorkeursalternatief	
			Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]
A	Molenweg 54	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
B	Bosdijk 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	Vredenhofweg 5a	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
D	Jacobadijk 22	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
E	Krommeweg 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
F	Middenhofweg 1	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
G	Cauersweg 12	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
H	Jacobadijk 12	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
I	Groeneweg 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
J	Baas Huisweg 13	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
K	Vredenhofweg 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
L	Molenweg 69b	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
M	Jacobadijk 14	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
N	Kampweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
O	Brededijk 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
P	Irisweg 15	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Q	Irisweg 11	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
R	Jacobadijk 17	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
S	Groeneweg 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
T	Rippolderseweg 1	woning	10:44	2:40	45:51	11:17	45:51	11:17	45:51	11:17	45:51	11:17	45:51	11:17	45:51	11:17	24:53	6:11
U	Jacobaweg 1	(bedrijfs)woning (onbestemd	35:38	9:02	116:50	31:03	116:50	31:03	116:50	31:03	116:50	31:03	116:50	31:03	116:50	31:03	74:15	19:28
V	Hofwijkweg 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
W	Jacobadijk 18	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
X	Hooidijk 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Y	Kampweg 7	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Z	Nieuweweg 4	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AA	Irisweg 17	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AB	Rippad 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AC	Anna Frisoweg 4	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AD	Jacobadijk 19	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AE	Kampweg 11	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AF	Groeneweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AG	Hofwijkweg 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AH	Jacobadijk 11	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AI	Strandhoekweg 1a	(bedrijfs)woning	35:44	8:47	96:31	24:12	96:31	24:12	96:31	24:12	96:31	24:12	96:31	24:12	96:31	24:12	73:50	18:17
AJ	Kampweg 4	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AK	Oude Havenweg 14	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AL	Bosdijk 1	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AM	Molenweg 52	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AN	Jacobadijk 15	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AO	Hofwijkweg 1a	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AP	Rippad 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AQ	Irisweg 13	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AR	Strandhoekweg 3	(bedrijfs)woning	30:43	7:29	96:19	23:57	96:19	23:57	96:20	23:57	96:20	23:57	96:20	23:57	96:20	23:57	58:14	14:22
AS	Westerseweg 8a	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AT	Vredenhofweg 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AU	Jacobadijk 21	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AV	Baas Huisweg 12	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AW	Westerseweg 7	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AX	Jacobadijk 20	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AY	Mariapolderseweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
AZ	Korteweg 1	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BA	Middenhofweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BB	Bosdijk 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BC	Krommeweg 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BD	Jacobadijk 16	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BE	Hofwijkweg 3	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BF	Hofwijkweg 3	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BG	Irisweg 9	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BH	Baas Huisweg 14	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BI	Campensnieuwlanddijk 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BJ	Hofwijkweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BK	Cauersweg 10	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BL	Campensnieuwlanddijk 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BM	De Banjaard (noordoost)	vakantiewoning/park	71:47	21:19	17:42	5:17	17:42	5:17	17:42	5:17	17:42	5:17	17:42	5:17	17:42	5:17	65:45	19:40
BN	Neeltje Jans (ingang/restaurant)	recreatiepark	637:35	129:34	679:31	140:26	679:31	140:26	731:05	151:26	731:05	151:26	712:24	148:09	712:24	148:09	688:02	141:49
BO	Neeltje Jans (oost)	recreatiepark	297:57	60:26	314:26	64:48	293:17	59:19	388:04	84:10	366:55	78:45	388:04	84:10	366:55	78:45	335:44	70:15
BP	Neeltje Jans (midden)	recreatiepark	460:46	90:45	483:26	97:06	483:26	97:06	649:54	138:58	649:54	138:58	639:51	137:09	639:51	137:09	604:14	128:03
BQ	Strand Westenschouwen oost	recreatiegebied	0:00	0:00	0:00	0:00	0:55	0:06	0:00	0:00	0:55	0:06	0:00	0:00	0:55	0:06	0:00	0:00
BR	Strand Westenschouwen (west)	recreatiegebied	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BS	Strand De Banjaard	recreatiegebied	183:54	43:53	266:25	66:01	266:25	66:01	266:25	66:01	266:25	66:01	266:25	66:01	266:25	66:01	254:06	62:27
BT	Topshuis	bedrijf	227:07	51:11	290:35	67:23	403:04	98:06	477:26	103:46	589:55	135:25	477:26	103:46	589:55	135:25	469:54	106:59
BU	De Banjaard (noord)	vakantiewoning/park	125:57	35:19	143:24	41:07	143:24	41:07	143:24	41:07	143:24	41:07	143:24	41:07	143:24	41:07	154:52	44:29
BV	De Banjaard (oost)	vakantiewoning/park	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BW	de Banjaard (midden)	vakantiewoning/park	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
BX	de Banjaard (noordwest)	vakantiewoning/park	28:33	8:22	68:40	20:02	68:40	20:02	68:40	20:02	68:40	20:02	68:40	20:02	68:40	20:02	44:14	13:00
BY	de Banjaard (west)	vakantiewoning/park	9:31	2:50	35:25	10:28	35:25	10:28	35:25	10:28	35:25	10:28	35:25	10:28	35:25	10:28	16:51	5:01
BZ	de Banjaard (zuidwest)	vakantiewoning/park	7:33	2:15	10:18	3:05	10:18	3:05	10:18	3:05	10:18	3:05	10:18	3:05	10:18	3:05	8:28	2:32

Tabel VII.2

De berekende **cumulatieve** slagschaduwvorming voor omliggende toetslocaties

Name	Status	Autonoom en Rippolder		Repower 2020 en Rippolder		Repower 2027 en Rippolder		Variant 5 2020 en Rippolder		Variant 5 2027 en Rippolder		Variant 6 2020 en Rippolder		Variant 6 2027 en Rippolder		Voorkeursalternatief	
		Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]	Shadow hours per year (worstcase) [h/year]	Shadow hours per year (real) [h/year]
Molenweg 54	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Bosdijk 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Vredenhofweg 5a	woning	18:31	4:52	18:31	4:52	18:31	4:52	18:31	4:52	18:31	4:52	18:31	4:52	18:31	4:52	18:31	4:52
Jacobadijk 22	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Krommeweg 1	woning	8:53	2:13	8:53	2:13	8:53	2:13	8:53	2:13	8:53	2:13	8:53	2:13	8:53	2:13	8:53	2:13
Middenhofweg 1	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Cauersweg 12	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Jacobadijk 12	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Groeneweg 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Baas Huisweg 13	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Vredenhofweg 3	woning	20:55	5:33	20:53	5:33	20:53	5:33	20:53	5:33	20:53	5:33	20:53	5:33	20:53	5:33	20:53	5:33
Molenweg 69b	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Jacobadijk 14	woning	3:21	1:00	3:21	1:00	3:21	1:00	3:21	1:00	3:21	1:00	3:21	1:00	3:21	1:00	3:21	1:00
Kampweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Brededijk 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Irisweg 15	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Irisweg 11	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Jacobadijk 17	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Groeneweg 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Rippolderseweg 1	woning	212:36	42:56	247:44	51:45	247:44	51:45	247:44	51:45	247:44	51:45	247:44	51:45	247:44	51:45	226:46	46:32
Jacobaweg 1	(bedrijfs)woning (onbestemd)	54:27	11:52	135:39	33:52	135:39	33:52	135:39	33:52	135:39	33:52	135:39	33:52	135:39	33:52	93:04	22:17
Hofwijkweg 1	woning	18:31	4:36	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37
Jacobadijk 18	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Hooidijk 1	woning	8:27	2:08	8:27	2:08	8:27	2:08	8:27	2:08	8:27	2:08	8:27	2:08	8:27	2:08	8:27	2:08
Kampweg 7	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Nieuweweg 4	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Irisweg 17	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Rippad 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Anna Frisoweg 4	(bedrijfs)woning	19:41	4:50	19:40	4:50	19:40	4:50	19:40	4:50	19:40	4:50	19:40	4:50	19:40	4:50	19:40	4:50
Jacobadijk 19	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Kampweg 11	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Groeneweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Hofwijkweg 1	woning	18:51	4:41	18:52	4:41	18:52	4:41	18:52	4:41	18:52	4:41	18:52	4:41	18:52	4:41	18:52	4:41
Jacobadijk 11	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Strandhoekweg 1a	(bedrijfs)woning	120:14	21:47	181:06	37:32	181:06	37:32	181:06	37:32	181:06	37:32	181:06	37:32	181:06	37:32	158:25	31:33
Kampweg 4	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Oude Havenweg 14	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Bosdijk 1	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Molenweg 52	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Jacobadijk 15	woning	0:37	0:11	0:37	0:11	0:37	0:11	0:37	0:11	0:37	0:11	0:37	0:11	0:37	0:11	0:37	0:11
Hofwijkweg 1a	woning	18:31	4:36	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37	18:37	4:37
Rippad 1	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Irisweg 13	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Strandhoekweg 3	(bedrijfs)woning	104:35	18:54	170:04	35:43	170:04	35:43	170:05	35:43	170:05	35:43	170:05	35:43	170:05	35:43	131:59	25:57
Westerseweg 8a	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Vredenhofweg 1	woning	46:01	11:38	46:00	11:38	46:00	11:38	46:00	11:38	46:00	11:38	46:00	11:38	46:00	11:38	46:00	11:38
Jacobadijk 21	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Baas Huisweg 12	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Westerseweg 7	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Jacobadijk 20	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Mariapolderseweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Korteweg 1	(bedrijfs)woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Middenhofweg 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Bosdijk 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Krommeweg 3	woning	97:07	23:58	97:13	24:00	97:13	24:00	97:13	24:00	97:13	24:00	97:13	24:00	97:13	24:00	97:13	24:00
Jacobadijk 16	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Hofwijkweg 3	(bedrijfs)woning	35:22	8:45	35:35	8:48	35:35	8:48	35:35	8:48	35:35	8:48	35:35	8:48	35:35	8:48	35:35	8:48
Hofwijkweg 3	(bedrijfs)woning	40:33	10:00	40:35	10:01	40:35	10:01	40:35	10:01	40:35	10:01	40:35	10:01	40:35	10:01	40:35	10:01
Irisweg 9	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Baas Huisweg 14	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Campensnieuwlanddijk 2	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Hofwijkweg 2	woning	29:29	7:17	29:29	7:17	29:29	7:17	29:29	7:17	29:29	7:17	29:29	7:17	29:29	7:17	29:29	7:17
Cauersweg 10	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Campensnieuwlanddijk 3	woning	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
De Banjaard (noordoost)	vakantiewoning/park	101:44	25:50	47:44	9:59	47:44	9:59	47:44	9:59	47:44	9:59	47:44	9:59	47:44	9:59	95:47	24:12
Neeltje Jans (ingang/restaurant)	recreatiepark	637:35	129:34	679:31	140:26	679:31	140:26	731:05	151:26	731:05	151:26	712:24	148:09	712:24	148:09	688:02	141:49
Neeltje Jans (oost)	recreatiepark	297:57	60:26	314:26	64:48	293:17	59:19	388:04	84:10	366:55	78:45	388:04	84:10	366:55	78:45	335:44	70:15
Neeltje Jans (midden)	recreatiepark	460:46	90:45	483:26	97:06	483:26	97:06	649:54	138:58	649:54	138:58	639:51	137:09	639:51	137:09	604:14	128:03
Strand Westenschouwen oost	recreatiegebied	0:00	0:00	0:00	0:00	0:55	0:06	0:00	0:00	0:55	0:06	0:00	0:00	0:55	0:06	0:00	0:00
Strand Westenschouwen (west)	recreatiegebied	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Strand De Banjaard	recreatiegebied	214:17	47:39	296:45	69:45	296:45	69:45	296:45	69:45	296:45	69:45	296:45	69:45	296:45	69:45	284:26	66:10
Topshuis	bedrijf	227:07	51:11	290:35	67:23	403:04	98:06	477:26	103:46	589:55	135:25	477:26	103:46	589:55	135:25	469:54	106:59
De Banjaard (noord)	vakantiewoning/park	154:15	39:34	171:46	45:18	171:46	45:18	171:46	45:18	171:46	45:18	171:46	45:18	171:46	45:18	183:14	48:39
De Banjaard (oost)	vakantiewoning/park	87:36	13:41	87:46	13:42	87:46	13:42	87:46	13:42	87:46	13:42	87:46	13:42	87:46	13:42	87:46	13:42
de Banjaard (midden)	vakantiewoning/park	36:09	7:29	36:08	7:29	36:08	7:29	36:08	7:29	36:08	7:29	36:08	7:29	36:08	7:29	36:08	7:29
de Banjaard (noordwest)	vakantiewoning/park	47:22	11:33	87:30	23:10	87:30	23:10	87:30	23:10	87:30	23:10	87:30	23:10	87:30	23:10	63:04	16:10
de Banjaard (west)	vakantiewoning/park	20:10	4:57	46:03	12:34	46:03	12:34	46:03	12:34	46:03	12:34	46:03	12:34	46:03	12:34	27:29	7:08
de Banjaard (zuidwest)	vakantiewoning/park	13:37	3:37	16:22	4:26	16:22	4:26	16:22	4:26	16:22	4:26	16:22	4:26	16:22	4:26	14:32	3:53

Bijlagerapport G

Externe Veiligheidsanalyse windturbines op de OSK

Een beoordeling van risico's van windturbines op objecten op de OSK

Vertrouwelijk

In opdracht van Matthijs Jansen, E-connection

rev. nr.	datum	omschrijving
C	11-12-17	definitief
B	29-11-17	2e concept
A	24-11-17	1e concept

auteur(s):	Chevalking, H.R. 11-12-2017	beoordeeld:	R.W. Langius 11-12-2017
naam:	23238.26_17.146064_Externe Veiligheidsanalyse windturbines op de OSK_FINAL.docx	goedgekeurd:	M. Schopman M. Schopman - van Gemert
referentienr.:	23238.26/17.146064	status:	FINAL
68 pagina's	11-12-2017		

© NRG 2017

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekend¬gemaakt en is NRG niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.

Inhoudsopgave

Samenvatting		**7**
1	**Inleiding**	**9**
2	**Situatieschets**	**10**
2.1	Locaties van de windturbines	10
2.2	Windturbinegegevens	11
2.3	Objecten in het invloedsgebied van windturbines	12
2.3.1	Externe veiligheid	12
2.3.2	Waterveiligheid	14
3	**Toetsingskaders**	**15**
3.1	Bebouwing	15
3.1.1	Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten	15
3.1.2	Bijzondere objecten 1: Hangculturen	15
3.1.3	Bijzondere objecten 2: Jacht / passantenhaven binnenhaven	16
3.2	Wegen en scheepvaartroute	16
3.2.1	Afstandseis	16
3.2.2	Individueel Passanten Risico (IPR)	16
3.2.3	Maatschappelijk Risico (MR)	16
3.2.4	Gevaarlijke stoffen	17
3.3	Ondergrondse bekabeling OSKneT	17
3.4	Opslag gevaarlijke stoffen	17
3.5	Recreatieve ruimte	17
3.6	Waterveiligheid	18
3.6.1	Topshuis	18
3.6.2	HK-OSK	18
3.6.3	Schuiven	18
3.6.4	Damaanzetten tussen vaste en beweegbare deel van de OSK	19
4	**Aanpak trefkansanalyse**	**20**
4.1	Faalscenario’s van een windturbine	20
4.1.1	Bladworp	20
4.1.2	Mastbreuk	21
4.1.3	Rotor/gondelval	22
4.1.4	Faalfrequenties	22
4.2	Bebouwing	22
4.2.1	Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten	22
4.2.2	Bijzondere objecten 1: Hangculturen	23
4.2.3	Bijzondere objecten 2: Jacht / passantenhaven binnenhaven	23
4.3	Wegen en scheepvaartroute	24
4.3.1	IPR en MR	24
4.3.2	Gevaarlijke stoffen	26
4.4	Ondergrondse bekabeling	26
4.4.1	Kritische breedte	26
4.4.2	Trefkansbepaling	27
4.4.3	Autonome faalfrequentie OSKneT	28
4.5	Opslag gevaarlijke stoffen	28
4.6	Recreatieve ruimte	28
4.7	Waterveiligheid	29

4.7.1 Topshuis 29
4.7.2 HK-OSK 29
4.7.3 Schuiven 30
4.7.4 Damaanzetten tussen vaste en beweegbare deel van de OSK 30

5 Resultaten en toetsing 31
5.1 Risicocontouren en worpafstanden van de windturbines 31
5.2 Externe Veiligheid 32
5.2.1 Bebouwing 32
5.2.2 Wegen en scheepvaartroute 33
5.2.3 Ondergrondse bekabeling 34
5.2.4 Opslag gevaarlijke stoffen 34
5.2.5 Recreatieve ruimte 35
5.3 Waterveiligheid 35
5.3.1 Trefkansen 35
5.3.2 Risicobeoordeling 35
Topshuis 35
HK-OSK 35
Schuiven 36
Damaanzetten tussen vaste en beweegbare deel van de OSK 36

6 Conclusies 37

Lijst van tabellen 38

Lijst van figuren 38

7 Bibliografie 40

Bijlage A Overzicht windparken 41

Bijlage B EV Objecten per windturbine 42
B.1 Roggeplaat-West 1 42
B.2 Roggeplaat-West 2 43
B.3 Neeltje Jans 1 44
B.4 Neeltje Jans 2 45
B.5 Neeltje Jans 3 46
B.6 Neeltje Jans 4 47
B.7 Poolvoet 1 48
B.8 Poolvoet 2 49
B.9 Binnenhaven 1 50
B.10 Binnenhaven 2 51
B.11 Binnenhaven 3 52
B.12 Mattenhaven 1 53
B.13 Noordland buiten 1 54
B.14 Noordland buiten 2 55
B.15 Noordland buiten 3 56
B.16 Noordland buiten 4 57
B.17 Jacobahaven 1 58
B.18 Jacobahaven 2 59
B.19 Jacobahaven 3 60

Bijlage C Waterveiligheidsobjecten 61
C.1 Roggeplaat 61

C.2 Neeltje Jans 62
C.3 Roompot 63
C.4 Jacobahaven 64

Bijlage D Identificatie risico's op objecten 65

Bijlage E Trefkansen 67

Samenvatting

E-Connection Project BV (ECP) is voornemens om de Oosterscheldekering (OSK) verder te benutten voor windenergie door het ontwikkelen van nieuwe windturbine-locaties en het op termijn opschalen van bestaande windturbines. In de nabijheid van de windturbinelocaties bevinden zich diverse infrastructuur, wegen en fietspaden, een primaire waterkering (Oosterscheldekering) en recreatiegebieden. In het kader van de Milieu Effect Rapportage (MER) dient er een externe veiligheidsanalyse uitgevoerd te worden, waarin het effect van de windturbines op deze objecten wordt beschouwd.

Rijkswaterstaat heeft aangegeven dat in het kader van de Waterwet tevens alle ontwikkelingen op en rondom de OSK behandeld dienen te worden in een integrale (water-) veiligheidsstudie waarin ook de invloed op het functioneren van de OSK moet worden beschouwd. Hierbij gaat het om de faalkans van vaste dijklichamen en de faalkans van de beweegbare kering.

In deze analyse is de invloed op de externe veiligheid van een 19-tal windturbines op 36-tal objecten geïnventariseerd, berekend en getoetst. Het type objecten zijn kwetsbare en beperkt kwetsbare gebouwen, hangculturen, aanlegplaatsen, wegen, ondergrondse kabels, opslag van gevaarlijke stoffen en recreatie gebieden. Daarnaast is de invloed van windturbines op een viertal type objecten die relevant zijn voor de waterveiligheid beoordeeld, namelijk het Topshuis, het hoofdkabeltracé OSK, een aantal schuiven en een aantal damaanzetten tussen de vaste waterkering en de beweegbare kering.

Ten aanzien van de externe veiligheid geldt dat alle objecten behalve een opslagtank propaangas ten behoeve van Deltapark Neeltje Jans voldoen aan de toetscriteria. De analyse is uitgevoerd op basis van worst case risicoafstanden, dat wil zeggen de windturbine met de grootste afmetingen. Wanneer een ander type windturbine gekozen wordt (Enercon E126) op de locatie Poolvoet 1, dan voldoet ook dit object aan de toetscriteria.

Ten aanzien van de waterveiligheid wordt geconcludeerd dat de invloed van het falen van windturbines op het beweegbare deel van de OSK verwaarloosbaar is. Zelfs met een conservatieve benadering waarbij een reparatietijd van een jaar wordt aangenomen is de bijdrage op de faalkans van de OSK (hele kering, halve kering, 1 schuif) niet significant.

1 Inleiding

E-Connection Project BV (ECP) is voornemens om de Oosterscheldekering (OSK) verder te benutten voor windenergie door het ontwikkelen van nieuwe windturbine-locaties en het op termijn opschalen van bestaande windturbines. In de nabijheid van de windturbines bevinden zich diverse infrastructuur, wegen en fietspaden, een primaire waterkering (Oosterscheldekering) en recreatiegebieden. In het kader van de Milieu Effect Rapportage (MER) dient er een externe veiligheidsanalyse uitgevoerd te worden, waarin het effect van de windturbines op deze objecten wordt beschouwd.

Rijkswaterstaat heeft aangegeven dat in het kader van de Waterwet tevens alle ontwikkelingen op en rondom de OSK behandeld dienen te worden in een integrale (water-) veiligheidsstudie waarin ook de invloed op het functioneren van de OSK moet worden beschouwd. Hierbij gaat het om de volgende aspecten:

- Faalkans vaste dijklichamen;
- Faalkans beweegbare kering OSK.

De *effecten* van impact van windturbines op de vaste waterkeringen en waterloopkundige processen zijn door Arcadis in een separaat rapport beschouwd [1]. Voorliggend rapport geeft de totstandkoming en resultaten van de trefkansen van de in het waterveiligheidsrapport geïdentificeerde kwetsbare zones (damaanzetten) van de vaste dijklichamen. Tevens is voor het beweegbare deel van de OSK een beschouwing gedaan van het effect van windturbines op de faalkans van het niet-sluiten van de OSK.

Dit rapport beschrijft de aanpak en resultaten van de externe veiligheidsanalyse. Deze externe veiligheidsanalyse is daar waar van toepassing uitgevoerd conform het Handboek Risico Zonering Windturbines (HRW) [2].

Voorliggend rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 1: de inleiding.
- In hoofdstuk 2: een situatieschets en een overzicht van de windturbine-eigenschappen en de te analyseren objecten.
- In hoofdstuk 3: vastlegging van de toetsingskaders voor de analyse.
- In hoofdstuk 4: beschrijving van de aanpak van de analyse. Hierbij zal kort ingegaan worden op de specifieke analysetechnieken per te analyseren object.
- In hoofdstuk 5: uitwerking van de tref- en bezwijkkansen en de toetsing van de geïdentificeerde objecten.
- In hoofdstuk 6: conclusies.

2 Situatieschets

2.1 Locaties van de windturbines

Het totale optimalisatieplan voor windenergie op de OSK bestaat uit de volgende deelprojecten:

- Opschaling bestaande Windpark Neeltje Jans (NJ)
- Opschaling bestaande Windpark Noordland Buiten (NB)
- Nieuwbouw Windpark Binnenhaven (BH)
- Nieuwbouw Windpark Roggeplaat-West (RPW)
- Nieuwbouw Windpark Poolvoet (PV)
- Opschaling bestaande Windpark Jacobahaven (JH)

In Tabel 1 zijn de Rijksdriehoekscoördinaten van de locaties van de windturbines weergegeven en de voorgenomen turbine vermogensklasse per locatie. In Bijlage A is een overzicht van alle betrokken windparken weergegeven.

Tabel 1 Locaties en vermogensklasse van de windturbines per locatie

Windpark	RD coördinaten		Vermogensklasse
Roggeplaat-west	x	y	
RPW1	39515	408623	3MW
RPW2	39537	408340	3MW
Neeltje Jans	x	y	
NJ1	38254	406802	4+MW
NJ2	38058	407073	4+MW
NJ3	38441	407439	4+MW
NJ4	38709	407201	4+MW
Poolvoet	x	y	
PV1	38803	406796	4+MW
PV2	38338	406449	4+MW
Noordland Buiten	x	y	
NB1	36219	405143	4+MW
NB2	36771	405164	4+MW
NB3	36745	404561	4+MW
NB4	36441	404816	4+MW
Binnenhaven	x	y	
BH1	37211	404441	4+MW
BH2	37704	404444	4+MW
BH3	37701	404909	4+MW

Windpark	RD coördinaten		Vermogensklasse
BH4	37462	405175	4+MW
Jacobahaven	x	y	
JH1	36943	402577	4+MW
JH2	37353	402574	4+MW
JH3	36895	402282	4+MW

2.2 Windturbinegegevens

In deze externe veiligheidsbeoordeling worden twee type windturbines nader beschouwd, als worst case voor de te implementeren windturbine. Dit zijn de Lagerwey L136 voor de 4+ MW klasse en de Enercon E82 voor de 3MW klasse. Hierbij is gekozen voor windturbines met de meest conservatieve risicoafstanden (rotordiameter en tiphoogte). Een besluit over welke turbine op welke positie wordt gebouwd is nog niet genomen. In Tabel 2 zijn de voor deze analyse relevante windturbinegegevens opgenomen.

Tabel 2 Windturbinegegevens Enercon E82 en Lagerwey L136

Eigenschap	E82	L136	Eenheid
Ashoogte	84	132	[m]
Rotordiameter	82	136	[m]
Nominaal toerental	18	11,1	[rpm]
Aantal bladen	3	3	[-]
Lengte bladen	38,8	66,5	[m]
Zwaartepunt [1]	11,25	20,67	[m]
Oppervlakte van het blad	100,3	156[2]	[m²]
Massa van het blad	7,2	17,5	[ton]
Massa gondel (incl. naaf en generator)	120,5	163	[ton]
Massa mast	245	400	[ton]

[1] Gemeten ten opzichte van verbindingsflens van het blad met de naaf van de windturbine.

[2] Bladoppervlakte niet bekend. Gekozen is om bladoppervlakte te gebruiken van een windturbine uit dezelfde vermogensklasse (Enercon E126)

2.3 Objecten in het invloedsgebied van windturbines

2.3.1 Externe veiligheid

In Figuur 1 is een luchtfoto weergegeven met daarin de windturbinelocaties en de objecten die geïdentificeerd zijn in het kader van Externe veiligheid.

Figuur 1 Overzicht windturbinelocaties en geïdentificeerde objecten

Voor de bepaling van het invloedsgebied van de windturbines is de maximale worpafstand van de windturbines in de overtoerensituatie nodig. In §4.1.1 wordt de totstandkoming van dit getal toegelicht. Deze afstand is voor de Lagerwey L136 425,5 meter, en voor de Enercon E82 358,7 meter. Deze afstanden zullen gebruikt worden om te bepalen welke objecten zich binnen het invloedsgebied van de windturbines bevinden.

In Bijlage B zijn alle windturbines separaat weergegeven met daarbij de objecten die relevant zijn voor de externe veiligheidsanalyse. De blauwe cirkels rondom de locaties geven het invloedsgebied weer van de windturbines op de omgeving. De rode cirkel geeft de tipafstand (ashoogte + halve rotordiameter) weer, en de zwarte cirkel de rotorstraal. In Tabel 3 zijn de geïdentificeerde objecten weergegeven en de windturbines die invloed hebben op deze objecten.

Tabel 3 Geïdentificeerde objecten binnen het invloedsgebied van WT locaties

Nr.	Objecten	Betrokken Windturbine's
26	Bedieningsgebouw RS-sluis	NB3, BH1
19	Bedrijfswoning Anna Friso	JH2
18	Bedrijfswoning vd Kam (de Bruinvis)	JH2
9	COT loods	BH4, BH3
9	COT portocabins	BH4, BH3
17	De Banjaard	JH3
5	Delta Plaza	PV1
28	Frituur de helling	NB3, BH1
33	Fry-Marine	JH1, JH2, JH3
10	KNRM ligplaats binnenhaven	BH4, BH3
12	KNRM ligplaats buitenhaven	NB2, NB3, NB4
32	Proef Zeeland restaurant	PV1
15	Seafood Proeverij (restaurant) (Seafarm)	JH1, JH2
16	Stichting Zeeschelp	JH1, JH2, JH3
3	Strandpaviljoen Noordzeestrand	NJ1, NJ2, PV2
4	Topshuis RWS	NJ4, PV1
8	Hangcultuur mattenhaven NJ	BH3, BH4
1	Hangcultuur vluchthaven NJ	NJ1, NJ2, NJ3, NJ4, PV2
34	Zeewaar	JH1, JH2, JH3
11	Jacht/passantenhaven Binnenhaven	BH1 en BH2
30	Bovengrondse Propaantank Anna Friso **	geen
21	Bovengrondse Propaantank Bluereef Aquarium*	geen
20	Gastank Delta Plaza	PV1
27	OSKneT	JH1, JH3, BH1, NB3, BH4, PV2
13	Radartoren Lange Neel	NB1
22	N57	BH1, BH4, PV1, PV2, NB2, NB3, JH1, JH3, RPW1, RPW1
23	Dijkgraaf AM Gelukweg	PV1, PV2, NJ1, NJ4

Nr.	Objecten	Betrokken Windturbine's
24	Faelweg	BH4, BH1, PV1, PV2
25	Scheepvaartroute Binnenhaven	BH1, BH2, BH3, NB1, NB2, NB3, NB4
7	Helikopterplaats	PV2
2	Noordzee strand Neeltje Jans	NJ1, NJ2, PV2
31	Kitestrand zuidzijde Neeltje Jans	BH4, NB2
14	Strand de Banjaard	JH1, JH3
36	Camping Anna Friso	JH2
35	Mini-camping de kering	JH2, JH3
6	Planologisch: cultuur en ontspanning	PV1, NJ4

* Van Delta Park Neeltje Jans vallen enkel het hoofdgebouw (Delta Plaza) en de parkeerplaats binnen de invloedssfeer van een windturbine. De overige attracties zullen daarom buiten beschouwing gelaten worden.

** Deze propaantanks zijn op voorhand geïdentificeerd via risicokaart.nl maar liggen buiten het invloedsgebied van alle voorgenomen windturbines.

2.3.2 Waterveiligheid

Ten aanzien van de waterveiligheid is in overleg met RWS besloten dat de trefkansen van het Topshuis, het Hoofd Kabeltracé-OSK (HK-OSK) en de damaanzetten tussen de beweegbare en de vaste kering gekwantificeerd zullen worden. In Tabel 4 zijn de geïdentificeerde objecten weergegeven die binnen het invloedsgebied van windturbines vallen. In Bijlage C zijn de locaties van deze objecten en de invloedsgebieden van de windturbines weergegeven.

Tabel 4 Geïdentificeerde waterveiligheidsobjecten

Nr.	Objecten	Betrokken WT's
4	Topshuis RWS	NJ4, PV1
29	HK-OSK (E-voeding en VSL)	BH1, NB3, NB2, BH4, NJ4, PV2, PV1
-	Schuiven Roompot noordzijde	BH1
-	Schuiven Roompot zuidzijde	JH1
-	Damaanzet Roggeplaat noordzijde	RPW2
-	Damaanzet Roggeplaat zuidzijde	RPW1
-	Damaanzet Roompotsluis noordzijde	BH1, NB2, NB3
-	Damaanzet Roompotsluis zuidzijde	BH1, NB3
-	Damaanzet Jacobahaven	JH1, JH3

3 Toetsingskaders

In dit hoofdstuk is per type object het toetsingskader weergegeven zoals dit in het HRW is benoemd. Daar waar het HRW onvoldoende kader biedt of afwijkende kaders gehanteerd dienen te worden, wordt dit benoemd. In Bijlage D zijn de objecten met de te beoordelen risico's weergegeven. De volgende type objecten zijn geïdentificeerd:

- Bebouwing
- Wegen en scheepvaartroute
- Ondergrondse bekabeling
- Opslag gevaarlijke stoffen
- Recreatieve ruimte
- Waterveiligheid Oosterscheldekering

3.1 Bebouwing

3.1.1 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Volgens het Activiteitenbesluit [3] gelden voor de bebouwing die binnen het invloedsgebied van de windturbines ligt de volgende eisen:

- Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 1E-6 per jaar.
- Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen beperkt kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 1E-5 per jaar.

Hierbij is het Plaatsgebonden Risico "de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt, overlijdt als direct gevolg van een ongeval bij een risicovolle activiteit".

3.1.2 Bijzondere objecten 1: Hangculturen

De hangculturen t.b.v. mosselkweek (Hangculturen Vluchthaven Neeltje Jans en Mattenhaven) en onderzoek (Zeewaar, Jacobahaven) worden gezien als bedrijfsruimte. Omdat er geen duidelijke klassering van het type object te maken is en de mosselarbeiders zich langere tijd onbeschermd binnen het invloedsgebied van windturbines bevinden, zal het IPR en MR berekend worden. Hiermee wordt inzicht verkregen in het individuele veiligheidsrisico. De definitie van het IPR en MR wordt in §3.2.2 en §3.2.3 nader uitgewerkt.

3.1.3 Bijzondere objecten 2: Jacht / passantenhaven binnenhaven

De jacht / passantenhaven wordt voornamelijk gebruikt door vissersboten. De schepen worden afgemeerd en bemanning gaat van en aan boord. Ook kunnen er reparatie en overslagwerkzaamheden plaatsvinden. Omdat er voor de jacht / passantenhaven geen duidelijke klassering van het type objecten te maken is, is gekozen om het IPR en MR voor de passanten te berekenen. Hierbij zal worden uitgegaan van een arbeider die zich dagelijks korte tijd in het invloedsgebied van de windturbine bevindt. De definitie van het IPR en MR wordt in §3.2.2 en §3.2.3 nader uitgewerkt

3.2 Wegen en scheepvaartroute

Bij plaatsing van windturbines in de nabijheid van wegen dienen volgens het HRW de volgende zaken bekeken te worden:

- Een afstandscriterium
- IPR berekening bij plaatsing binnen de werpafstand bij nominaal toerental
- MR berekening bij plaatsing binnen de werpafstand bij nominaal toerental
- Invloed op transport van gevaarlijke stoffen

3.2.1 Afstandseis

Rijkswaterstaat hanteert een afstandseis van een halve rotordiameter ten opzichte van wegen en vaarwegen voor windturbines met een diameter groter dan 60 meter. Wanneer wegen binnen deze afstand komen, wordt plaatsing van een windturbine slechts toegestaan indien uit aanvullend onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico bestaat.

3.2.2 Individueel Passanten Risico (IPR)

Het IPR is een risicomaat die aansluit bij de individuele beleving van de passant, namelijk de overlijdenskans per passant per jaar. Hierbij wordt de passant gevolgd gedurende zijn bezigheden in de nabijheid van een windturbine. Het IPR houdt dus rekening met de aanwezigheidsfractie van een passant; dit is de procentuele verblijfsduur in de ‘gevaarlijke’ omgeving gedurende een jaar. Het maximaal toelaatbaar IPR wordt gesteld op 1E-6 per jaar. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat een mens overlijdt, zodra deze geraakt wordt door een deel van een windturbine.

3.2.3 Maatschappelijk Risico (MR)

Het MR is de verwachtingswaarde van het aantal dodelijke slachtoffers per jaar. Dit is het product van het gemiddelde aantal dodelijke slachtoffers per passage en het aantal passages per jaar. Ten opzichte van het IPR wordt bij het MR met alle passages gerekend, in plaats van het aantal passages van één enkel persoon. Het externe veiligheidsbeleid houdt per industriële installatie een acceptabel risiconiveau aan

van 2E-3 dodelijke slachtoffers per jaar. Een maximaal toelaatbaar MR van 2E-3 dodelijke slachtoffers per jaar sluit hierbij aan. Deze waarde wordt in dit rapport dan ook aangehouden voor toetsing.

3.2.4 Gevaarlijke stoffen

De bijdrage van windturbines op het falen van tankwagens met gevaarlijke lading mag niet meer dan 10% van de autonome faalfrequentie bedragen. Voor deze toetsing zullen generieke uitstroomfrequenties uit de Handleiding Risicoanalyse Transport [4] gebruikt worden.

3.3 Ondergrondse bekabeling OSKneT

Het OSKneT betreft een 150kV elektriciteitskabel ten behoeve van de windparken op Neeltje Jans. Windturbines kunnen de leveringszekerheid in gevaar brengen wanneer een falende windturbine (of onderdelen daarvan) de hoogspanningsinfrastructuur beschadigt. Als eerste richtlijn kan gebruikt worden dat de windturbine(s) de kans op falen van de verbinding met maximaal 10% mag (mogen) verhogen. Deze additionele faalkans wordt gerelateerd aan de autonome faalfrequentie van de verbinding tussen de aangrenzende verdeel- of transformatorstations. Wanneer deze richtwaarde overschreden wordt, dient overleg gepleegd te worden met de kabelbeheerder.

3.4 Opslag gevaarlijke stoffen

Voor de opslag van gevaarlijke stoffen zal worden getoetst aan de autonome faalfrequentie van bovengrondse opslagtanks. De additionele bijdrage van de windturbines op het falen van de opslagtanks mag niet hoger zijn dan 10% van de autonome faalfrequentie.

3.5 Recreatieve ruimte

Een tweetal campings valt binnen het invloedsgebied van de windturbines. Volgens het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) [5] dienen deze ingedeeld te worden onder de noemer recreatieve ruimte. Het soort recreatie dat plaatsvindt is bepalend voor welke risicocategorie van toepassing is. Volgens BEVI geldt dat "*kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen"* beschouwd moeten worden als kwetsbare objecten. Voor mini-camping de Kering geldt dat deze bestemd is voor een verblijf van minder dan 50 personen. Deze camping zal daarom als beperkt kwetsbaar object behandeld worden. Voor camping Anna-Friso geldt dat een groter aantal bezoekers ontvangen kan worden zodat deze als kwetsbaar object beschouwd wordt.

Ten aanzien van de genoemde stranden geldt dat BEVI hier geen expliciete categorisering heeft. Tevens geldt voor de twee stranden aan de Noordzeekust op Neeltje Jans geldt echter dat deze niet bestemd zijn als strand, maar dat deze wel gebruikt worden als recreatiestrand. Om inzicht te krijgen in het

veiligheidsrisico voor personen die zich bevinden op deze twee stranden wordt daarom het IPR en MR berekend.

3.6 Waterveiligheid

3.6.1 Topshuis

Het Topshuis is de centrale locatie vanwaar de bediening en voeding van de OSK uitgevoerd wordt. Het gebouw zal veel bescherming bieden aan de aanwezige vitale onderdelen (besturing en elektrische voeding). In [6] wordt conservatief aangenomen dat alle benodigde infrastructuur voor het beweegbare deel van de Oosterscheldekering vernietigd wordt bij impact van een windturbine-onderdeel. De trefkans van het Topshuis dient verwaarloosbaar te zijn ten opzichte van de autonome faalkans van de hele kering. Een bijdrage van minder dan 1% op de niet-sluitkans van de OSK wordt verwaarloosbaar geacht.

3.6.2 HK-OSK

Het Hoofd Kabeltracé ten behoeve van het beweegbare deel van de Oosterscheldekering (HK-OSK) heeft relatie met de waterveiligheid. Wanneer deze kabels bezwijken door toedoen van een onderdeel van een windturbine kan dit gevolgen hebben voor het functioneren van het beweegbare deel van de kering. In een separate notitie [6] is in detail kwalitatief ingegaan op de mogelijke effecten van windturbine-onderdelen op de faalmodi. Hierbij zijn een tweetal types kabel geïdentificeerd die, wanneer deze getroffen worden, effect op de faalkans van de kering hebben. Dit zijn de 10kV E-voedingskabels en de Veilig Sluiten Lijnen. Deze kabels lopen via hetzelfde tracé. In dit tracé lopen ook de DNM-kabels (data t.b.v. waterstandinformatie), maar bezwijken van deze kabels zal in het ergste geval een onterechte sluiting van de kering veroorzaken. Dit heeft geen directe relatie met de waterveiligheid en zal in deze analyse kwalitatief beoordeeld worden.

Rijkswaterstaat wil aangetoond hebben dat de invloed van windturbines op de faalkans van de kering verwaarloosbaar klein is. Een bijdrage van minder dan 1% op de niet-sluitkans van de OSK wordt verwaarloosbaar geacht.

3.6.3 Schuiven

In [6] is gesteld dat het civiele deel van de schuiven van de OSK zeer robuust is uitgevoerd waardoor dit een impact van een windturbine-onderdeel hoogstwaarschijnlijk zal weerstaan. Echter de onderdelen voor (de aansturing van) het bewegingswerk kunnen mogelijk wel bezwijken waardoor de schuif niet meer bedienbaar is. De bijdrage van windturbines op de faalkans van 1 schuif dient verwaarloosbaar klein te zijn. Een bijdrage van minder dan 1% op de niet-sluitkans van één schuif wordt verwaarloosbaar geacht.

3.6.4 Damaanzetten tussen vaste en beweegbare deel van de OSK

In [1] is bepaald dat treffen door een windturbine-onderdeel beschadiging kan opleveren van de bekleding van de damaanzetten tussen het vaste en beweegbare deel van de OSK. De effecten hiervan zullen niet in dit rapport behandeld worden, maar er wordt wel een kwantificering van de trefkans uitgevoerd.

4 Aanpak trefkansanalyse

In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk (§ 4.1) is de algemene aanpak van de trefkansanalyse volgens de methodiek zoals beschreven in het HRW weergegeven. In de daaropvolgende paragrafen (§4.2- §4.6) wordt per object toelichting gegeven over de in deze analyse gehanteerde (eventueel afwijkende) aanpak.

4.1 Faalscenario's van een windturbine

De risico's van een windturbine voor personen en objecten in de directe omgeving worden gevormd door drie faaltypen:

- bladworp, d.w.z. het afbreken en weggeworpen worden van (een gedeelte van) een rotorblad;
- mastbreuk, d.w.z. het omvallen van de mast (inclusief gondel en rotor);
- rotor/gondelval, d.w.z. het neerstorten van de gondel en/of rotor.

4.1.1 Bladworp

De treffrequentie van personen en objecten door afgeworpen rotorbladen wordt bepaald met behulp van een simulatiemodel. Het gebruikte rekenmodel is een kogelbaanmodel, waarbij rekening gehouden wordt met luchtweerstanden, de windverdeling op de betreffende locatie en de liftkrachten van de rotorbladen. De praktische uitvoering hiervan vindt plaats door met behulp van een Monte Carlo-simulatie het ballistisch worpmodel te combineren met een windverdeling. Hierbij wordt rekening gehouden met de windrichtingverdeling van een locatie in de nabijheid van de windturbines.

Gegevens met betrekking tot de verdeling van windsnelheden en windrichtingen zijn ontleend aan de windstatistiek van het KNMI [7], weerstation Oosterschelde.

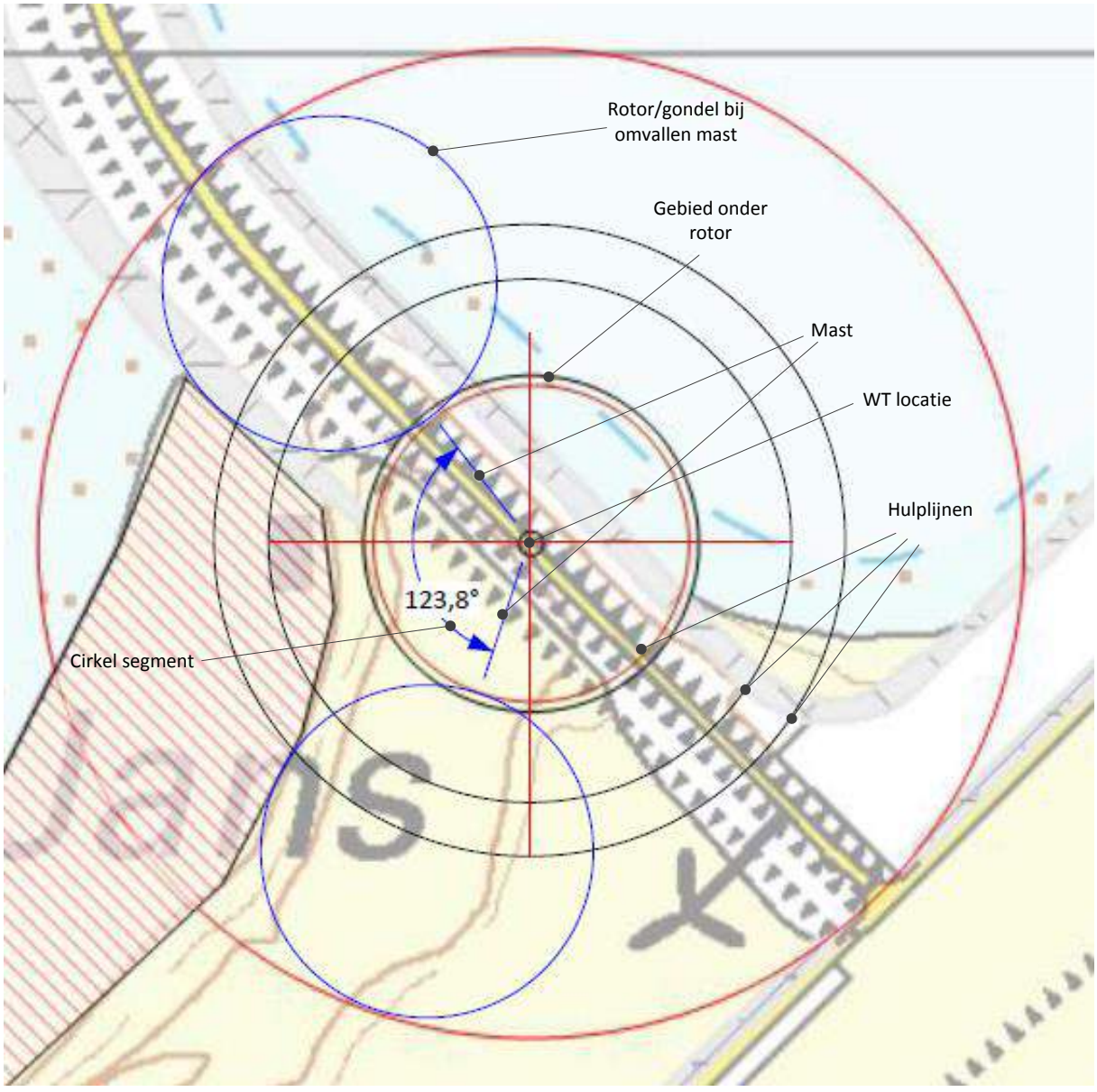
De simulatie levert een groot aantal (100.000) treffers op, die met behulp van een raster gelokaliseerd zijn. Gebruik makend van de bladoppervlakte en de faalfrequentie kan dit raster daarna verwerkt worden tot een risicocontour. Deze risicocontour wordt vervolgens in een kaart verwerkt zodat zichtbaar is waar de diverse contouren lopen. Met behulp van 3D rekensoftware wordt hierna het risicovolume per object berekend.

In §2.3 wordt gerefereerd aan het invloedsgebied van de windturbines. Deze komt tot stand door de maximale worpafstand van een windturbineblad bij overtoeren te bepalen. De overtoeren-situatie is een toerental waarbij de rotor tweemaal de nominale draaisnelheid heeft. De grootst geworpen afstand vermeerderd met de bladlengte minus de zwaartepuntsafstand is de maximale worpafstand in de overtoeren-situatie, en vormt het maximale theoretische invloedsgebied van de windturbines. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat voor moderne windturbines de kans op een overtoeren-situatie waarbij een dubbel toerental behaald wordt zeer klein is, vanwege het aantal overtoeren-beveiligingen dat ingebouwd is. Daarnaast is de inschatting dat een windturbineblad zal breken, vóórdat een dubbel

toerental bereikt is. Deze wijze van berekenen van de grootte van het invloedsgebied van de windturbines levert derhalve een conservatieve (grote) waarde op.

4.1.2 Mastbreuk

De treffrequentie van personen en bovengrondse objecten ten gevolge van mastbreuk wordt bepaald met behulp van een hoekmeet-tool in Microsoft Visio. Hierbij wordt een plaatje van de plattegrond en het object gemaakt en er een windturbine model op schaal overheen geprojecteerd. Met de tool kan eenvoudig het cirkelsegment worden vastgesteld waarbij de windturbine het object zal raken. In Figuur 2 is een voorbeeld van een dergelijke kwantificering weergegeven, in dit geval voor het strand van Neeltje Jans.



Figuur 2 Voorbeeld vaststelling trefhoek mastbreuk

De trefkans van het object wordt gelijkgesteld aan de kans dat een gedeelte van het cirkelsegment in aanraking komt met het object. Hierbij is een uniforme verdeling aangenomen van de richting waarin de windturbinemast valt. Dat wil zeggen dat er geen windverdeling wordt toegepast om de richting te bepalen waarin de mast valt.

4.1.3 Rotor/gondelval

De treffrequentie van personen en objecten ten gevolge van het neerstorten van de gondel met rotor of alleen de rotor wordt bepaald middels hetzelfde model als onder §4.1.2, waarbij de masthoogte (H) op nul gesteld wordt. Het invloedsgebied blijft dan beperkt tot een gebied rondom de mastvoet ter grootte van de rotordiameter.

4.1.4 Faalfrequenties

In Tabel 5 zijn de faalfrequenties weergegeven zoals deze in het HRW samengesteld zijn.

Tabel 5 Generieke faalfrequenties

Scenario	Faalfrequentie [/jaar]
Bladworp	
Nominaal toerental	8,4E-4
Overtoeren	5,0E-6
Mastbreuk	1,3E-4
Rotor/gondelval	4,0E-5

Deze generieke data is gebaseerd op een historie van windturbines tot 2000. Het HRW hanteert conservatieve waardes, moderne windturbines hebben waarschijnlijk lagere faalfrequenties.

4.2 Bebouwing

4.2.1 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten zal gescreend worden op basis van de 1E-5/1E-6 risico-afstanden. In het HRW [2] zijn de 1E-5/j en 1E-6/j contouren vastgesteld op een cirkel met een diameter van de rotor (1E-5/j) en een ½ rotor + ashoogte (1E-6/j). Kwetsbare objecten dienen buiten de 1E-6 cirkel te liggen en beperkt kwetsbare objecten buiten de 1E-5 cirkel.

4.2.2 Bijzondere objecten 1: Hangculturen

Voor de hangculturen die binnen het invloedsgebied van meerdere windturbines vallen, zal een kwantificering van het IPR uitgevoerd worden. De trefkansberekening hiervoor wordt uitgevoerd conform de aanpak zoals beschreven in §4.1.

Het IPR wordt als volgt berekend:

$IPR = N * P_{TIJD} * P_{OPPERVLAKTE} * P_{GEBIED}$

- N is het aantal werkdagen per jaar,
- P_{TIJD} is de tijdsfractie van een 1 werkdag op één jaar,
- $P_{OPPERVLAKTE}$ is de oppervlaktefractie van de arbeider ten opzichte van het oogstgebied,
- P_{GEBIED} is de trefkans van het oogstgebied per jaar.

Het MR wordt berekend door de trefkans per passage te vermenigvuldigen met het totaal aantal arbeiders in de hangculturen per jaar. Voor de bepaling van het IPR en MR voor arbeiders in de hangculturen worden de aannames gedaan weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Aannames arbeidersgegevens hangculturen

Object	Grootheid	Grootte	Eenheid
Hangcultuur vluchthaven Neeltje Jans	Oppervlakte arbeider	1	[m^2]
	Werkduur	8	[uur/dag]
	Oppervlakte oogstgebied	60.000	[m^2]
	Werkdagen per jaar	150	[/jaar]
	Totaal aantal arbeidsdagen	1000*	[/jaar]
Onderzoeksgebied Zeewaar	Oppervlakte arbeider	1	[m^2]
	Werkduur	4	[uur/dag]
	Oppervlakte oogstgebied	2840	[m^2]
	Werkdagen per jaar	50	[/jaar]
	Totaal aantal arbeidsdagen	200*	[/jaar]
Hangcultuur Mattenhaven	Oppervlakte arbeider	1	[m^2]
	Werkduur	8	[uur/dag]
	Oppervlakte oogstgebied	150.000	[m^2]
	Werkdagen per jaar	150	[/jaar]
	Totaal aantal arbeidsdagen	1000*	[/jaar]

* Dit betreft het aantal werkdagen voor alle arbeiders, en is alleen voor de bepaling van het MR van belang. Voor al deze aannames geldt dat het grove conservatieve schattingen zijn.

4.2.3 Bijzondere objecten 2: Jacht / passantenhaven binnenhaven

Voor het deel van de haven dat zich binnen het invloedsgebied van windturbines bevindt, zal een kwantificering van het IPR uitgevoerd worden. De trefkansberekening hiervoor wordt uitgevoerd conform de aanpak zoals beschreven in §4.1. Voor de berekening van het IPR wordt uitgegaan van een

arbeider op een vissersboot die zich dagelijks enige tijd binnen het invloedsgebied van een windturbine bevindt.

Het IPR wordt als volgt berekend:

$IPR = N * P_{BESCHERMING} * P_{TIJD} * P_{OPPERVLAKTE} * P_{GEBIED}$

- N is het aantal werkdagen per jaar,
- $P_{BESCHERMING}$ is de beschermingsfactor van het schip,
- P_{TIJD} is de tijdsfractie van een 1 werkdag op één jaar,
- $P_{OPPERVLAKTE}$ is de oppervlaktefractie van het schip ten opzichte van de haven,
- P_{GEBIED} is de trefkans van de haven per jaar.

Het MR wordt berekend door de trefkans per passage te vermenigvuldigen met het totaal aantal passanten/arbeiders per jaar. Voor de bepaling van het IPR en MR voor arbeiders in de hangculturen worden de aannames gedaan weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7 Aannames arbeidersgegevens jacht / passantenhaven binnenhaven

Object	Grootheid	Grootte	Eenheid
Jacht / passantenhaven	Oppervlakte vissersboot (35m*12m)	420	[m^2]
	Werkduur	1	[uur/dag]
	Oppervlakte haven	15.000	[m^2]
	Werkdagen per jaar per arbeider	150	[/jaar]
	Beschermingsfactor	0,5	[-]
	Aantal passages	10	[/dag]

4.3 Wegen en scheepvaartroute

4.3.1 IPR en MR

De trefkansberekening van de wegen die binnen het invloedsgebied liggen van de windturbines wordt voor alle faalscenario's uitgevoerd conform de aanpak zoals beschreven in §4.1.

Het IPR wordt als volgt berekend:

$IPR = N * P_{TIJD} * P_{LENGTE} * P_{TRACÉ}$

Waarbij

- N is het aantal individuele passages per jaar,
- P_{TIJD} is de tijdsfractie van 1 passage van het tracé op een jaar,
- P_{LENGTE} is de lengte fractie van het voertuig ten opzichte van het tracé,
- $P_{TRACÉ}$ is de trefkans van het tracé per jaar.

Het MR wordt als volgt berekend:

MR = risico per passage * totaal aantal passages per jaar

De aannames voor de berekening van het IPR en MR zijn weergegeven Tabel 8. De gegevens van aantallen passerende voertuigen zijn gebaseerd op de verkeersstromenkaart Zeeland [8]. De helikopterplaats wordt slechts enkele keren per jaar gebruikt en wordt derhalve uitgescreend.

Tabel 8 Aannames passantengegevens wegen

Object	Grootheid	Grootte	Eenheid
N57	Snelheid auto	80	[km/u]
	Lengte auto (5m) plus stopafstand	65	[m]
	Aantal passerende voertuigen N57	7500	[/dag]
	Lengte tracé	5055[3]	[m]
	Aantal passages individueel	500	[/jaar]
Faelweg[4]	Snelheid fiets	15	[km/u]
	Lengte fiets (2m) plus stopafstand	12	[m]
	Aantal passerende fietsers / auto's	150	[/dag]
	Lengte tracé	2465	[m]
	Aantal passages individueel	500	[/jaar]
Dijkgraaf A.M. Gelukweg	Snelheid auto	50	[km/u]
	Lengte auto (5m) plus stopafstand	30	[m]
	Aantal passerende voertuigen[5]	550.000	[/jaar]
	Lengte tracé	2465	[m]
	Aantal passages individueel	500	[/jaar]
Scheepvaartroute Binnenhaven	Snelheid schip[6]	5	[km/u]
	Lengte (binnenvaart)schip	80	[m]
	Aantal scheepsbewegingen	17.520	[/jaar]
	Lengte tracé	2450	[m]
	Aantal passages individueel	500	[/jaar]

[3] Roggeplaat = 866m, Neeltje Jans = 1546m + 1652m, Jacobahaven = 991m

[4] Het deel van de Faelweg dat binnen het invloedsgebied van de windturbines valt, wordt voornamelijk gebruikt door fietsers. Aanname dat er 100 fietsers en 50 auto's per dag langskomen. Conservatieve aanname dat auto's dezelfde snelheid hebben als fietsers.

[5] Getal is opgebouwd uit: 350.000 bezoekers Delta Park, 180.000 strandbezoekers, en 20.000 werknemers passages.

[6] Gemiddelde snelheid over het tracé dat binnen het invloedsgebied van de windturbines valt.

4.3.2 Gevaarlijke stoffen

Over de N57 vindt (beperkt) transport van gevaarlijke stoffen plaats in tankwagens, bij de overige wegen is dit slechts zeer beperkt.

Voor de berekening van het additionele risico van de windturbines op deze tankwagens wordt de volgende formule toegepast:

Trefkans per passage = $T_{PASSAGE}$ * P_{LENGTE} * $P_{TRACÉ}$

- $T_{PASSAGE}$ is de benodigde tijd voor 1 passage over het tracé
- P_{LENGTE} is de lengtefractie van het voertuig ten opzichte van het tracé,
- $P_{TRACÉ}$ is de trefkans van het tracé.

In Tabel 9 zijn de aannames weergegeven waarmee deze berekening uitgevoerd wordt. De autonome uitstroomfrequentie voor een tankwagen op een weg buiten de bebouwde kom is 1,2E-8/km [4]. Hierbij is conservatief gekozen voor het faalgetal voor een tankwagen onder druk.

Tabel 9 Aannames tankwagen met gevaarlijke stoffen

Object	Grootheid	Grootte	Eenheid
Tankwagen met gevaarlijke stoffen	Snelheid tankwagen	80	[km/u]
	Lengte tankwagen plus stopafstand	100	[m]
	Lengte tracé	5055[7]	[m]
	Autonome uitstroomfrequentie [4]	1,2E-8	[/km]
	Autonome uitstroomfrequentie tracé	6E-8	[-]

Op de scheepvaartroute vindt er geen transport van gevaarlijke stoffen plaats.

4.4 Ondergrondse bekabeling

4.4.1 Kritische breedte

In deze paragraaf wordt voor zowel de OSKneT als de HK-OSK een beschouwing gedaan ten aanzien van de toe te passen kritische breedte. Volgens HRW dient een kritische strook gehanteerd te worden afhankelijk van het type kabel en de vermogensklasse van de windturbine. Voor toepassing in voorliggende analyse is volgens de redenering in bijlage C hoofdstuk 8.2 van het HRW een aanzienlijke mate van conservatisme op twee vlakken, namelijk het *gevolg* van impact van een windturbine nabij de kabels, en het *type* kabel dat wordt toegepast.

[7] (Roggeplaat = 866m, Neeltje Jans = 1546m + 1652m, Jacobahaven = 991m)

Ten aanzien van het gevolg is uit het HRW op te maken dat impact van een winturbine-onderdeel binnen de kritische strook niet direct falen verondersteld hoeft te worden. Zo wordt er bijvoorbeeld ingegaan op eventuele niet-beschikbaarheid van kabels vanwege reparaties voor schade aan de bekleding van de kabels. Voor het functioneren van de OSK en het OSKneT is alleen van belang dat impact van een windturbine een directe en definitieve breuk van de kabels veroorzaakt. .

Ten aanzien van het type kabel kan gesteld worden dat in het HRW uitgegaan wordt van hoogspanningskabels met bijzondere vormen van isolatie. Van de beschouwde kabeltypes komt het type XLPE insulated cables (XLPE kabels) het dichtst in de buurt van de toegepaste kabels voor de HK-OSK. De dikte van de op de OSK toegepaste kabels (o.a. 10kV) is dermate kleiner dat er meer flexibiliteit verwacht wordt van de kabels. Tevens wordt in het HRW vermeld dat dit type kabels beter bestand is tegen mechanische krachten en dat de voornaamste schade zich zal voordoen nabij moffen. Deze schade is relatief eenvoudig te herstellen.

Het toegepaste type 150kV kabel voor de OSKneT en is *E-YLKrvasdlwd 87/150 kV*. Dit betreft kabels met XLPE isolatie.

Met inachtneming van de bovengenoemde conservatismen in de kritischestrookbenadering van het HRW is gekozen om een reductiefactor van 0,2 toe te passen op de door het HRW voorgeschreven kritische breedte voor de HK-OSK bekabeling, en een reductiefactor van 0,5 voor de OSKneT kabels. De kritische breedte voor XLPE kabels volgens het HRW is 50 meter voor de 5MW klasse, en na lineaire interpolatie van het vermogen (4,5 MW) geldt een kritische breedte van 42,5 meter voor de gondelval/mastbreuk faalscenario's en 6 meter voor het faalscenario bladworp. Toepassing van de reductiefactoren levert voor de HK-OSK kabels een kritische breedte op van 8,5 meter voor het faalscenario mastbreuk en 1,2 meter voor het faalscenario bladworp. Voor de OSKneT kabels wordt de kritische breedte 21,25 meter voor het faalscenario mastbreuk en 3 meter voor het faalscenario bladworp.

Bij mastbreuk zal in alle gevallen de mast en gondel/rotor als geheel de grond raken en zal de gondel/rotor de klap opvangen en de mast zal zonder significante impact voor onderliggende kabels op het maaiveld terecht komen. De mast zelf zal derhalve in de trefkansberekening voor het faalscenario mastbreuk geen rol spelen.

4.4.2 Trefkansbepaling

De trefkansbepaling wordt uitgevoerd conform de beschrijving in §4.1. Ten aanzien van het invloedsgebied van de faalscenario's rotor/gondelval en mastbreuk wordt enkel 1/3 van de rotorstraal rondom de gondel beschouwd. Argumenten hiervoor zijn:

- Het belangrijkste deel van de impact van de gondel/rotorcombinatie zal zich concentreren kort rondom de gondel.
- Een groot deel van de rotorbladen (2/3) is niet stijf genoeg om significant impact te hebben op de grond. Deze zal versplinteren op de gronddekking boven de kabeltracés.

4.4.3 Autonome faalfrequentie OSKneT

De autonome faalfrequentie van het OSKneT tracé (hoogspanningsstation – Neeltje Jans) is 5E-3 per jaar [9].

4.5 Opslag gevaarlijke stoffen

De trefkansberekening zal uitgevoerd worden conform de beschrijving in §4.1. In de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [10] wordt in Module C hoofdstuk 3.4.3 een autonome faalfrequentie voor het instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van de tank op 5E-7/j gehanteerd. De additionele bijdrage van windturbines dient minder te zijn dan 10% van dit getal, dus minder dan 5E-8/j.

4.6 Recreatieve ruimte

Voor kwetsbare objecten (campings) zal gescreend worden op basis van de 1E-6 risicoafstand.

Van het meest drukke strand (op Neeltje Jans) zal een berekening van het IPR en het MR gedaan worden. De trefkansberekening hiervan wordt uitgevoerd conform de aanpak zoals beschreven in §4.1.

Het IPR wordt als volgt berekend:

$IPR = N * P_{TIJD} * P_{OPPERVLAKTE} * P_{STRAND}$

- N is het aantal individuele stranddagen per jaar,
- P_{TIJD} de tijdsfractie van een jaar voor 1 stranddag,
- $P_{OPPERVLAKTE}$ is de oppervlaktefractie van een strandganger t.o.v. het strand,
- P_{STRAND} is de trefkans van het strand per jaar.

Het MR wordt als volgt berekend:

MR = individuele risico per stranddag * totaal aantal strandgangers per jaar

De aannames voor de berekening van het IPR en MR zijn weergegeven in Tabel 10. Er zijn geen bezoekersaantallen bekend van het strand. Hiervoor zijn conservatieve aannames gedaan. Strand de Banjaard wordt kwalitatief uitgescreend, omdat het deel binnen het invloedsgebied van windturbines een uithoek van het strand betreft waar zeer beperkte aanwezigheid van strandgangers is.

Tabel 10 Aannames strandgangers

Object	Grootheid	Grootte	Eenheid
Strand Neeltje Jans	Oppervlakte strandganger	2	[m^2]
	Duur stranddag	4	[uur/dag]
	Oppervlakte strand	50.000	[m^2]
	Stranddagen individueel per jaar	20	[/jaar]
	Totaal aantal strandgangers	180.000	[/jaar]
Kitestrand Neeltje Jans	Oppervlakte kitesurfer (persoon + scherm)	15	[m^2]
	Duur kitesurfdag	6	[uur/dag]
	Oppervlakte strand	100.000	[m^2]
	Kitesurfdagen individueel per jaar	60	[/jaar]
	Totaal aantal kitesurfers per jaar	3000	[/jaar]

Van het Delta Park Neeltje Jans (recreatie) valt het gebouw Delta Plaza binnen het invloedsgebied van winturbine PV1. Dit wordt behandeld als een beperkt kwetsbaar object. Voor de parkeerplaats van het Delta Park Neeltje Jans geldt dat dit enkel binnen het overtoeren gebied van de windturbine PV1 ligt. De invloed op IPR ./ MR is daarmee verwaarloosbaar.

Voor het gebied nabij windturbine PV1 genaamd *Planologisch: cultuur en ontspanning* geldt dat er nog geen concrete plannen met betrekking tot inrichting zijn. Dit gebied wordt daarom buiten beschouwing van deze analyse gelaten.

4.7 Waterveiligheid

4.7.1 Topshuis

De trefkansberekening voor het Topshuis wordt uitgevoerd conform de aanpak beschreven in §4.1. De berekende trefkans is een trefkans per jaar, in feite een treffrequentie dus. De betrouwbaarheid van het beweegbare deel van de kering wordt echter uitgedrukt in faalkans per vraag. Om de treffrequentie te vertalen naar de faalkans per vraag van de kering dient de treffrequentie vermenigvuldigd te worden met een reparatieduur die het gevolg is van de schade die ontstaat door impact van een windturbine. Gekozen is om een reparatieduur van een jaar aan te nemen. Hiermee wordt de treffrequentie 1 op 1 vertaald naar een kans op niet-beschikbaarheid, en daarmee een bijdrage aan faalkans van de OSK. Voor de hele kering (62 schuiven) is de autonome faalkans per vraag 1,9E-5 [11]. In feite wordt hiermee een gesimuleerd dat in alle gevallen dat falen van een windturbine een onderdeel van de kering niet-beschikbaar maakt, een sluiting van de kering nodig is.

4.7.2 HK-OSK

Wanneer de E-voedingskabels getroffen worden door een windturbine-onderdeel zal in het ergste geval de halve kering onbeschikbaar raken [6]. De autonome faalkans voor het falen van een halve kering is

1,7E-4 per vraag [11]. Hier geldt dezelfde benadering als beschreven in §4.7.1. ten aanzien van het vertalen van een treffrequentie door een windturbineonderdeel naar een bijdrage aan de faalkans per vraag van de OSK.

Voor het falen van de OSK ten gevolge van het verlies van de E-voedingskabels door windturbine-onderdelen dient de volgende berekening gedaan te worden:

Additionele faalkans OSK = $P_{TRACÉ} * P_{CALAMITEIT}$

$P_{TRACÉ}$ is de trefkans van het tracé door een windturbine-onderdeel,

$P_{CALAMITEIT}$ is de kans dat de calamiteitenvoeding niet aangesloten kan worden (4E-2, [6]).

De VSL-kabels zijn nodig voor de aansturing van de schuiven. Wanneer deze kabel onderbroken wordt is het alleen nog mogelijk om de schuiven lokaal één voor één te sluiten. Falen van de VSL-kabel zal worst case falen van de gehele kering tot gevolg hebben. De autonome faalkans voor een hele kering is 1,91E-5 per vraag. Voor het falen van de OSK ten gevolge van het verlies van de VSL-kabels door windturbine-onderdelen dient de volgende berekening gedaan te worden:

Additionele faalkans OSK = $P_{TRACÉ} * P_{GEEN\ HERSTEL}$

$P_{TRACÉ}$ is de trefkans van het tracé door een windturbine-onderdeel,

$P_{GEEN\ HERSTEL}$ is de kans dat de schuiven via lokale bediening niet te sluiten zijn (1,2E-2, [6]).

4.7.3 Schuiven

De trefkansberekening voor schuiven wordt uitgevoerd conform de aanpak beschreven in §4.1. Uitgegaan wordt van het onbedienbaar raken van 1 schuif wanneer deze getroffen wordt door een windturbine-onderdeel. De autonome faalkans van 1 schuif is 1,2E-2 per vraag. Ook hier geldt dezelfde benadering als beschreven in §4.7.1. ten aanzien van het vertalen van een treffrequentie door een windturbineonderdeel naar een bijdrage aan de faalkans per vraag van één schuif van de OSK.

4.7.4 Damaanzetten tussen vaste en beweegbare deel van de OSK

De trefkansberekening voor de damaanzetten wordt uitgevoerd conform de aanpak beschreven in §4.1. Voor het faalscenario mastbreuk wordt een rotorstraal van 1/3 bladlengte aangenomen. De reden hiervoor is dat een groot deel van het blad niet stijf genoeg zal zijn om schade aan de ondergrond toe te brengen.

5 Resultaten en toetsing

5.1 Risicocontouren en worpafstanden van de windturbines

In Tabel 11 zijn de afstanden weergegeven voor de 1E-5 en 1E-6/j risicocontouren en is het maximale invloedsgebied voor de twee voorgenomen windturbines opgenomen.

Tabel 11 Risicoafstanden en invloedsgebied

Invloeds WT's	Enercon E82	Lagerwey L36
1E-5 contour [m]	41	68
1E-6 contour [m]	125	200
Maximale invloedsgebied **[m]**	359	426

Op basis van deze afstanden is volgens het betreffende toetsingskader (zie Hoofdstuk 3) een screening gemaakt van objecten waarvoor trefkansen gekwantificeerd dienen te worden. In Tabel 12 zijn alle objecten en de onderlinge kortste afstanden tot windturbines weergegeven. Objecten waarbij is aangegeven dat er niet gekwantificeerd hoeft te worden voldoen aan de afstandscriteria. Voor objecten waarvoor wel trefkansen gekwantificeerd dienen te worden zijn de resultaten van de kwantificering en toetsing in §5.2 beschouwd. De precieze trefkansresultaten van alle windturbines en alle objecten zijn weergegeven in Bijlage E.

Tabel 12 Kortste afstanden WT's tot objecten

Nr.	Objecten	Type Risico	afstand WT [m]	kwantificeren
26	Bedieningsgebouw RS-sluis	beperkt kwetsbaar	265	nee
19	Bedrijfswoning Anna Friso	beperkt kwetsbaar	390	nee
18	Bedrijfswoning vd Kam (de Bruinvis)	beperkt kwetsbaar	305	nee
9	COT opslagloods	beperkt kwetsbaar	85	nee
9	COT portocabins	beperkt kwetsbaar	135	nee
17	De Banjaard	kwetsbaar object	325	nee
5	Delta plaza	beperkt kwetsbaar	200	nee
28	Frituur de helling	beperkt kwetsbaar	205	nee
33	Fry-Marine	beperkt kwetsbaar	215	nee
10	KNRM ligplaats binnenhaven	beperkt kwetsbaar	205	nee
12	KNRM ligplaats buitenhaven	beperkt kwetsbaar	260	nee
32	Proef Zeeland restaurant	beperkt kwetsbaar	400	nee
15	Seafood Proeverij (restaurant) (Seafarm)	beperkt kwetsbaar	75	nee
16	Stichting Zeeschelp	beperkt kwetsbaar	140	nee

Nr.	Objecten	Type Risico	afstand WT [m]	kwantificeren
3	Strandpaviljoen Noordzeestrand	beperkt kwetsbaar	85	nee
4	Topshuis RWS	beperkt kwetsbaar	275	nee
8	Hangcultuur mattenhaven NJ	beperkt kwetsbaar / IPR	150	ja
1	Hangcultuur vluchthaven NJ	beperkt kwetsbaar / IPR	70	ja
34	Zeewaar	beperkt kwetsbaar / IPR	70	ja
11	Jacht/passantenhaven Binnenhaven	IPR/MR	25	ja
30	Bovengrondse Propaantank Anna Friso	opslag gevaarlijke stoffen	440	nee
21	Bovengrondse Propaantank Bluereef Aquarium	opslag gevaarlijke stoffen	550	nee
20	Gastank Delta	opslag gevaarlijke stoffen	165	ja
27	OSKneT	ondergrondse bekabeling	100	ja
13	Radartoren Lange Neel	beperkt kwetsbaar	200	nee
22	N57	IPR/MR	70	ja
23	Dijkgraaf AM Gelukweg	IPR/MR	85	ja
24	Faelweg	IPR/MR	165	ja
25	Scheepvaartroute Binnenhaven	IPR/MR	115	ja
7	Helikopterplaats	IPR/MR	200	nee
2	Strand Neeltje Jans	IPR/MR	80	ja
31	Kitestrand zuidzijde Neeltje Jans	IPR/MR	180	ja
14	Strand de Banjaard	geen	155	nee
36	Camping Anna Friso	kwetsbaar object	390	nee
35	Minicamping de Kering	kwetsbaar object	335	nee
6	Planologisch: cultuur en ontspanning	geen	25	nee
4	Topshuis RWS	waterveiligheid	275	ja
37	HK-OSK (E-voeding en VSL)	waterveiligheid	180	ja
29	Schuiven	waterveiligheid	250	ja
38	Damaanzet	Waterveiligheid	140	ja

5.2 Externe Veiligheid

5.2.1 Bebouwing

Alle ‘gewone’ kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten voldoen aan de afstandseis. Van bijzondere objecten (hangculturen en de jacht / passantenhaven binnenhaven) is het IPR en MR berekend. In Tabel

13 zijn de resultaten van de trefkansberekeningen en het IPR/MR weergegeven. Voor deze objecten geldt dat ruimschoots voldaan wordt aan de IPR en MR toetscriteria.

Tabel 13 Trefkansresultaten bebouwing

Object	totaal trefkans [/jaar]	IPR [/jaar]	MR [/jaar]
Hangcultuur vluchthaven NJ	2,40E-4	5,47E-10	3,65E-9
Hangcultuur Mattenhaven NJ	4,29E-5	3,91E-11	2,61E-10
Zeewaar	5,20E-5	4,18E-10	1,67E-9
Jacht/passantenhaven Binnenhaven	1,78E-4	7,11E-8	1,04E-6

5.2.2 Wegen en scheepvaartroute

Van de wegen in het invloedsgebied van de windturbines is het IPR en MR berekend. In Tabel 14 zijn de resultaten van de trefkansberekeningen en het IPR/MR weergegeven. Voor deze objecten geldt dat ruimschoots voldaan wordt aan de IPR en MR toetscriteria.

Tabel 14 Trefkans resultaten wegen en scheepvaartroute

Object	totaal trefkans [/jaar]	IPR [/jaar]	MR [/jaar]
N57	3,43E-4	1,59E-8	8,71E-5
Dijkgraaf AM Gelukweg	1,33E-4	4,55E-9	5,01E-6
Faelweg	3,73E-5	1,70E-9	1,87E-7
Scheepvaartroute Binnenhaven	1,71E-4	1,56E-7	5,47E-6

In Tabel 15 zijn de trefkans per passage van een tankwagen met gevaarlijke stoffen weergegeven. Windturbines leveren een toegevoegd risico 0,08% op het vervoer van gevaarlijke stoffen met een tankwagen. Dit is ruim beneden het toetscriterium van 10%.

Tabel 15 Resultaten transport gevaarlijke stoffen

Object	Totaal trefkans [/passage]	Autonome faalfequentie [/passage]	Bijdrage WT's
Tankwagen gevaarlijke stoffen	4,9E-11	6E-8	0,08%

5.2.3 Ondergrondse bekabeling

In Tabel 16 zijn de trefkansen van ondergrondse bekaebling en het percentage daarvan ten opzichte van autonoom falen weergegeven.

Tabel 16 Trefkansresultaten ondergrondse bekabeling

Object	Totaal trefkans [/jaar]	Autonome faalfequentie [/jaar]	Bijdrage WT's
OSKneT	2,05E-04	5E-3	4,0%

5.2.4 Opslag gevaarlijke stoffen

In Tabel 17 is de trefkans, de autonome faalfrequentie en het percentage van de trefkans ten opzichte van autonoom falen weergegeven. Met de voorliggende trefkansresultaten wordt niet voldaan aan het 10% criterium zoals gesteld in §3.4.

De opbouw van de trefkans is als volgt:

- 1,1E-7→ Bladworp
- 1,7E-5→ Mastbreuk

Het grootste deel van de bijdrage wordt veroorzaakt door het faalscenario mastbreuk. Het effect van mastbreuk op het falen van de Gastank kan op twee manieren gemitigeerd worden:

- het verplaatsen van de windturbine locatie zodanig dat de Gastank buiten het invloedsgebied van faalscenario mastbreuk valt (tiphoogte)
- toepassen van een type windturbine met een lagere tiphoogte (<165 meter), zodanig dat de Gastank buiten het invloedsgebied van faalscenario mastbreuk valt

De onderlinge afstand is circa 165 meter. Wanneer bovenstaande maatregelen genomen worden dient een berekening gemaakt te worden om te verzekeren dat ook de bijdrage van bladworp lager is dan 5E-8. In het kader van verkenning van de mogelijkheden met andere windturbines is een trefkansberekeningen met bladworpcontouren van een Enercon E126 windturbine. Wanneer deze windturbine wordt toegepast en een tiphoogte van minder dan 165 meter wordt aangehouden levert dit een trefkans op van 2E-8/j, zie Tabel 17. Hiermee wordt aan het 10% totetscriterium voldaan.

Tabel 17 Trefkansresultaten opslag gevaarlijke stoffen

Object	Totaal trefkans [/jaar]	Autonome faalfrequentie [/jaar]	Bijdrage WT
Gastank Delta park	1,75E-05	5,E-07	3496%
Gastank Delta park*	2,00E-08	5,E-07	4%

* Alternatieve windturbine (Enercon E126)

5.2.5 Recreatieve ruimte

Van de recreatiegebieden in het invloedsgebied van de windturbines is het IPR en MR berekend. In Tabel 18 zijn de resultaten van de trefkansberekeningen en het IPR/MR weergegeven. Voor deze objecten geldt dat voldaan wordt aan de toetscriteria voor IPR en MR.

Tabel 18 Trefkansresultaten recreatieve ruimte

Object	Totaal trefkans [/jaar]	IPR [/jaar]	MR [/jaar]
Strand Neeltje Jans	1,07E-04	3,90E-11	3,51E-07
Kitestrand zuidzijde Neeltje Jans	1,49E-05	9,16E-11	4,58E-09

5.3 Waterveiligheid

5.3.1 Trefkansen

In Tabel 19 zijn de berekende trefkansen weergegeven voor de objecten die met waterveiligheid te maken hebben. In Bijlage E zijn de trefkansen weergegeven uitgesplitst naar windturbine en faalscenario.

Tabel 19 Trefkansen waterveiligheidsobjecten

Object	Totaal trefkans [/jaar*]	Autonome faalkans [/vraag]	Bijdrage
Topshuis RWS	7,31E-08	1,90E-05	0,38%
HK-OSK (E-voeding)	1,82E-06	1,70E-04	0,04%
HK-OSK (VSL)	1,82E-06	1,91E-05	0,11%
Damaanzetten	2,29E-04	nvt	nvt
Schuiven	2,33E-08	1,20E-02	0,00%

* Zie toelichting in §4.7.1 ten aanzien van de vertaling treffrequentie naar bijdrage op faalkans van de OSK.

5.3.2 Risicobeoordeling

Topshuis

De bijdrage van windturbines op het falen van de OSK als gevolg van inslag bij het Topshuis wordt verwaarloosbaar geacht, zelfs met de zeer conservatieve aannames die gedaan zijn ten aanzien van het effect van een mogelijke inslag (verlies van een hele kering), en het uitgangspunt dat reparaties een jaar in beslag nemen.

HK-OSK

De bijdrage van windturbines op het falen van de OSK als gevolg van inslag bij het Topshuis wordt verwaarloosbaar geacht, zelfs met de zeer conservatieve aanname dat reparaties een jaar in beslag nemen.

Ten aanzien van de in §3.6.2 genoemde DNM-kabels kan gesteld worden dat de bijdrage op het onterecht sluiten van de kering marginaal zal zijn. De trefkans van het tracé is verwaarloosbaar laag ten opzichte van andere oorzaken voor het onterecht sluiten van de kering.

Schuiven

De bijdrage van windturbines op het falen van de OSK als gevolg van inslag bij een van de schuiven van Roompot aan de noord- en zuidzijde wordt verwaarloosbaar geacht, zelfs met de zeer conservatieve aanname dat reparaties een jaar in beslag nemen.

Damaanzetten tussen vaste en beweegbare deel van de OSK

De trefkans voor de damaanzetten zal worden gebruikt als input voor de Waterveiligheidsstudie van Arcadis [1].

6 Conclusies

In deze analyse is de invloed op de externe veiligheid van een 19-tal windturbines op 36-tal objecten geïnventariseerd, berekend en getoetst. Het type objecten zijn kwetsbare en beperkt kwetsbare gebouwen, hangculturen, aanlegplaatsen, wegen, ondergrondse kabels, opslag van gevaarlijke stoffen en recreatie gebieden. Daarnaast is de invloed van windturbines op een viertal type objecten die relevant zijn voor de waterveiligheid beoordeeld, namelijk het Topshuis, het hoofdkabeltracé OSK, een aantal schuiven en een aantal damaanzetten tussen de vaste waterkering en de beweegbare kering.

Ten aanzien van de externe veiligheid geldt dat alle objecten behalve een opslagtank propaangas voldoen aan de toetscriteria. De analyse is uitgevoerd met conservatieve risicoafstanden: wanneer een ander type windturbine gekozen wordt (bijvoorbeeld een Enercon E126 met een tiphoogte onder de 162 meter) op de locatie Poolvoet 1, dan voldoet ook dit object aan het toetscriterium.

Ten aanzien van de waterveiligheid wordt geconcludeerd dat de invloed van het falen van windturbines op het beweegbare deel van de OSK verwaarloosbaar is. Zelfs met een conservatieve benadering waarbij een reparatietijd van een jaar wordt aangenomen is de bijdrage op de faalkans van de OSK (hele kering, halve kering, 1 schuif) niet significant.

Lijst van tabellen

Tabel 1	Locaties en vermogensklasse van de windturbines per locatie	10
Tabel 2	Windturbinegegevens Enercon E82 en Lagerwey L136	11
Tabel 3	Geïdentificeerde objecten binnen het invloedsgebied van WT locaties	13
Tabel 4	Geïdentificeerde waterveiligheidsobjecten	14
Tabel 5	Generieke faalfrequenties	22
Tabel 6	Aannames arbeidersgegevens hangculturen	23
Tabel 7	Aannames arbeidersgegevens jacht / passantenhaven binnenhaven	24
Tabel 8	Aannames passantengegevens wegen	25
Tabel 9	Aannames tankwagen met gevaarlijke stoffen	26
Tabel 10	Aannames strandgangers	29
Tabel 11	Risicoafstanden en invloedsgebied	31
Tabel 12	Kortste afstanden WT's tot objecten	31
Tabel 13	Trefkansresultaten bebouwing	33
Tabel 14	Trefkans resultaten wegen en scheepvaartroute	33
Tabel 15	Resultaten transport gevaarlijke stoffen	33
Tabel 16	Trefkansresultaten ondergrondse bekabeling	34
Tabel 17	Trefkansresultaten opslag gevaarlijke stoffen	34
Tabel 18	Trefkansresultaten recreatieve ruimte	35
Tabel 19	Trefkansen waterveiligheidsobjecten	35

Lijst van figuren

Figuur 1	Overzicht windturbinelocaties en geïdentificeerde objecten	12
Figuur 2	Voorbeeld vaststelling trefhoek mastbreuk	21

7 Bibliografie

[1] H. Niemeijer, „Windpark Oosterscheldekering, Invloed Waterveiligheid,” Arcadis, Arnhem, 2017.

[2] DNV Kema, „Handboek Risicozonering Windturbines,” AgentschapNL, 2014.

[3] Ministerie voor Infrastructuur en Milieu, „Activiteitenbesluit Milieubeheer,” 2017.

[4] Rijkswaterstaat, „Handleiding Risicoanalyse Transport,” Ministerie van Infrastructuur en Transport, 2011.

[5] Ministerie voor Infrastructuur en Milieu, „Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen,” 2016.

[6] H.R.Chevalking, „Risico's van windturbines op de beweegbare delen van de OSK,” NRG, Arnhem, 2017.

[7] KNMI, *http://www.knmi.nl/samenw/hydra,* de Bilt, Utrecht.

[8] Provincie Zeeland, „https://www.zeeland.nl/kaarten-en-cijfers/verkeerscijfers,” 2016. [Online]. [Geopend 28 11 2017].

[9] ENSOL, „Impactonderzoek voor de realisatie en het beheer van de 150kV kabels voor OSKneT op de faalkans en het functioneren en onderhouden van Oosterscheldekering”.

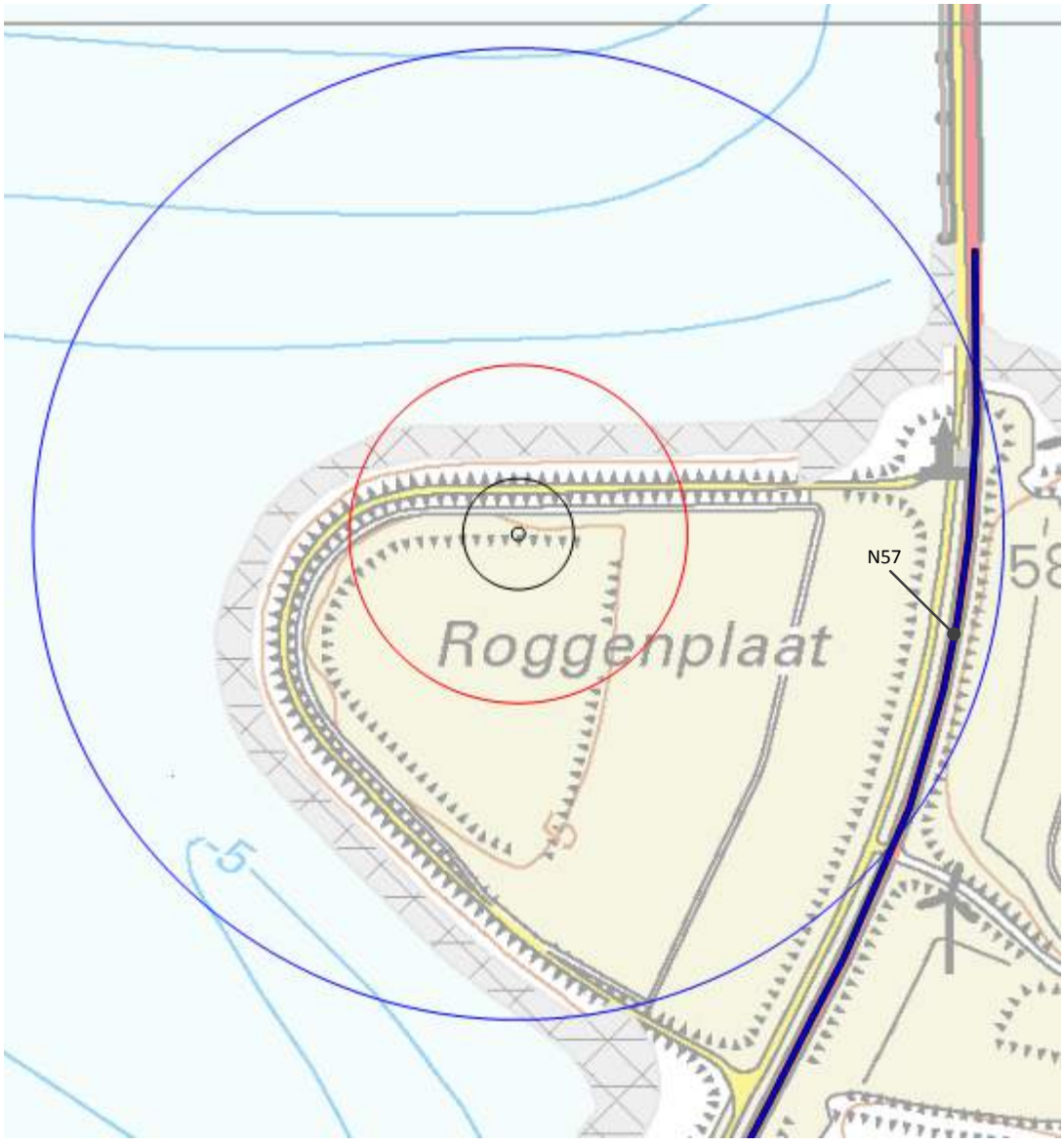
[10] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, „Handleiding Risicoberekeningen Bevi,” Ministrerie voor Volksgezondheid en sport, Den Haag, 2015.

[11] NRG, „Faalkansanalyse Stormvloedkering Oosterschelde,” 2008.

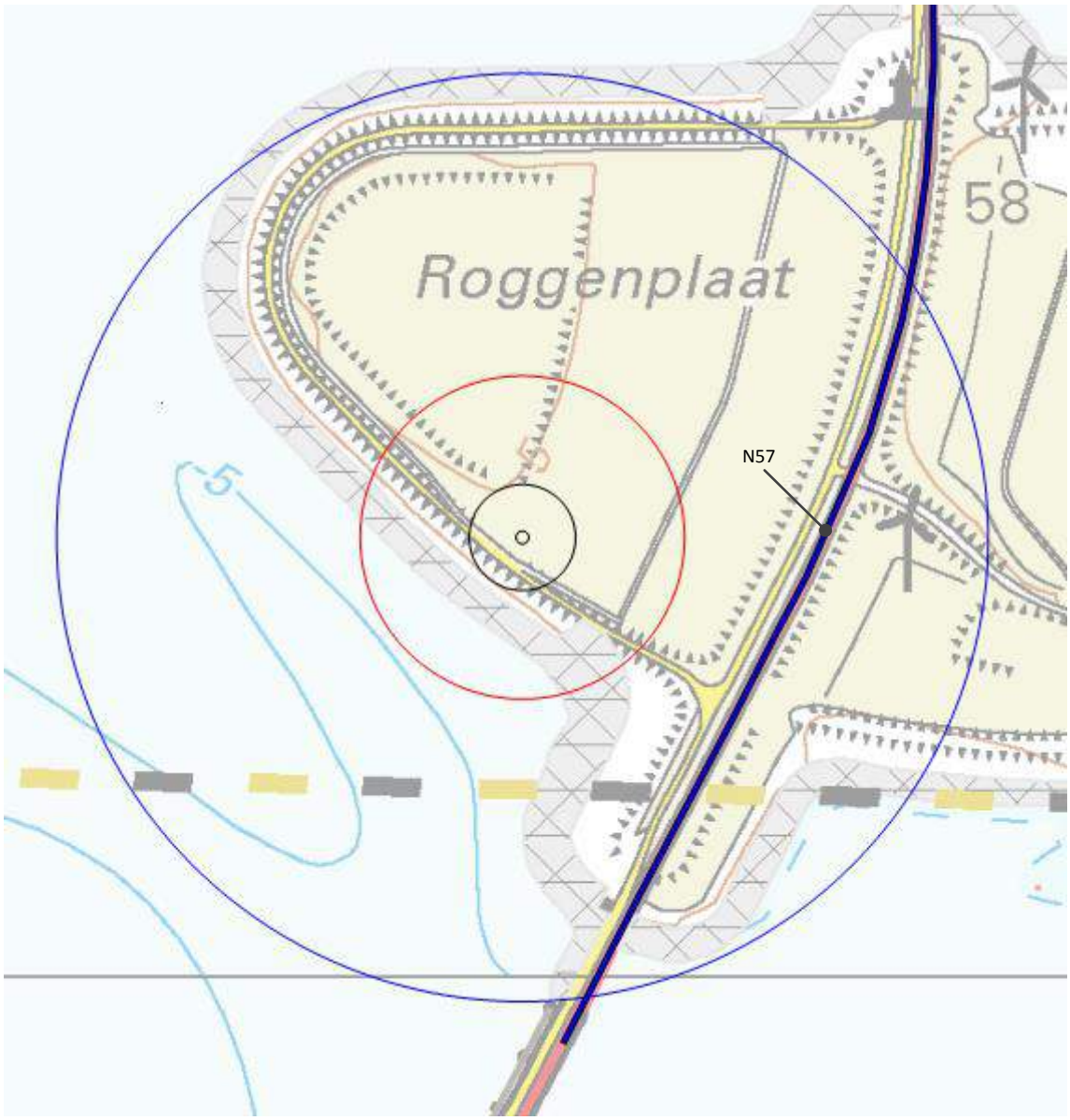
Bijlage A Overzicht windparken

Bijlage B EV Objecten per windturbine

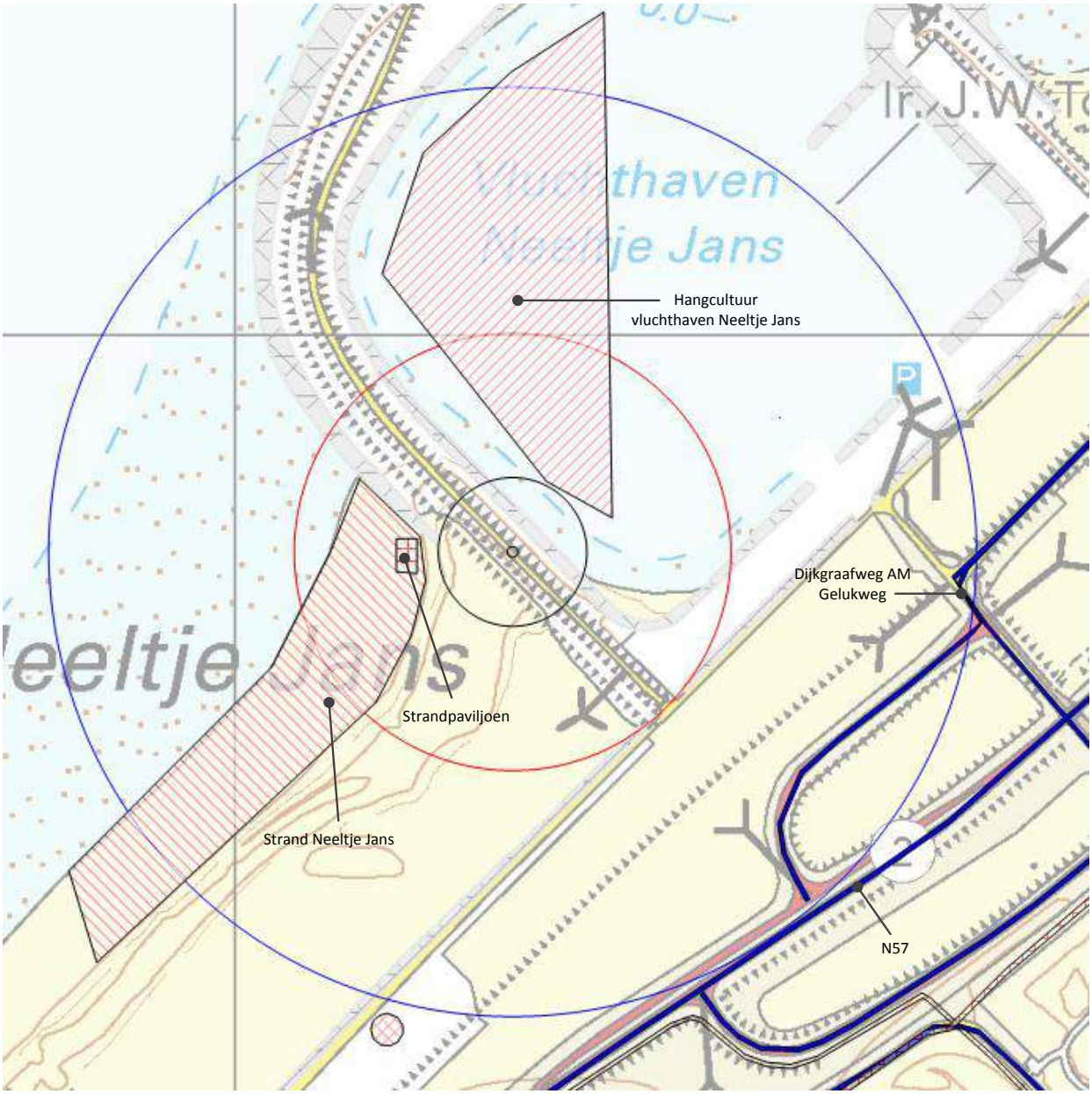
B.1 Roggeplaat-West 1



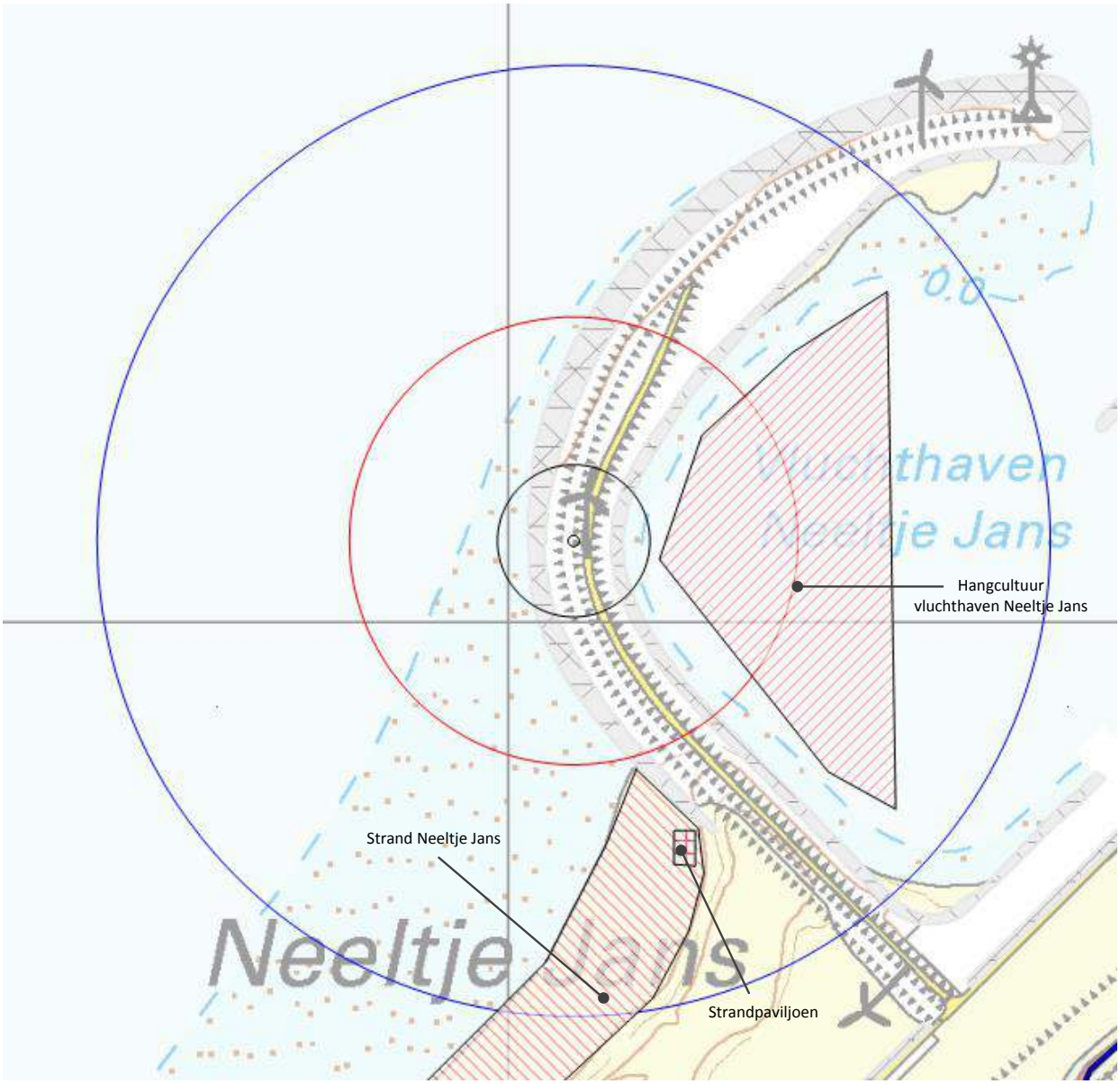
B.2 Roggeplaat-West 2



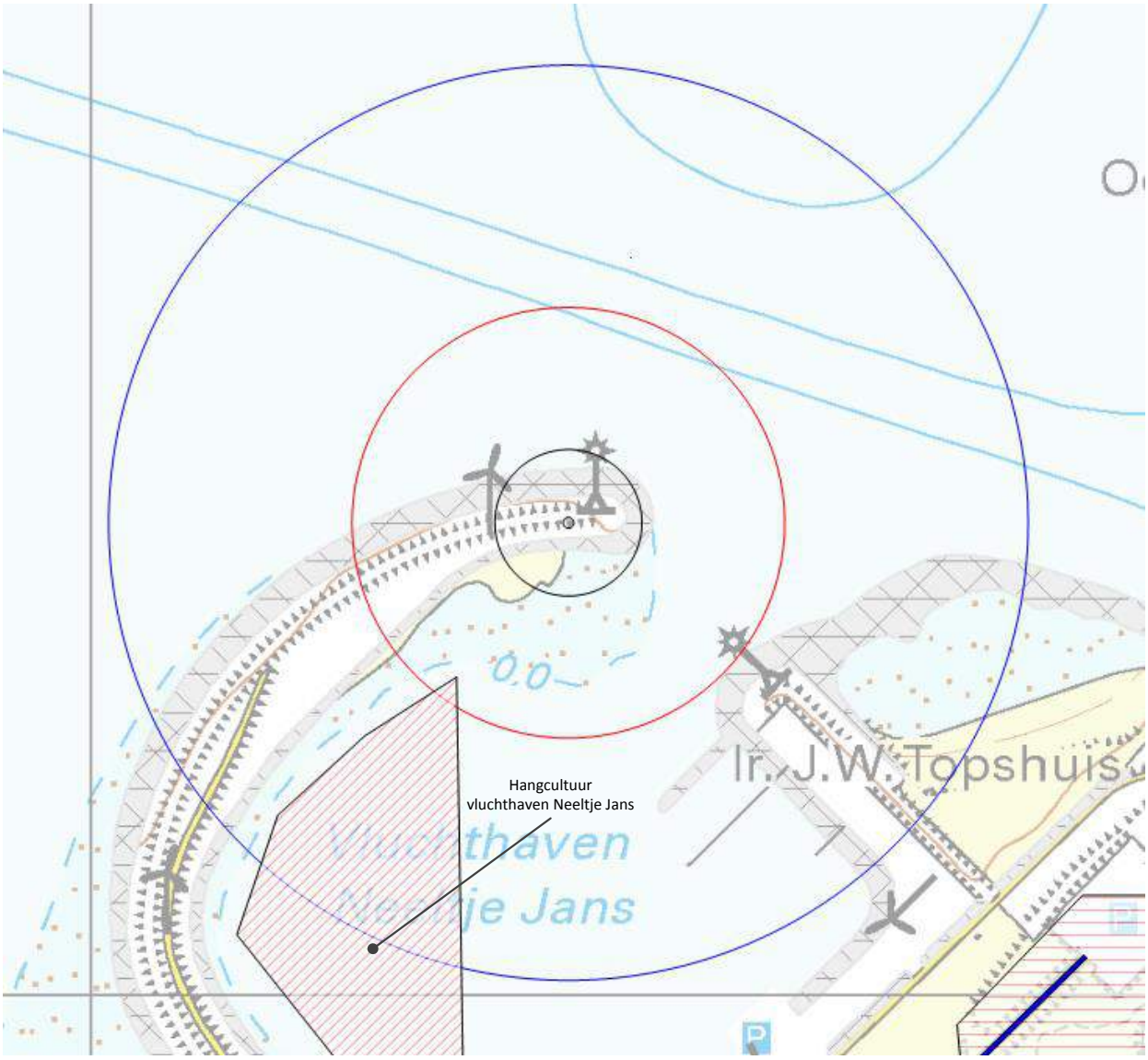
B.3 Neeltje Jans 1



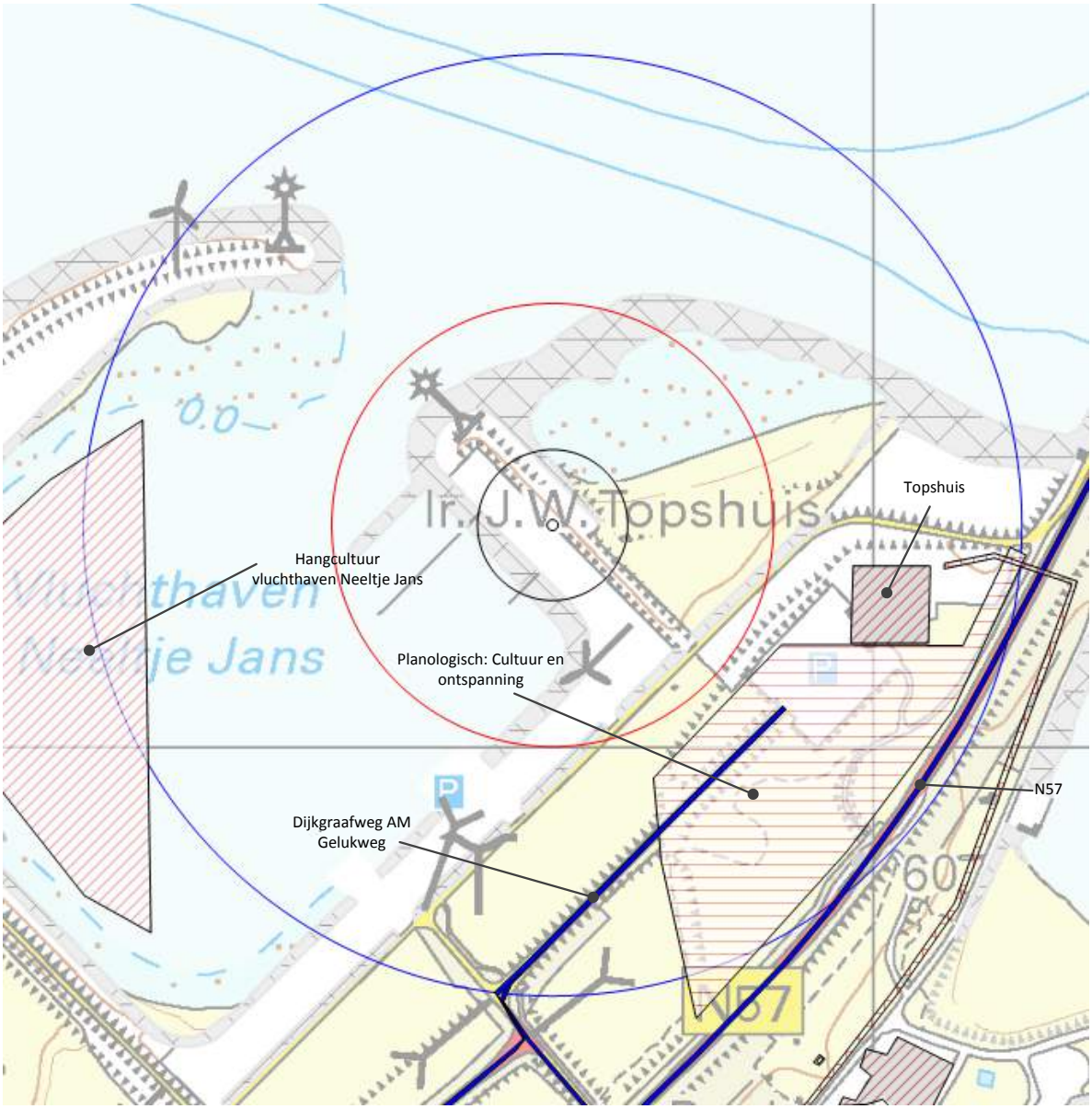
B.4 Neeltje Jans 2



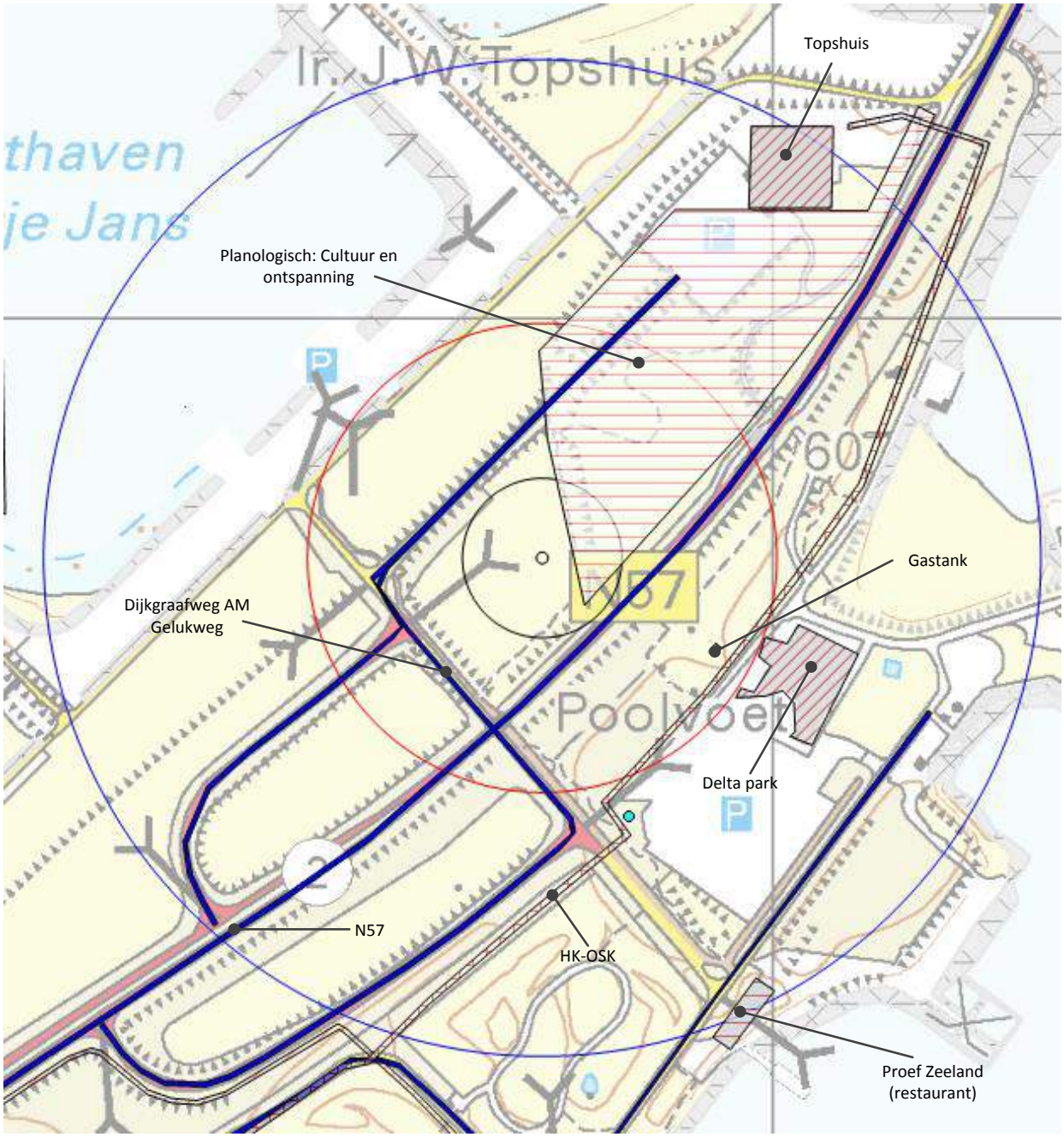
B.5 Neeltje Jans 3



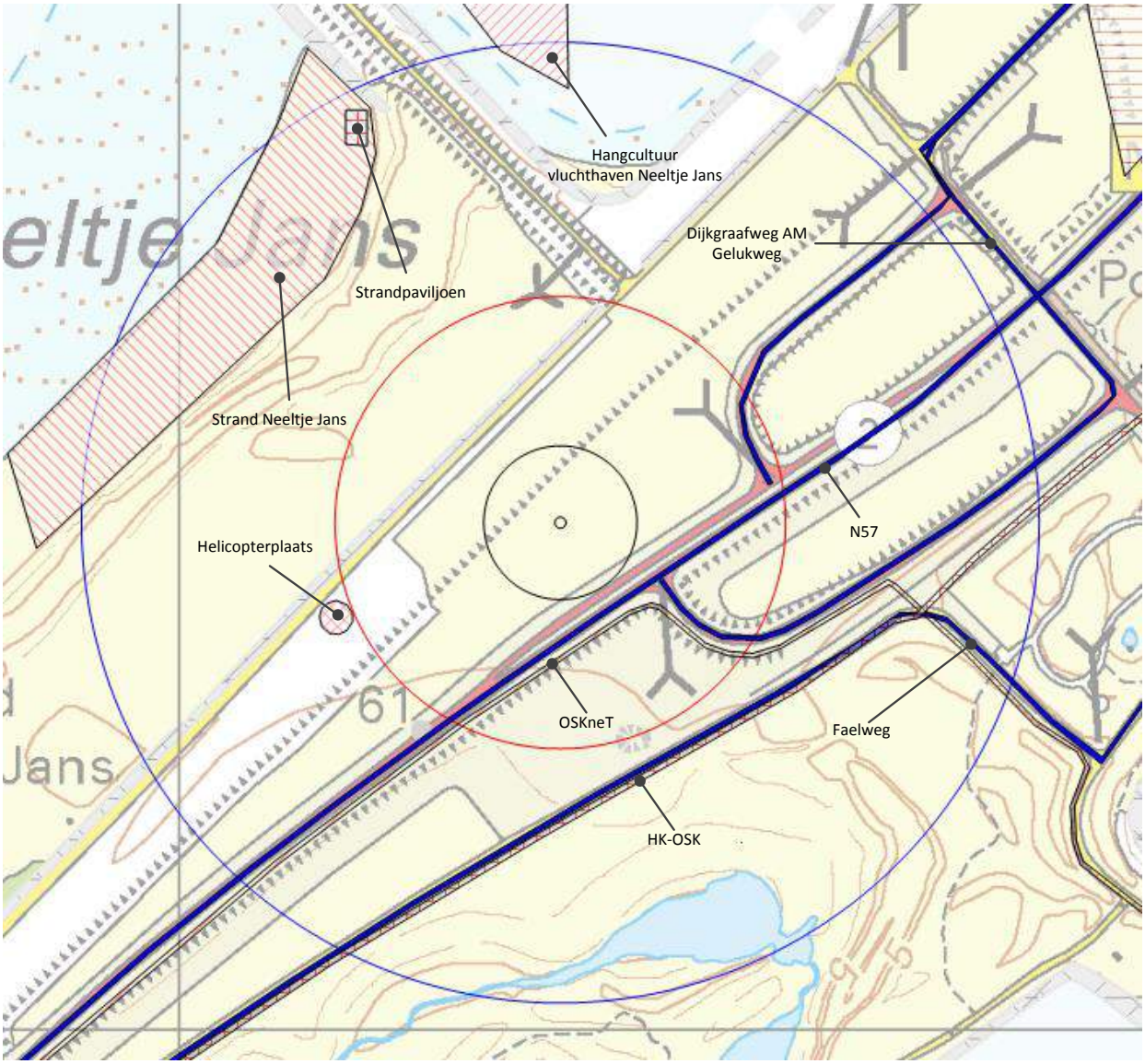
B.6 Neeltje Jans 4



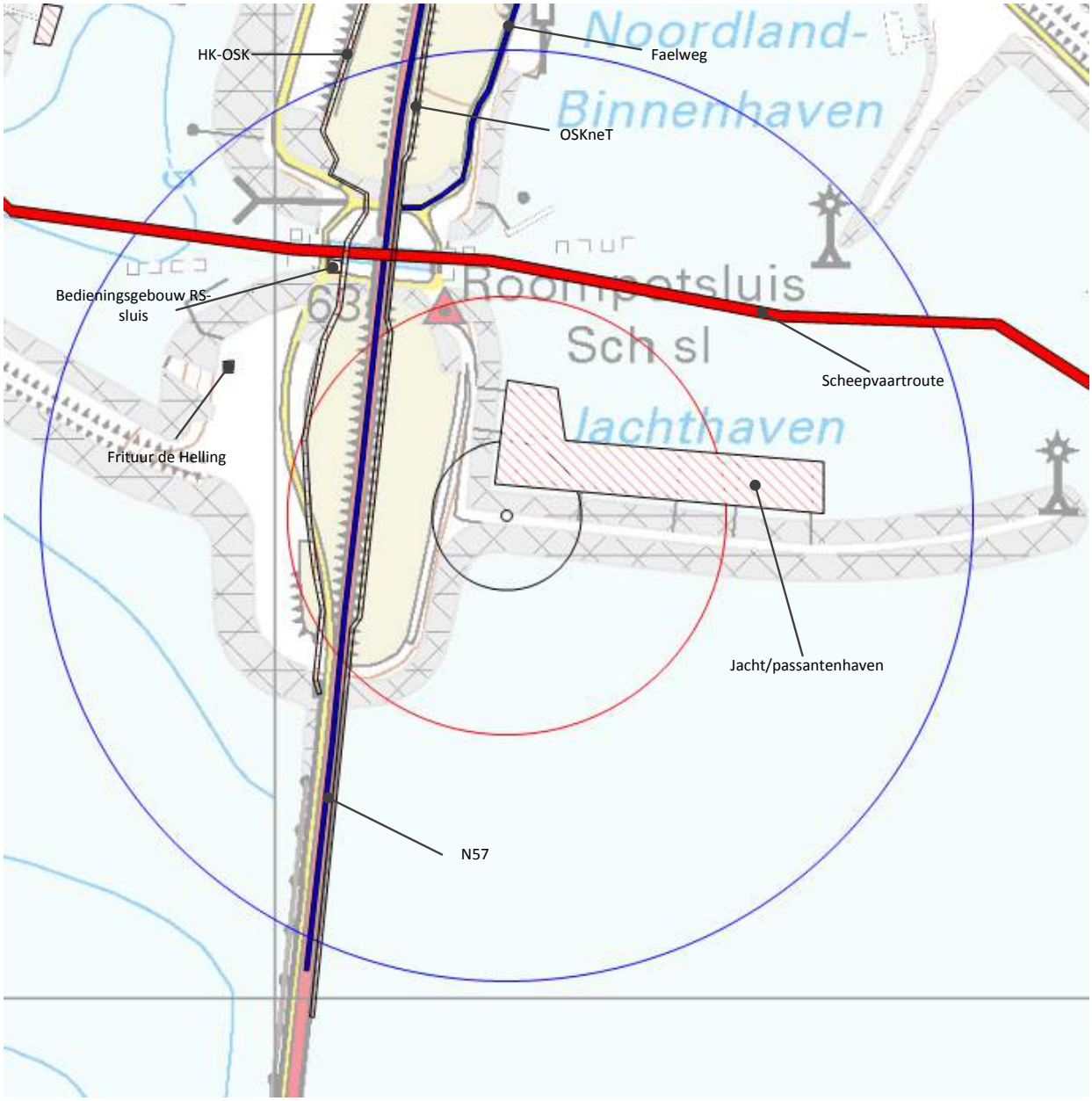
B.7 Poolvoet 1



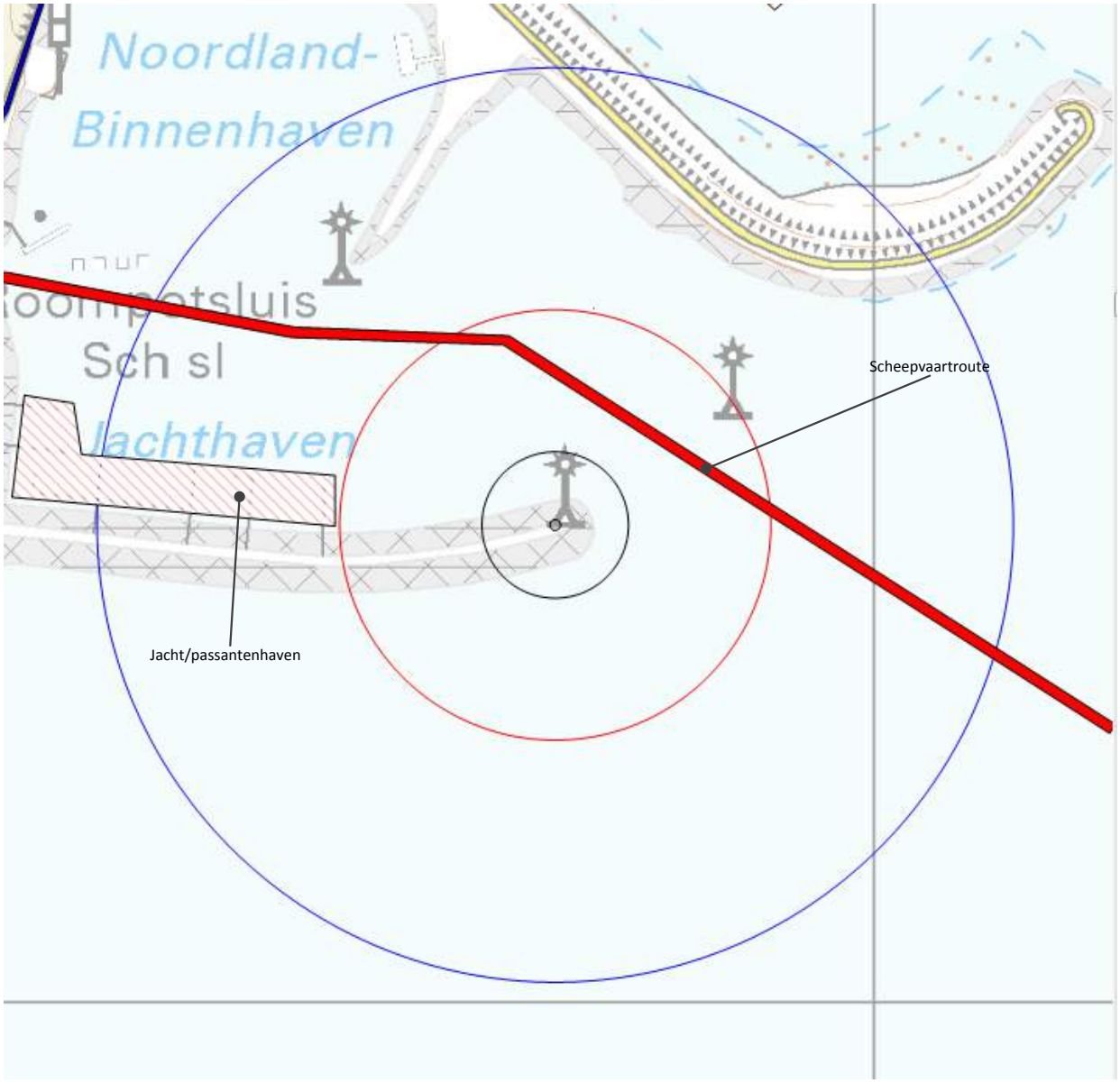
B.8 Poolvoet 2



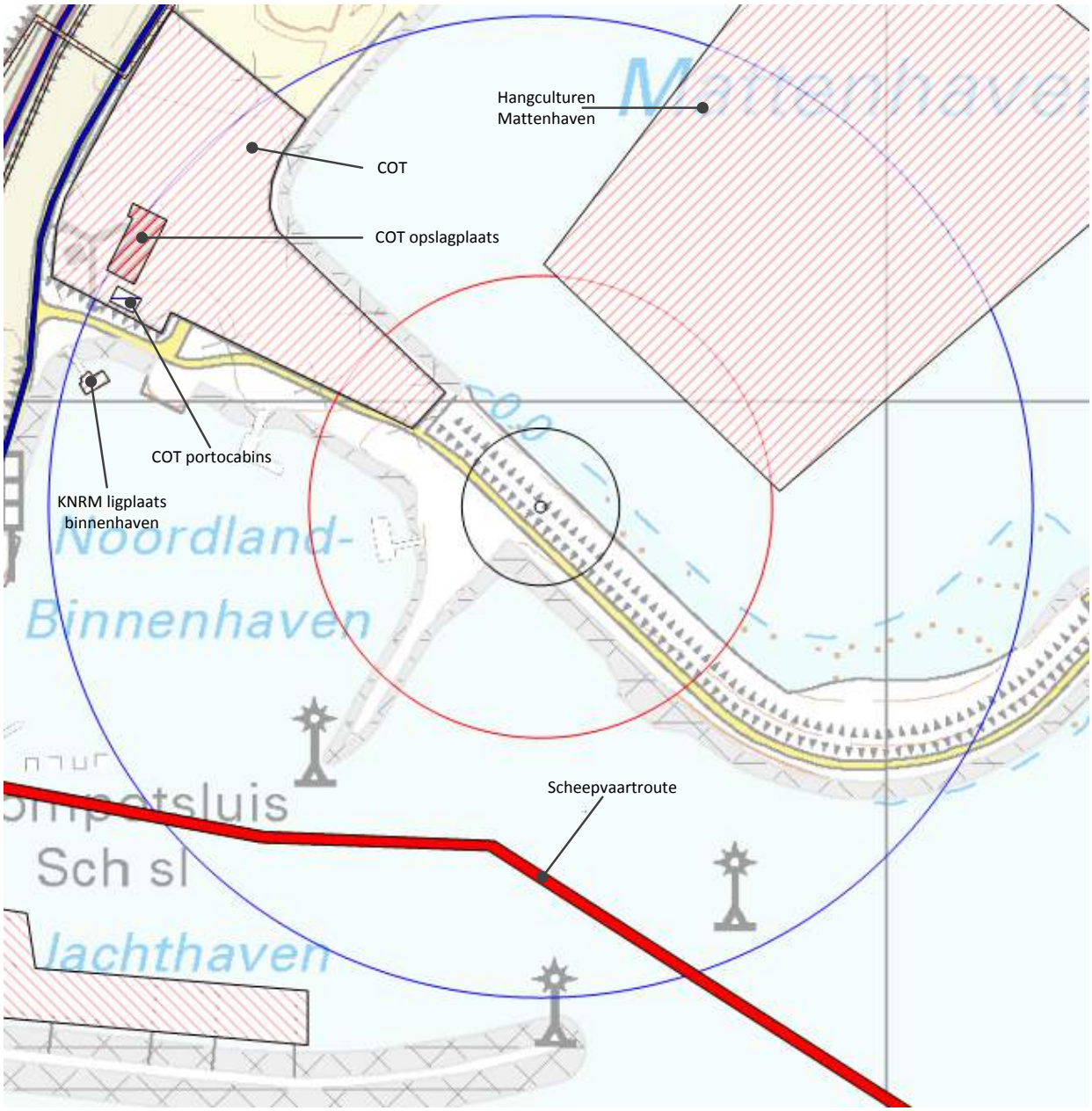
B.9 Binnenhaven 1



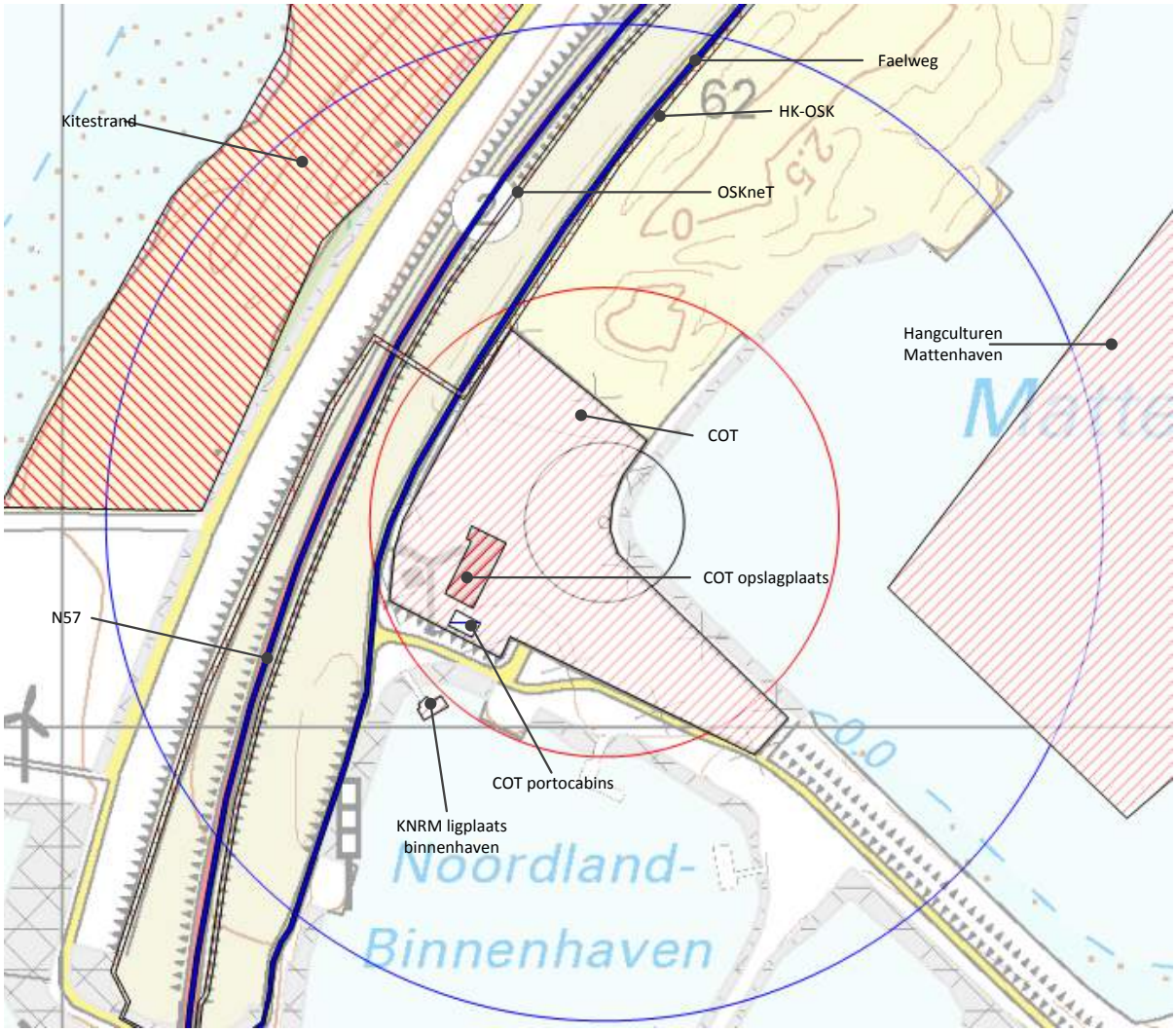
B.10 Binnenhaven 2



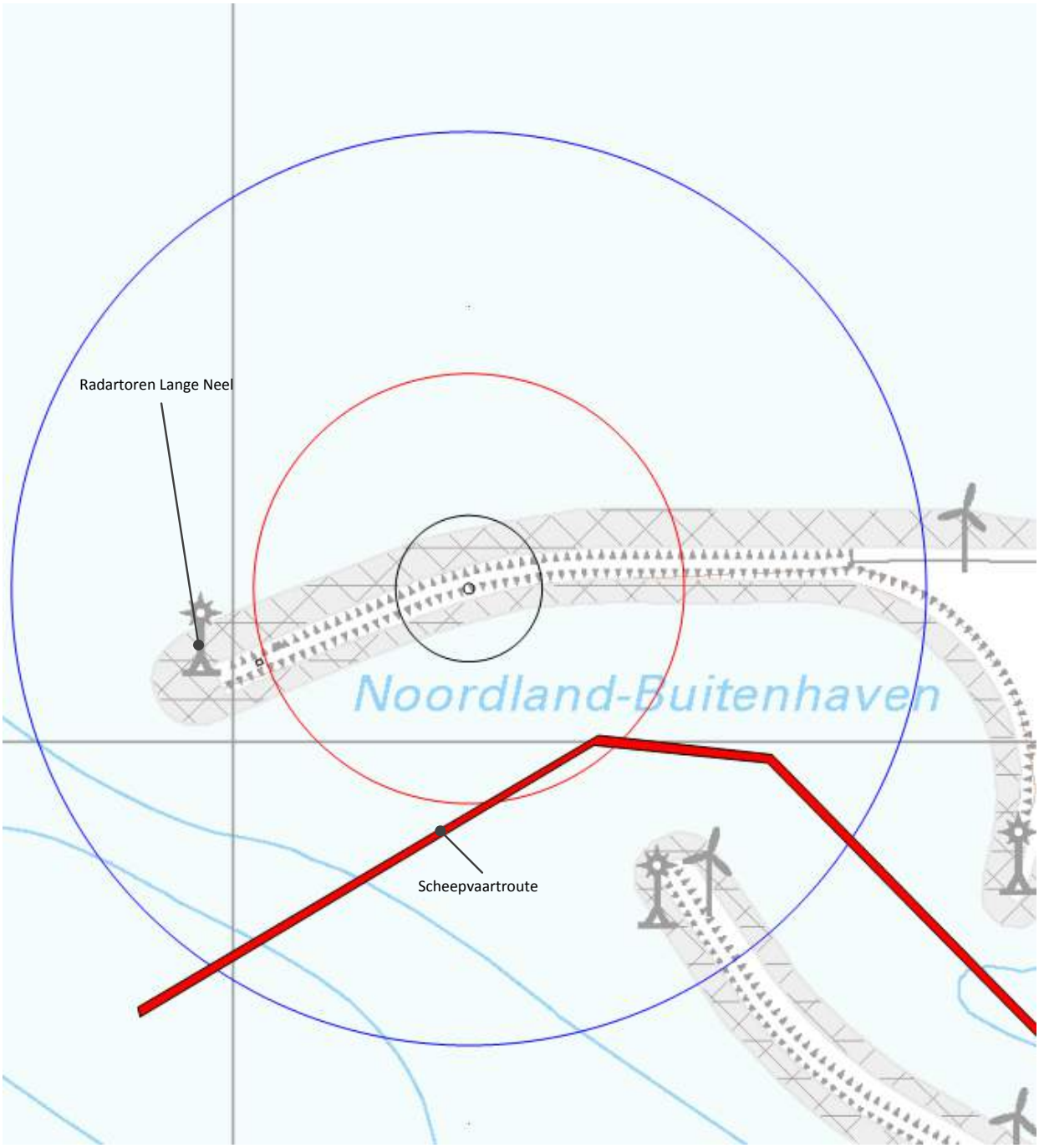
B.11 Binnenhaven 3



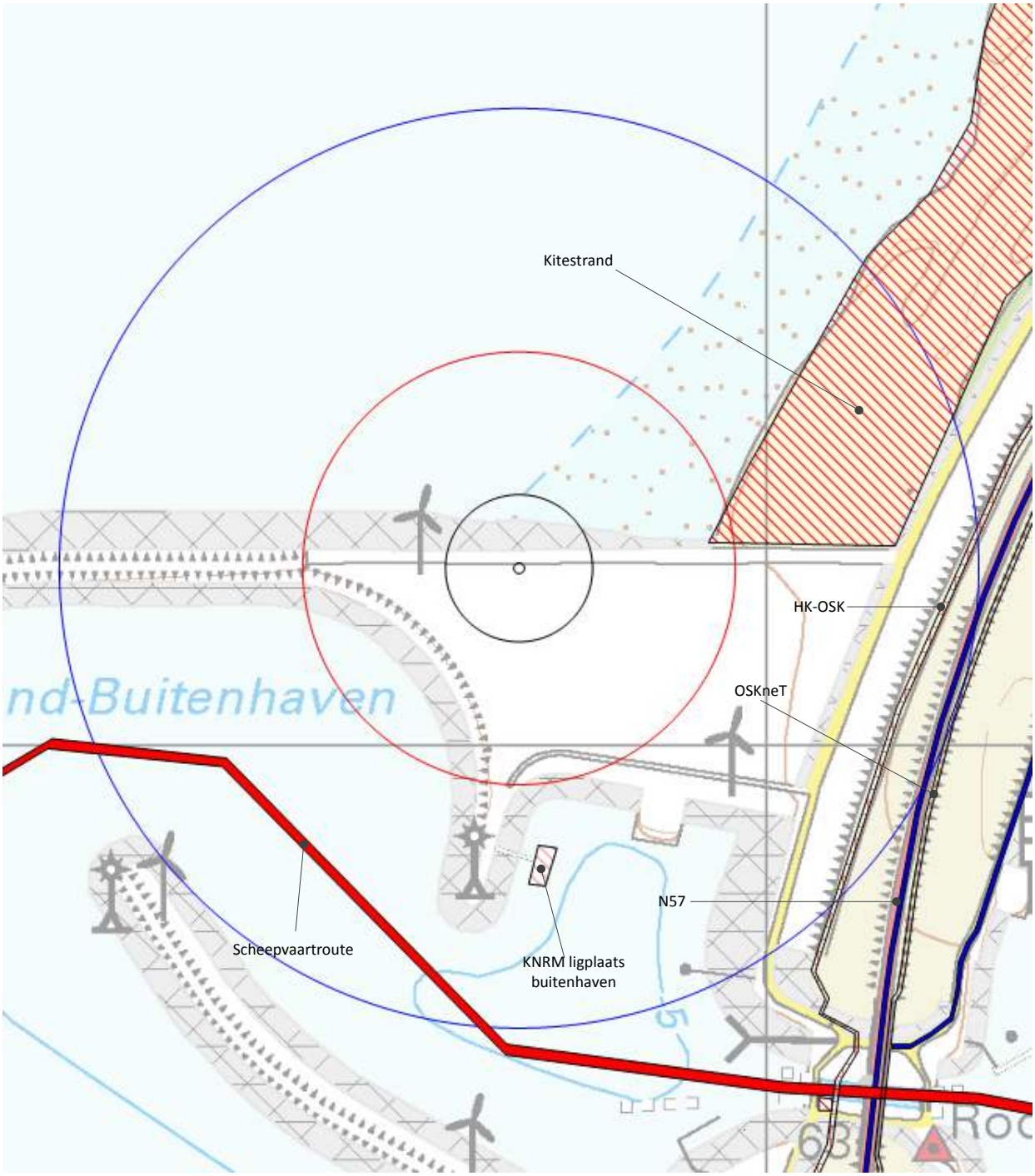
B.12 Mattenhaven 1



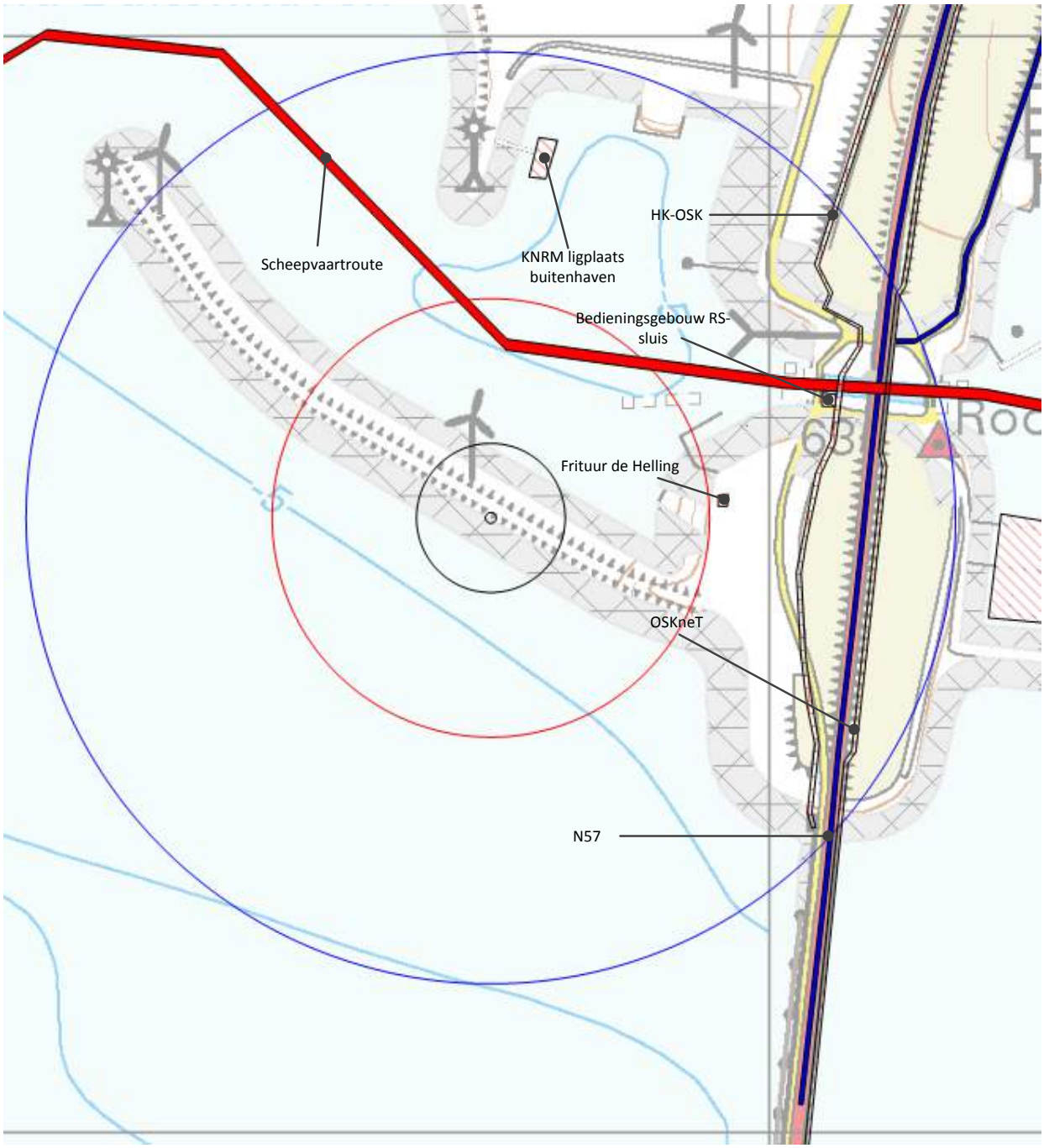
B.13 Noordland buiten 1



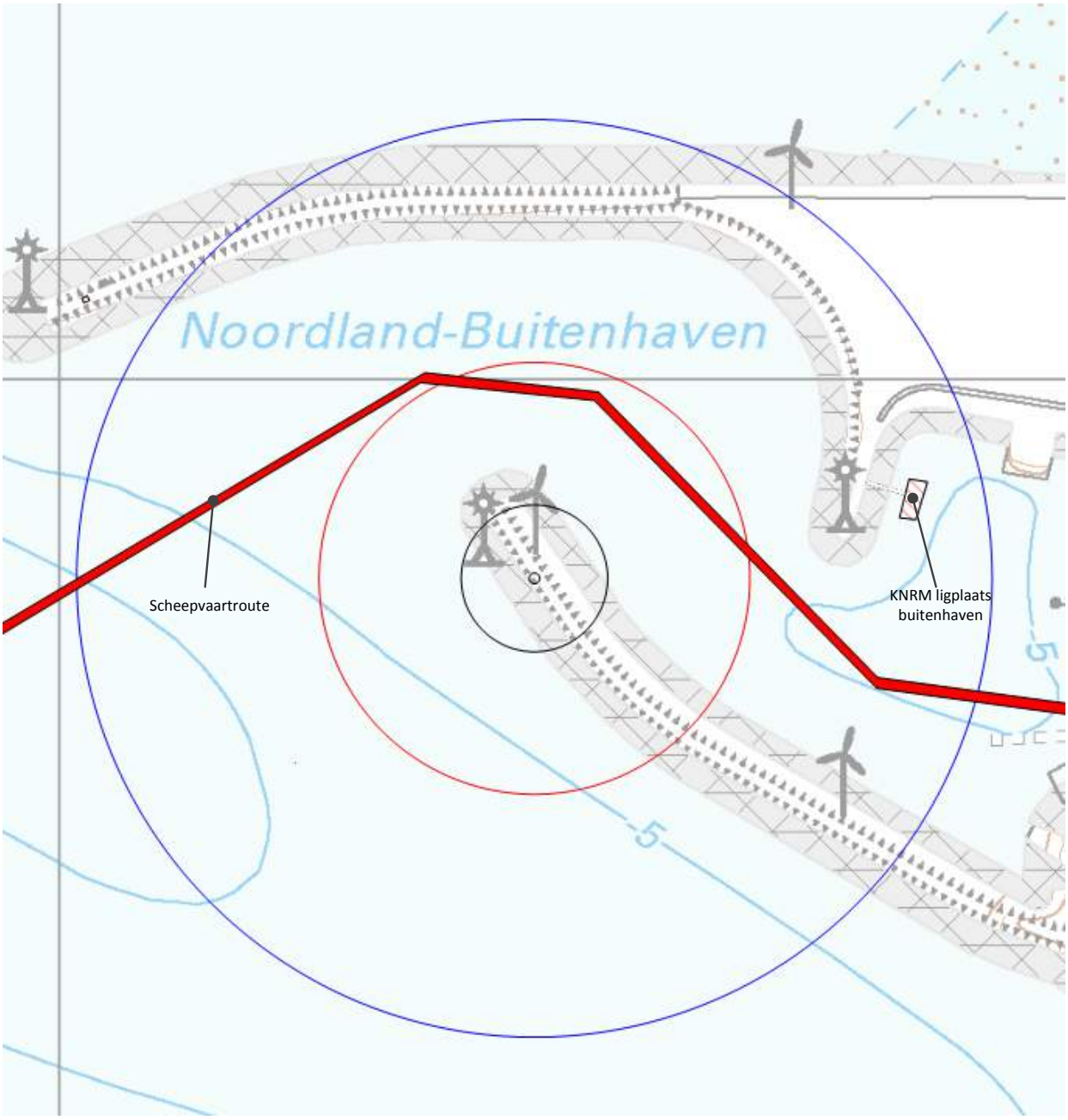
B.14 Noordland buiten 2



B.15 Noordland buiten 3

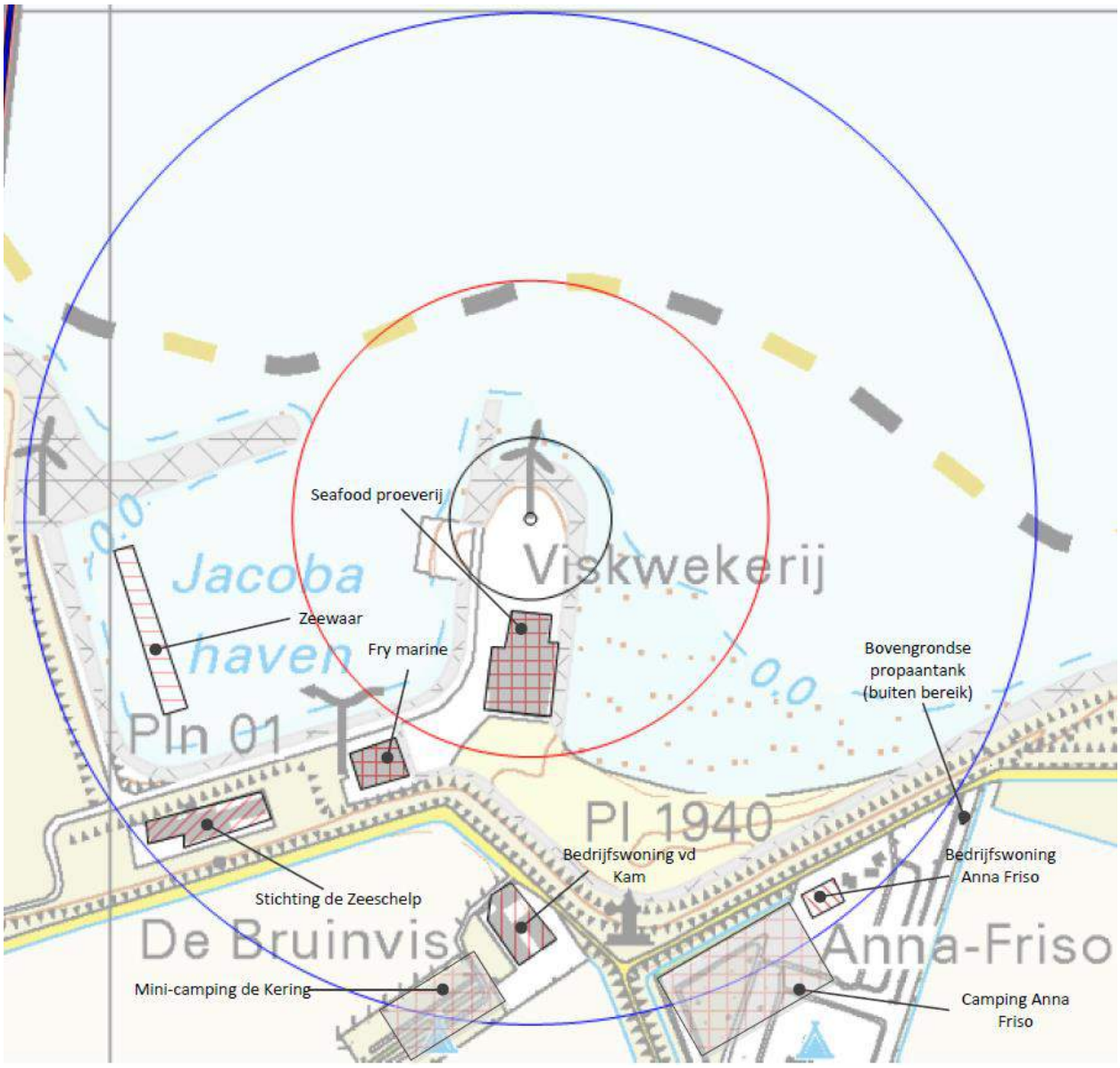


B.16 Noordland buiten 4



B.17 Jacobahaven 1

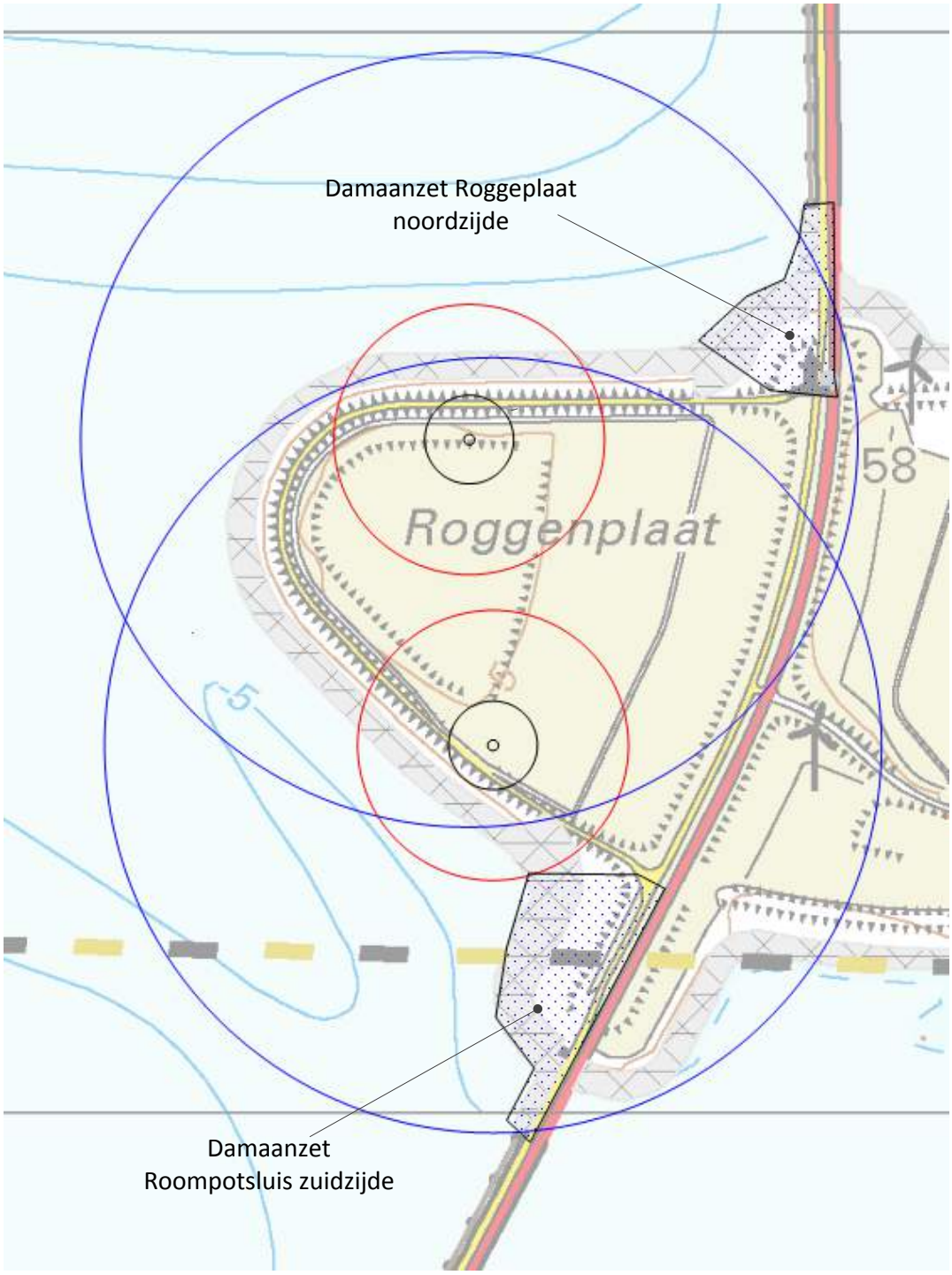
B.18 Jacobahaven 2



B.19 Jacobahaven 3

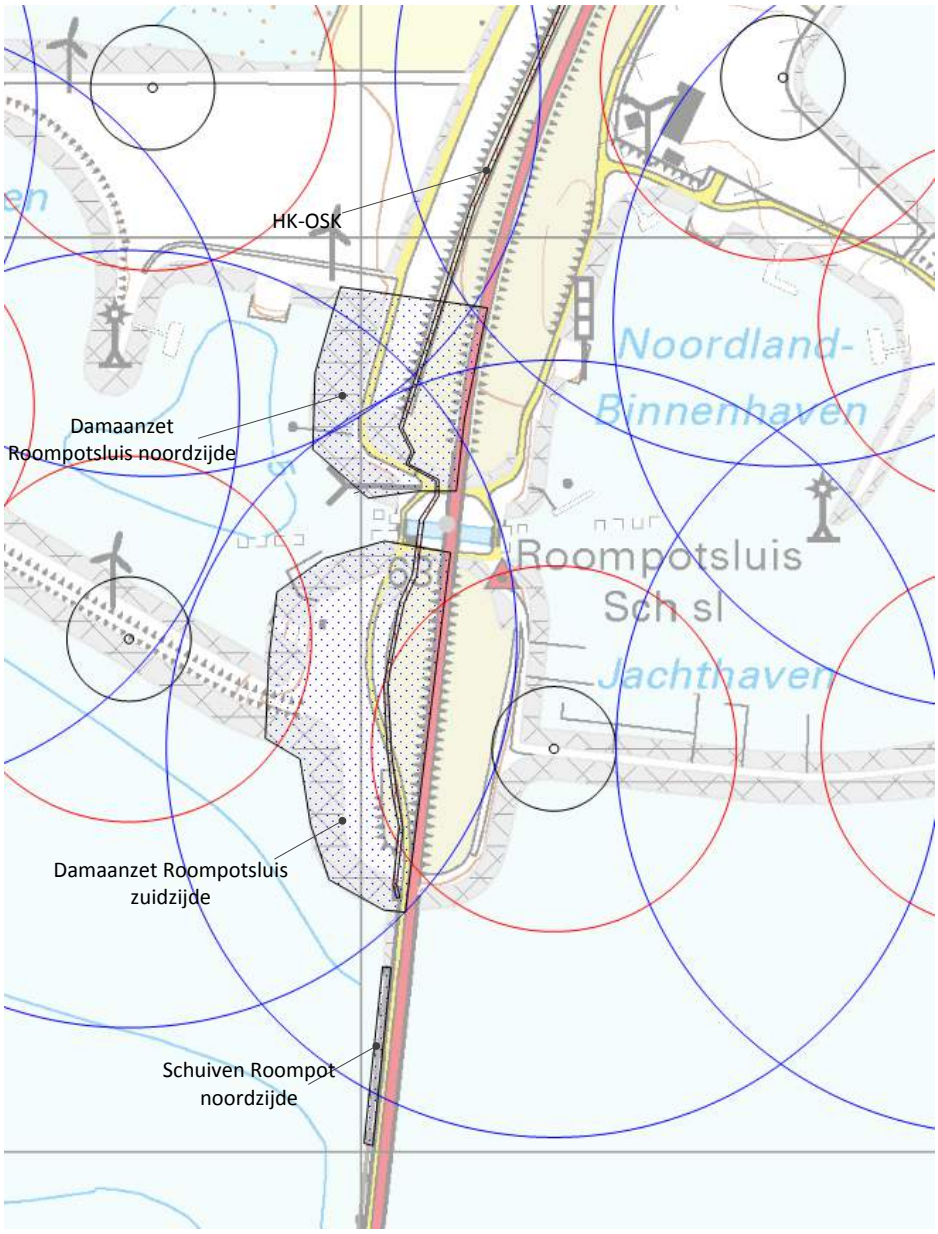
Bijlage C Waterveiligheidsobjecten

C.1 Roggeplaat

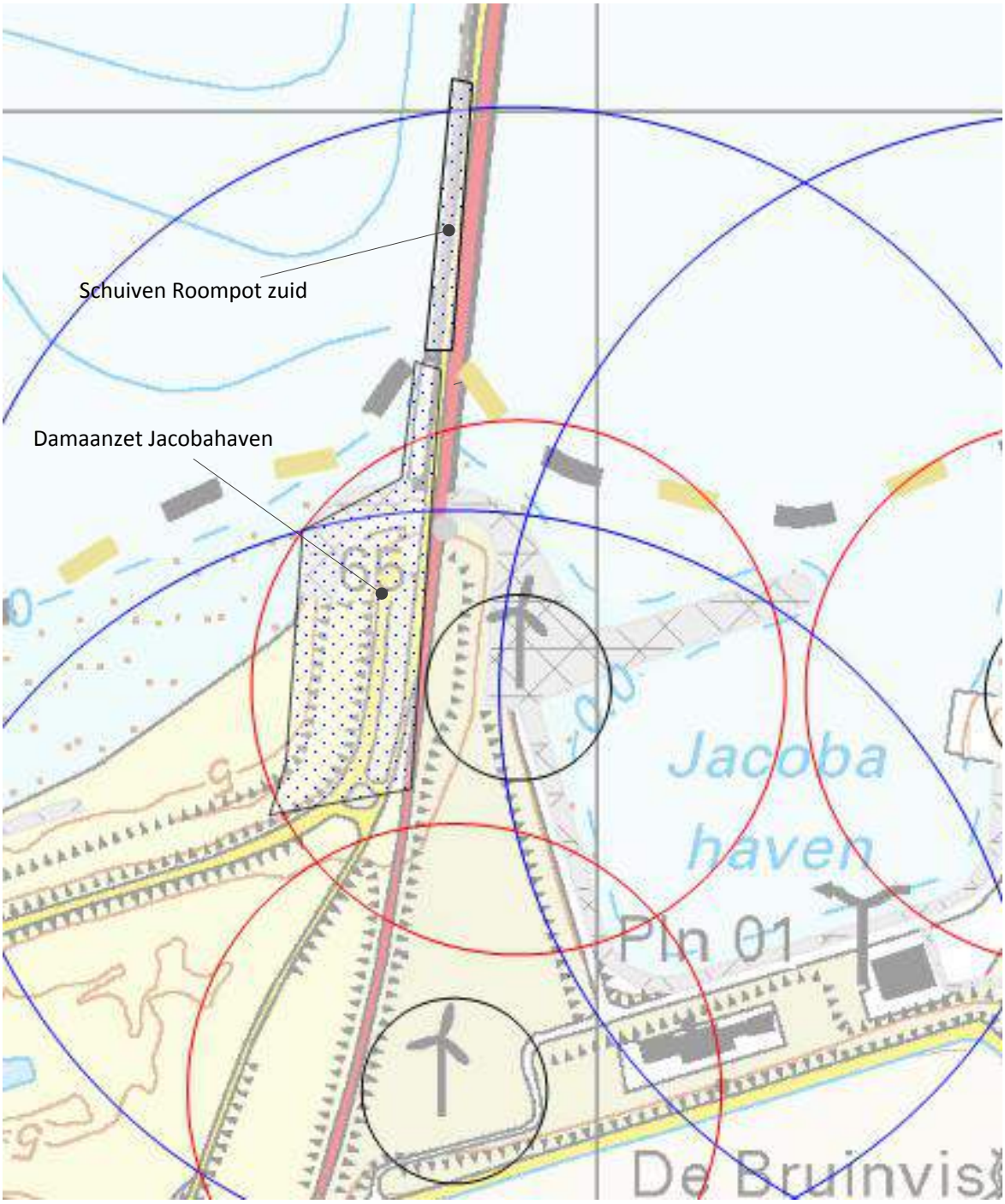


C.2 Neeltje Jans

C.3 Roompot


HK-OSK
Damaanzet
Roompotsluis noordzijde
Noordland-
Binnenhaven
Roompotsluis
Sch sl
Jachthaven
Damaanzet Roompotsluis
zuidzijde
Schuiven Roompot
noordzijde

C.4 Jacobahaven



Bijlage D Identificatie risico's op objecten

Nr.	Object	Type risico	Toelichting	Criterium
26	Bedieningsgebouw RS-sluis	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
19	Bedrijfswoning Anna Friso	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
18	Bedrijfswoning vd Kam (de Bruinvis)	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
9	COT loods	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
9	COT portocabins	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
17	De Banjaard	kwetsbaar object	Betreft vakantiehuisjes waar mensen zich gedurende meerdere dagen aaneengesloten bevinden.	1,00E-06
5	Delta plaza	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte/restaurant.	1,00E-05
28	Frituur de helling	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als restaurant.	1,00E-05
33	Fry-Marine	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
10	KNRM ligplaats binnenhaven	beperkt kwetsbaar	Niet opgegeven in bestemmingsplan. De ligplaats zal als beperkt kwetsbaar object behandeld worden in deze analyse.	1,00E-05
12	KNRM ligplaats buitenhaven	beperkt kwetsbaar	Idem KNRM ligplaats binnenhaven.	1,00E-05
32	Proef Zeeland restaurant	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als restaurant.	1,00E-05
15	Seafood Proeverij (restaurant) (Seafarm)	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als restaurant.	1,00E-05
16	Stichting Zeeschelp	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
3	Strandpaviljoen Noordzeestrand	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als restaurant.	1,00E-05
4	Topshuis RWS	beperkt kwetsbaar	Dit object wordt behandeld als bedrijfsruimte.	1,00E-05
8	Hangcultuur mattenhaven NJ	IPR/MR	Zie opmerkingen hangcultuur vluchthaven.	1E-6 / 2E-3
1	Hangcultuur vluchthaven NJ	IPR/MR	Hangcultuur zijn locaties waar zich periodiek mensen bevinden in het kader van het oogsten van mossels. In het kader van de risico beoordeling zal dit op dezelfde wijze behandeld worden als bedrijfsruimte. In het geval van cumulatieve WT's kan het IPR/MR van de aanwezige werkers bepaald worden.	1E-6 / 2E-3
34	Zeewaar	IPR/MR	Dit betreft een locatie waar in het kader van onderzoek kweken worden gedaan.	1E-6 / 2E-3
11	Jacht/passantenhaven Binnenhaven	IPR/MR	Hier liggen voornamelijk visserschepen. In de kwantificering rekening houden met aanwezig personeel die werkzaamheden uitvoert. IPR/MR kwantificeren.	1E-6 / 2E-3
30	Bovengrondse Propaantank Anna Friso *	gevaarlijke stoffen	dit object ligt buiten het invloedsgebied van windturbines	-
21	Bovengrondse Propaantank Bluereef Aquarium*	gevaarlijke stoffen	dit object ligt buiten het invloedsgebied van windturbines	-

Nr.	Object	Type risico	Toelichting	Criterium
20	Gastank Delta Plaza	gevaarlijke stoffen	Dit betreft een Gastank van 10m3 nabij Delta Plaza.	bijdrage WT's < 10% autonome faalfrequentie
27	OSKneT	infrastructuur	Object met hoge infrastructurele waarde.	<10% autonoom falen
13	Radartoren Lange Neel	infrastructuur	Betreft een object waarvoor geen explicitiete criteria voor benoemd zijn.	1,00E-06
22	N57	IPR/MR	Cumulatie van alle windturbines op deze weg.	1E-6 / 2E-3
23	Dijkgraaf AM Gelukweg	IPR/MR	Cumulatie van alle windturbines op deze weg.	1E-6 / 2E-3
24	Faelweg	IPR/MR	Het deel van de Faelweg dat binnen de invloedsferen van de voorgenomen windturbines valt is het zuidelijke deel. Hier wordt voor de bepaling van het IPR/MR rekening mee gehouden m.b.t. verkeersintensiteit.	1E-6 / 2E-3
25	Scheepvaartroute Binnenhaven	IPR/MR	Rekening houden met grootste traagste vaartuig.	1E-6 / 2E-3
7	Helikopterplaats	IPR/MR	Helikopterplaats wordt zeer weinig gebruikt.	1E-6 / 2E-3
2	Noordzee strand Neeltje Jans	IPR/MR	Heeft als bestemming 'strand'. Hiervoor geldt volgens definitie ‘beperkt kwetsbaar. Voor de strandbezoekers lijkt het realistischer het risico in de vorm van IPR en MR te kwantificeren. Gezien de beperkte mensdichtheid op dit relatief rustige strand is de kwantificering van het GR niet van toepassing.	1E-6 / 2E-3
31	Kitestrand zuidzijde neeltje jans	IPR/MR	Zie opmerkingen strand Neeltje Jans. Rekening houden met oppervlakte en snelheid van de individuele kitesurfers.	1E-6 / 2E-3
14	Strand de Banjaard	IPR/MR	Kwalitatieve screening. Strand valt voor een klein deel binnen het invloedsgebied en het betreft een laag bezet deel van het strand.	-
36	Camping Anna Friso	kwetsbaar object	Meer dan 50 personen gedurende meerdere nachten aanwezig	1,00E-06
35	Minicamping de Kering	beperkt kwetsbaar	Minder kan 50 personen.	1,00E-05
6	Planologisch: cultuur en ontspanning	geen	Voor dit gebied zijn nog geen concrete plannen met betrekking tot inrichting.	-
4	Topshuis	waterveiligheid	Het effect van windturbines op het beweegbare deel van de waterkering moet verwaarloosbaar zijn.	verwaarloosbaar effect (<1%)
29	HK-OSK (E-voeding en VSL)	waterveiligheid	Het effect van windturbines op het beweegbare deel van de waterkering moet verwaarloosbaar zijn.	verwaarloosbaar effect (<1%)
-	Schuiven	waterveiligheid	Het effect van windturbines op het beweegbare deel van de waterkering moet verwaarloosbaar zijn.	verwaarloosbaar effect (<1%)
-	Damaanzetten	waterveiligheid	Dit dient als input voor de waterveiligheidsstudie	-

Bijlage E Trefkansen

WTG	Object	Bladworp	Mastbreuk	Rotorval	Totaal
BH1	jacht passanten binnenhaven	8,5E-05	5,3E-05	4,0E-05	1,8E-04
BH2	jacht passanten binnenhaven	8,6E-08	0,0E+00	0,0E+00	8,6E-08
NJ1	strand neeltje jans	6,1E-05	4,5E-05	0,0E+00	1,1E-04
NJ2	strand neeltje jans	1,7E-07	0,0E+00	0,0E+00	1,7E-07
PV2	strand neeltje jans	3,1E-07	0,0E+00	0,0E+00	3,1E-07
PV1	gastank delta plaza	1,1E-07	1,7E-05	0,0E+00	1,7E-05
BH1	N57	5,1E-06	4,3E-05	0,0E+00	4,9E-05
JH1	N57	1,0E-05	6,5E-05	0,0E+00	7,5E-05
JH3	N57	8,0E-06	6,2E-05	0,0E+00	7,0E-05
BH4	N57	2,9E-08	0,0E+00	0,0E+00	2,9E-08
NB3	N57	1,5E-08	0,0E+00	0,0E+00	1,5E-08
NJ4	N57	4,1E-09	0,0E+00	0,0E+00	4,1E-09
PV1	N57	1,8E-05	6,4E-05	0,0E+00	8,3E-05
PV2	N57	7,8E-06	5,9E-05	0,0E+00	6,7E-05
RPW1	N57	5,1E-08	0,0E+00	0,0E+00	5,1E-08
RPW1	N57	2,3E-08	0,0E+00	0,0E+00	2,3E-08
NJ4	dijkgraaf am gelukweg naar afrit N57	3,3E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,3E-08
PV1	dijkgraaf am gelukweg naar afrit N57	1,8E-06	8,3E-05	0,0E+00	8,5E-05
PV2	dijkgraaf am gelukweg naar afrit N57	4,0E-06	4,1E-05	0,0E+00	4,5E-05
NJ1	dijkgraaf am gelukweg naar oprit N57	1,3E-08	0,0E+00	0,0E+00	1,3E-08
NJ4	dijkgraaf am gelukweg naar oprit N57	3,2E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,2E-08
PV1	dijkgraaf am gelukweg naar oprit N57	2,3E-06	0,0E+00	0,0E+00	2,3E-06
PV2	dijkgraaf am gelukweg naar oprit N57	1,2E-07	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-07
BH1	faelweg	8,7E-09	0,0E+00	0,0E+00	8,7E-09
BH41	faelweg	1,4E-06	3,6E-05	0,0E+00	3,7E-05
PV1	faelweg	7,7E-09	0,0E+00	0,0E+00	7,7E-09
PV2	faelweg	2,3E-08	0,0E+00	0,0E+00	2,3E-08
BH1	scheepvaartroute	6,7E-08	0,0E+00	0,0E+00	6,7E-08
BH2	scheepvaartroute	1,4E-05	5,1E-05	0,0E+00	6,6E-05
BH3	scheepvaartroute	4,5E-08	0,0E+00	0,0E+00	4,5E-08
NB1	scheepvaartroute	5,4E-07	2,2E-05	0,0E+00	2,3E-05
NB2	scheepvaartroute	4,1E-08	0,0E+00	0,0E+00	4,1E-08
NB3	scheepvaartroute	2,8E-06	2,9E-05	0,0E+00	3,2E-05
NB4	scheepvaartroute	3,3E-06	4,7E-05	0,0E+00	5,0E-05
JH1	150kV jacobahaven strook	7,9E-06	5,4E-05	0,0E+00	6,2E-05
JH3	150kV jacobahaven strook	1,0E-05	5,5E-05	0,0E+00	6,5E-05

BH1	150kV neeltje jans strook	7,1E-06	3,1E-05	0,0E+00	3,8E-05
BH4	150kV neeltje jans strook	3,8E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,8E-08
NB3	150kV neeltje jans strook	1,2E-08	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-08
PV2	150kV neeltje jans strook	7,8E-06	3,2E-05	0,0E+00	4,0E-05
BH1	HK-OSK	1,9E-07	0,0E+00	0,0E+00	1,9E-07
BH4	HK-OSK	1,2E-06	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-06
NB2	HK-OSK	1,7E-08	0,0E+00	0,0E+00	1,7E-08
NB3	HK-OSK	3,3E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,3E-08
NJ4	HK-OSK	3,6E-09	0,0E+00	0,0E+00	3,6E-09
PV1	HK-OSK	3,3E-07	0,0E+00	0,0E+00	3,3E-07
PV2	HK-OSK	3,0E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,0E-08
BH4	strand neeltje jans zuid	3,5E-07	0,0E+00	0,0E+00	3,5E-07
NB2	strand neeltje jans zuid	3,5E-07	1,4E-05	0,0E+00	1,5E-05
JH1	zeewaar	2,07E-05	3,1E-05	0,0E+00	5,2E-05
JH2	zeewaar	3,07E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,1E-08
JH3	zeewaar	3,16E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,2E-08
NJ4	hangcultuur vluchthaven	2,78E-08	0,0E+00	0,0E+00	2,8E-08
NJ1	hangcultuur vluchthaven	6,56E-05	3,1E-05	0,0E+00	9,6E-05
NJ2	hangcultuur vluchthaven	7,36E-05	4,5E-05	0,0E+00	1,2E-04
NJ3	hangcultuur vluchthaven	2,87E-07	2,4E-05	0,0E+00	2,5E-05
BH3	hangcultuur mattenhaven	6,52E-06	3,61E-05	0,0E+00	4,3E-05
BH4	hangcultuur mattenhaven	2,59E-07	0,00E+00	0,0E+00	2,6E-07
RPW1_C	damaanzet roggeplaat zuid	1,66E-06	0,00E+00	0,0E+00	1,7E-06
RPW1_C	damaanzet roggeplaat noord	1,81E-07	0,00E+00	0,0E+00	1,8E-07
BH1_C	damaanzet roompotsluis noord	1,49E-07	0,00E+00	0,0E+00	1,5E-07
NB2_C	damaanzet roompotsluis noord	1,55E-07	0,00E+00	0,0E+00	1,5E-07
NB3_C	damaanzet roompotsluis noord	1,78E-07	0,00E+00	0,0E+00	1,8E-07
BH1_C	damaanzet roompotsluis zuid	2,36E-05	2,42E-05	0,0E+00	4,8E-05
NB3_C	damaanzet roompotsluis zuid	5,76E-06	0,00E+00	0,0E+00	5,8E-06
JH1_C	damaanzet jacobahaven	1,30E-04	4,30E-05	0,0E+00	1,7E-04
JH3_C	damaanzet jacobahaven	1,74E-07	0,00E+00	0,0E+00	1,7E-07
BH1_C	schuiven roompot noord	1,11E-08	0,00E+00	0,0E+00	1,1E-08
JH1_C	schuiven roompot zuid	1,22E-08	0,00E+00	0,0E+00	1,2E-08
PV1_C	topshuis	2,56E-08	0,00E+00	0,00E+00	2,6E-08
NJ4_C	topshuis	4,76E-08	0,00E+00	0,00E+00	4,8E-08

Bijlagerapport H

ARTEFACT! RAPPORT 326

Kamperland
Windpark Jacobahaven

Gemeente Noord-Beveland

Archeologisch Bureauonderzoek

ARTEFACT
advies en onderzoek in erfgoed

ARTEFACT! RAPPORT 326

Kamperland
Windpark Jacobahaven

Gemeente Noord-Beveland

Archeologisch Bureauonderzoek

E. Coppens

Colofon

Titel	Kamperland Windpark Jacobahaven. Gemeente Noord-Beveland. Archeologisch Bureauonderzoek.
Auteur(s)	Drs. E. Coppens
Status rapport	Definitief
Datum	7 december 2017
Projectcode	2017ART83
Projectleider	Drs. E. Coppens
Projectmedewerker(s)	-
Opdrachtgever	E-connection
ISSN	2213-7424

Autorisatie	**Naam**	Drs. J.E.M. Wattenberghe (Senior KNA Archeoloog)
	Datum	7 december 2017
	Paraaf	

Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed!
Riemensstraat 9
4543 BW Zaamslag
T 0115 851614
E info@artefact-info.nl
W www.artefact-info.nl

© Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed, 2017
Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van het hierin verwoorde advies.

Inhoud

Samenvatting 7
Administratieve Gegevens 9

1 Inleiding 11
1.1 Aanleiding, Doel en Opzet van het onderzoek 11
1.2 Beleidskader 12
1.3 Plangebied: afbakening en (toekomstig) grondgebruik 14
2 Archeologisch Bureauonderzoek 17
2.1 Onderzoeksmethode 17
2.2 Aardkundige Waarden 18
2.2.1 Inleiding 18
2.2.2 Algemene Geologische Geschiedenis 18
2.2.3 Geologie, Landschap en Bodem 21
2.2.4 Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) 23
2.3 Bewoningsgeschiedenis 25
2.3.1 Algemene Bewoningsgeschiedenis van Zeeland 25
2.3.2 Historische gegevens 31
2.3.3 Archeologische Gegevens 39
2.3.4 Recent gebruik: verstoringen en luchtfoto's 41
2.4 Archeologisch Verwachtingsmodel 43
3 Conclusie en Advies 45
3.1 Conclusie 45
3.2 Advies 45

Bronnen 47
Verklarende Woordenlijst 49
Tijdstabel 53

Samenvatting

In opdracht van E-Connection Project BV heeft Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed in juli 2017 een Archeologisch Bureauonderzoek uitgevoerd binnen een plangebied gelegen aan de Jacobahaven te Kamperland (gemeente Noord-Beveland). De totale oppervlakte van het plangebied is circa 2 hectare. De aanleiding tot het onderzoek is het voornemen van de opdrachtgever om de windturbines van Windpark Jacobahaven te vervangen door een nieuwe, grotere windturbines. Twee van deze windturbines worden op dezelfde locatie als de huidige turbines gebouwd. De windturbine, gelegen binnen het plangebied, dient op een andere locatie te worden gebouwd. Een exacte locatie voor de nieuwe turbine is nog niet bekend. Er is wel is een zoekgebied afgebakend waarbinnen deze nieuwe windturbine is gepland (= plangebied). Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van een MER procedure.

Op basis van de beschikbare aardwetenschappelijke, archeologische en historische gegevens werd in het archeologisch bureauonderzoek een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel opgesteld. Er kan samengevat gesteld worden dat binnen het plangebied geen verwachting bestaat op het aantreffen van vindplaatsen uit de vroege prehistorie tot en met de Romeinse Tijd. De geologische niveaus waarop deze vindplaatsen kunnen worden aangetroffen zijn door latere geulwerking volledig weg geërodeerd. Tevens kan gesteld worden dat, gelet op cartografische bronnen en geologische informatie, binnen het plangebied geen vindplaatsen uit de Vroege en Late Middeleeuwen aanwezig kunnen zijn. Het plangebied lag in deze perioden buitendijks en het niveau waarop vindplaatsen uit deze perioden op Noord-Beveland aanwezig kunnen zijn (Duinkerke II afzettingen, Laagpakket van Walcheren) is hier als gevolg van mariene erosie niet meer aanwezig.

Voor de Nieuwe Tijd geldt dat er op het niveau van de Duinkerke III afzettingen (Laagpakket van Walcheren) en de afzettingen van het Laagpakket van Schoorl (Jonge Duin- en Strandzanden) vindplaatsen aanwezig kunnen zijn. Echter vanaf de bedijking van de ten zuiden gelegen Jacobapolder (bedijkt rond 1767) tot in de tweede helft van de 20ste eeuw maakt het plangebied deel uit van een slikken- en schorrengebied. In de tweede helft van de 20ste eeuw wordt het terrein ingedijkt en opgehoogd. Enkel aan de uiterst zuidelijke rand van het plangebied geldt een verwachting voor de Nieuwe Tijd. Aan deze zijde van het plangebied kan mogelijk de teen van de 18de eeuwse dijk van de Jacobapolder worden aangetroffen. De teen van deze dijk wordt verwacht op een diepte van circa 6,50 meter beneden maaiveld (1,25 meter +NAP), onder de 20ste eeuwse ophooglagen.

Op basis van voorliggend onderzoek kan gesteld worden dat enkel aan de zuidzijde van het plangebied, onder de antropogene ophooglagen uit de 20ste eeuw, mogelijk resten van de teen van de 18de eeuwse dijk aanwezig zijn (zie afbeelding 22). Het strekt dan ook tot aanbeveling om de nieuwe windturbine niet binnen de grenzen van de verwachte vindplaats te bouwen. Echter indien dit niet mogelijk is en de nieuwe windturbine, vanuit andere overwegingen, toch binnen de afgebakende zone dient te worden gebouwd, is gezien de aard van de vindplaats (teen van de 18de eeuwse dijk), de diepte van de vindplaats (circa 6,50 meter beneden maaiveld) en de aard van de verstoring (heipalen) de impact op de mogelijke vindplaats beperkt, en de mogelijkheden tot onderzoek minimaal. **Archeologisch vervolgonderzoek wordt dan ook niet noodzakelijk geacht.**

Het is ondanks dit advies echter niet uit te sluiten dat er desondanks toch archeologische vindplaatsen in de bodem verborgen zijn en dat deze in de uitvoeringsfase van de toekomstige graafwerkzaamheden aan het licht komen. Voor dergelijke vondsten bestaat een wettelijke meldingsplicht op grond van artikel 5.10 van de Erfgoedwet (2016). Om er voor te zorgen dat aan deze wettelijke plicht wordt voldaan bij het eventueel aantreffen van sporen en/of vondsten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden, wordt verzocht om navolgende tekst in het uitvoeringsbestek op te nemen:

Archeologie
Ondanks er bij het vooronderzoek geen behoudenswaardige archeologische waarden werden aangetroffen, is niettemin de kans aanwezig dat archeologische sporen en vondsten in de bodem aanwezig zijn en dat deze in de uitvoeringsfase van de graaf- en inrichtingswerkzaamheden aan het licht komen. Voor dergelijke vondsten bestaat een wettelijke meldingsplicht ex. artikel 5.10 van de Erfgoedwet (2016). Bij graafwerkzaamheden dient men dan ook attent te zijn op eventuele vondsten. Opdrachtgever verplicht de aannemers om attent te zijn op eventuele vondsten en/of sporen tijdens de werkzaamheden en verplicht hen archeologische vondsten onverwijld te melden bij de gemeente.

Administratieve Gegevens

Onderzoeksvorm	**Archeologisch Bureauonderzoek**
Projectnaam	**Kamperland Windpark Jacobahaven**

Locatie

Provincie	Zeeland			
Gemeente	Noord-Beveland			
Plaats	Kamperland			
Adres / Locatie	Jacobahaven			
Kadastrale Perceelsnummers	Gemeente Wissenkerke, Sectie A, nrs. 2.656 (deels) en 2.752 (deels)			
RD coördinaten	**NW**	36.850 / 402.370	**NO**	36.962 / 402.388
	ZW	36.809 / 402.224	**ZO**	36.997 / 402.273
Kaartblad	48E			
Oppervlakte plangebied	Circa 2 hectare			
Bestemmingsplan	Landelijk Gebied 2013: WA-4 (2.500 m², 0,40 m-mv)			
Planologische Aanleiding	MER-procedure			

Bekende waarden binnen plangebied

AMK status	Geen
Archis vondstlocaties	Geen
Zeeuws Archeologisch Archief	Geen aanvullende gegevens
Gemeentearchief	Gemaild op 24-07-17 – nog geen reactie ontvangen
Archeologische Werkgroep Nederland – afdeling Zeeland	Geen aanvullende gegevens
Heemkundige Kring de Bevelanden	Gemaild op 21-07-17 – geen reactie ontvangen

Opdrachtgever

Naam	E-Connection Project BV	
Contactpersoon	Dhr. T. Hirdes	
Adres	Postbus 101, 3980 CC Bunnik	
Contactgegevens	**T**	06 10541452
	E	ton.hirdes@e-connection.nl

Bevoegde Overheid

Naam	Gemeente Noord-Beveland
Contactpersoon	Mevr. I.M. van Hoorn – de Lange
Adres	Postbus 3, 4490 AA Wissenkerke
Contactgegevens	**T** 0113 377357
	E m.van.hoorn@noord-beveland.nl

Adviseur Bevoegde Overheid

Naam	Oosterschelderegio Archeologisch Samenwerkingsverband (OAS)
Contactpersoon	Dhr. K.-J.R. Kerckhaert
Adres	Postbus 49, 4330 AA Middelburg
Contactgegevens	**T** 0118 670613
	E kjr.kerckhaert@scez.nl

Beheer en plaats van documentatie

Naam	Zeeuws Archeologisch Depot (ZAD) Stichting Cultureel Erfgoed Zeeland (SCEZ)
Contactpersoon	Dhr. J.J.H. van den Berg
Adres	Looierssingel 2, 4331 LS Middelburg Postbus 49, 4330 AA Middelburg
Contactgegevens	**T** 0118 670618
	E jjh.vanden.berg@scez.nl depot@scez.nl
Digitaal	E-depot: dans-easy

Uitvoerder

Naam	Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed.
Contactpersoon	Dhr. J.E.M. Wattenberghe
Adres	Riemensstraat 9, 4543 BW Zaamslag
Contactgegevens	**T** 0115 851614
	E janwattenberghe@artefact-info.nl

Onderzoeksgegevens

Aanleiding	MER procedure
Uitvoeringsperiode	juli 2017
Archis onderzoeksmelding	4555346100
Nieuw aangetroffen vindplaats(en)	Niet van toepassing

1 Inleiding

1.1 Aanleiding, Doel en Opzet van het onderzoek

In opdracht van E-Connection Project BV heeft Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed in juli 2017 een Archeologisch Bureauonderzoek uitgevoerd binnen plangebied gelegen binnen Windpark Jacobahaven, aan de Jacobahaven te Kamperland (gemeente Noord-Beveland) (zie afbeeldingen 2 en 3). De aanleiding tot het onderzoek is het voornemen van de opdrachtgever om de windturbines van Windpark Jacobahaven te vervangen door een nieuwe, grotere windturbines. Twee van deze windturbines kunnen op dezelfde locatie dan de huidige turbines worden gebouwd. De windturbine, gelegen binnen het plangebied, dient op een andere locatie te worden gebouwd. Een exacte locatie voor de nieuwe turbine is nog niet bekend. Er is wel is een zoekgebied afgebakend waarbinnen deze nieuwe windturbine is gepland (= plangebied). Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van een MER procedure.

Het plangebied is gesitueerd binnen bestemmingsplan *Landelijk Gebied 2013*. De zuidzijde van het plangebied is gelegen in een gebied met dubbelbestemming waarde archeologie 4. Hiervoor geldt een verbod op het uitvoeren van (graaf)werkzaamheden die groter zijn dan 2.500 m² én dieper reiken dan 0,40 meter beneden maaiveld. Dergelijke werkzaamheden zijn wel vergunbaar mits een archeologisch onderzoeksrapport wordt voorgelegd waarin wordt aangetoond dat geen archeologische waarden aanwezig zijn, dat deze niet behoudenswaardig zijn of dat deze door de voorgenomen werkzaamheden niet onevenredig worden geschaad.

Afbeelding 1 Ligging van het plangebied in Nederland.

Het doel van het archeologisch bureauonderzoek is het verwerven van informatie, aan de hand van bestaande bronnen, over bekende of verwachte archeologische waarden, binnen een omschreven gebied, om daarmee te komen tot een specifieke archeologische verwachting. Op basis van de gegevens uit het bureauonderzoek wordt een waardering en een inhoudelijk advies gegeven waarop een verantwoorde beleidsbeslissing genomen kan worden ten aanzien van (eventueel) vervolgonderzoek. De gegevens van dit onderzoek worden gepresenteerd in de voorliggende rapportage.

Het Archeologisch Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek werden uitgevoerd conform de eisen gesteld in de KNA Versie 4.0 en de aanvullende richtlijnen van de Provincie Zeeland[1].

1 Aanvullende richtlijnen voor archeologisch onderzoek in de Provincie Zeeland: Hoofdstuk 1: Bureauonderzoek.

Afbeelding 2 Ligging van het plangebied op een uitsnede van de Topografische Kaart van Nederland. Bron: Esri.

1.2 Beleidskader

Rijk

Sinds 1 juli 2016 is de Erfgoedwet van kracht. Middels deze is het verdrag van Malta binnen de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd. Het Europese Verdrag van Valletta beoogt het cultureel erfgoed, dat zich in de bodem bevindt, beter te beschermen. Deze wet regelt de bescherming van archeologisch erfgoed in de bodem, de inpassing ervan in de ruimtelijke ontwikkeling en de financiering van archeologische onderzoeken. De belangrijkste veranderingen als gevolg van deze nieuwe wetgeving betreffen:

- het streven naar behoud en bescherming van archeologische waarden in de bodem;
- de archeologische monumentenzorg wordt een geïntegreerd onderdeel van het ruimtelijk ordeningsproces;
- de kosten van archeologische werkzaamheden komen in principe voor rekening van de initiatiefnemer van bodemverstorende activiteiten (principe van 'veroorzaker betaalt').

Daarnaast is er op landelijk niveau een Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA 2.0) opgesteld waarin thematisch de archeologische kennis van regio's en perioden is beschreven.

Provincie

Het beleid van de Provincie Zeeland ten aanzien van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) is vastgelegd in de CultuurNota 2017-2020. Daarnaast heeft de provincie in 2017 aanvullende richtlijnen opgesteld voor het uitvoeren van een bureauonderzoek, onderzoek op veen en onderzoek op dagzomend en dun afgedekt dekzand.

Kortgeleden is de evaluatie van de Provinciale Onderzoeksagenda Archeologie Zeeland (POAZ)[2] opgesteld. Naar aanleiding daarvan is ook de POAZ 2017-2020 opgesteld en gepubliceerd[3]. Daarin worden een aantal kennislacunes benoemd. Onderzoek naar deze thema's kan een bijdrage leveren om de genoemde kennislacunes in de onderzoeksagenda op te vullen. Deze kernthema's zijn:

1. Basale harde gegevens en diachrone datasets
2. Archeologisch onderzoek in diepere bodemontsluitingen
3. Uitwerking oud archeologisch onderzoek
4. Verdronken land en dorpen
5. Onderzoek naar infrastructuur
6. Verdedigingswerken in Zeeland
7. Boerderijen en rurale nederzettingen
8. Voedseleconomie van stad en platteland
9. Religieuze en rituele verschijningsvormen
10. Scheeps- en onderwaterarcheologie11. Publiekswerking van archeologisch onderzoek

Gemeente

Met de komst van de Wet op de Archeologische Monumentenzorg (Wamz) is de verantwoordelijkheid voor het cultureel erfgoed in grote mate verschoven van Rijk en provincie naar de gemeenten. Gemeenten worden verantwoordelijk gehouden voor de omgang met archeologische waarden binnen het gemeentelijk grondgebied. Daartoe dienen gemeenten een eigen archeologiebeleid te voeren.

Het onderhavig archeologisch onderzoek wordt uitgevoerd binnen het kader van het ruimtelijke ordeningsbeleid, de beleidsnota en de maatregelenkaart-in-lagen van de gemeente Noord-Beveland. Dit beleid werd door Vestigia BV opgesteld en is op 12 januari 2012 door de gemeenteraad vastgesteld. Het is sindsdien geldig als beleid. Dit beleid is inmiddels verankerd in de bestemmingsplannen. Het plangebied is binnen bestemmingsplan *Landelijk Gebied (2013)* gesitueerd, waarbij de zuidzijde van het plangebied is gelegen in een gebied met dubbelbestemming waarde archeologie 4.[4] Voor het overige deel van het plangebied geldt geen dubbelbestemming waarde archeologie. Binnen het gebied met dubbelbestemming waarde archeologie 4 dient archeologisch onderzoek te worden uitgevoerd bij ontgravingen met een oppervlakte van meer dan 2500 m² en dieper dan 40 cm beneden maaiveld.

[2] Dierendonck, 2017
[3] Provincie Zeeland, 2017
[4] http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/bestemmingsplannen?planidn

1.3 Plangebied: afbakening en (toekomstig) grondgebruik

Het plangebied is gelegen binnen Windpark Jacobahaven, aan de oostzijde van de N57, net ten zuiden van de Oosterschelde. Windpark Jacobahaven maakt onderdeel uit van het Zeeuwse concentratiegebied voor windenergie Oosterscheldekering. Voor dat concentratiegebied is in een brede samenwerking met overheden, Rijkswaterstaat en natuurorganisaties gekeken naar een verdere optimalisatie. Op Neeltje Jans en de Roggenplaat zal een aantal nieuwe windmolens geplaatst worden, bij de Jacobahaven wordt uitgegaan van opschaling: de huidige windturbines worden rond 2020 vervangen door nieuwe turbines met een groter vermogen.
Deze laatste zullen ook groter van omvang zijn (tiphoogte maximaal 150 meter, nu is dat 123 meter). Het effect daarvan is dat één van de molens niet meer binnen het vigerende bestemmingsplan past, omdat een bepaalde afstand tot weg en waterkering aangehouden moet worden. De andere 2 windturbines worden op de huidige plek herbouwd. [5]

Afbeelding 3 Ligging van het plangebied en de bestaande windturbine op een vergrote uitsnede van de Topografische Kaart. Bron ondergrond: Esri 2017.

De exacte locatie en het type voor de nieuwe windturbine is nog niet bekend. Momenteel wordt geschat dat voor een turbine van max. 150 meter een fundering van minimaal 315 m² tot maximaal 530 m² nodig zal zijn. Indien geheid wordt, dient rekening te worden gehouden met heipalen tot

[5] Informatie verkregen van de opdrachtgever.

maximaal 25 meter (naar verwachting eerder 15-20 meter). Er zal ook een kraanopstelplaats worden aangelegd (ongeveer 4500 m2), waarvoor hooguit de bovenlaag wordt geroerd.[6]

Momenteel is het plangebied in gebruik als grasland met struikgewas. Aan de zuidzijde van het plangebied is een windturbine aanwezig en een smalle geasfalteerde weg vanaf de Jacobaweg naar deze turbine.[7]

Afbeelding 4 Foto van de te vervangen windtubine.

[6] Informatie verkregen van de opdrachtgever.
[7] Plaatsbezoek: 26-10-2017.

2 Archeologisch Bureauonderzoek

2.1 Onderzoeksmethode

Voorliggend Archeologisch Bureauonderzoek werd uitgevoerd conform de eisen gesteld in de KNA Versie 3.3, de aanvullende richtlijnen van de Provincie Zeeland[8]. Om tot een specifieke archeologische verwachting te komen werden volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- bepalen van het onderzoekskader (aanleiding onderzoek en begrenzing onderzoeksgebied)
- het vaststellen van het huidige en historische gebruik van het onderzoeksgebied en naaste omgeving door het raadplegen van de beheerder/eigenaar van de grond en/of de opdrachtgever en de door hen overgedragen gegevens
- het vaststellen van de toekomstige inrichting van het onderzoeksgebied
- het bepalen van de landschappelijke (geologische en bodemkundige) kenmerken aan de hand van bestudering van de bodem-, geologische en geomorfologische kaarten en gegevens uit eerder verricht bodemonderzoek
- het bestuderen van oude kaarten
- het raadplegen van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)
- het raadplegen van relevante literatuur en luchtfoto's
- het inventariseren van gegevens uit het ARCHeologisch Informatie Systeem (ARCHIS) van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) te Amersfoort
- het raadplegen van de Archeologische Monumentenkaart (AMK) van Nederland
- het raadplegen van de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW)
- het raadplegen van de Cultuurhistorische Hoofdstructuur
- het raadplegen van het milieukundig onderzoek binnen het onderzoeksgebied
- het raadplegen van het Zeeuws Archeologisch Archief (ZAA)

Bij het tot stand komen van voorliggend onderzoeksrapport werd gebruikt gemaakt van de hieronder genoemde historische of oude kaarten. Enkel de kaarten waarop nieuwe, afwijkende of kenmerkende informatie met betrekking tot het onderzoeksgebied wordt weergegeven, zijn afgebeeld in het rapport.

- Kaart van Zeeland, Jacob van Deventer, 1546.
- Ostium Scaldis, Kaart van de Zeeuwse Delta uit het midden van de 16de eeuw, door C. Sgrooten, 1573.
- Zelandiae comitatus. Het nieuwe aanzien van westelijk Staats-Vlaanderen. N. Visscher, 1656.
- Kaart van Beveland en Wolphaartsdijk, J. Blaeu, 1664.
- Kaart van Zeeland door D.W.C. Hattinga 1753.
- Kadastrale Kaart (Minuutkaart), circa 1830.
- Topografische Militaire Kaart (Bonnebladen): ca. 1910.
- Topografische Kaart: 1950, 1960, 1970,1985, 1995.
- Luchtfoto's en satellietfoto´s 1959, 1971, 1989, 2003, 2005, 2007 t/m 2016.

8 Aanvullende richtlijnen voor archeologisch onderzoek in de Provincie Zeeland.

2.2 Aardkundige Waarden

2.2.1 Inleiding

In dit rapport is gekozen om zo veel mogelijk de nieuwe lithostratigrafische nomenclatuur te gebruiken en dus zo veel mogelijk de oudere Duinkerke-transgressies buiten beschouwing te laten. In onderstaande tabel wordt echter een overzicht gegeven waarin de oude nomenclatuur (van Rummelen 1960) 'vertaald' wordt naar de huidige (Mulder et al. 2003).

Tabel 1 Vertaling van de oude naar de nieuwe lithostratigrafische nomenclatuur. Bron: De Mulder 2003.

Oude nomenclatuur	Nieuwe nomenclatuur
Formatie van Twente	Laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel)
Basisveen	Basisveen Laagpakket
Afzettingen van Calais	Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)
Hollandveen	Hollandveen Laagpakket (Formatie van Nieuwkoop)
Afzettingen van Duinkerke	Laagpakket van Walcheren (Formatie van Naaldwijk)

2.2.2 Algemene Geologische Geschiedenis

Voor het verkrijgen van inzicht in de geologische opbouw van het plangebied en de directe omgeving daarvan is gebruik gemaakt van de Paleografische kaart van Nederland, Bodemkaart van Nederland (StiBoKa) en de Geomorfologische kaart van Nederland (StiBoKa/RGD). Een nadeel bij het gebruik is de relatieve grofschaligheid van deze kaarten. Deze informatie is niet bedoeld en ook niet bruikbaar voor een beoordeling op perceelniveau. Wel bieden de kaarten kaders voor een globale inschatting van de geologische en paleogeografische situatie.

Geologisch gezien bestaat de omgeving van het plangebied uit jonge mariene afzettingen op veen op oudere mariene afzettingen (Laagpakket van Walcheren op Hollandveen Laagpakket op Laagpakket van Wormer.[9] De geologische basis, die bepalend zal zijn voor het uitzicht van het huidige landschap, begint na het laatste glaciaal (Weichselien, Laat Paleolithicum, tot 9.700 v. Chr.). Onder invloed van de stijgende temperatuur en het smelten van ijskappen in het Boreaal (Mesolithicum, 7.220 – 8.640 v. Chr.) zal de zeespiegel stijgen en zal het pleistocene landschap langzaam vernatten (afbeelding 5). Hierdoor begint zich op lager gelegen delen van het landschap een laag basisveen te vormen.

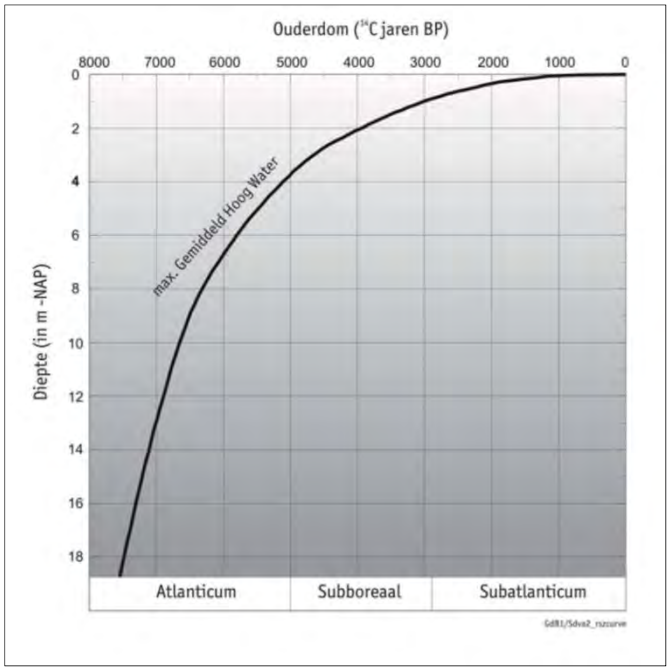
Dit fenomeen deed zich eerst in het noorden van Beveland, maar de veengrens verschoof door de constante stijging van het waterpeil geleidelijk op naar het zuiden. Bij Kamperland werd de basis van dit veen gedateerd op circa 6.500 v. Chr. Aan dit veenvormingsproces komt een einde in het Midden-Atlanticum (circa 6.000 v. Chr., Laat-Mesolithicum).[10] Door de sterke zeespiegelstijging en getijdenwerking liep het noordelijke deel van Zeeland geleidelijk onder water en ontstond een getijdengebied met platen, slikken en schorren. Grote delen van het pleistocene landschap werden door getijdengeulen uitgeschuurd. De afzettingen van het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk) werden in Noord-Beveland bij een open kust gevormd in het Midden en Laat Atlanticum

9 Vos & van Heeringen 1997.
10 Van Rummelen 1978b, 62-64.

(vanaf 5.500 v. Chr.). Deze afzettingen zijn overwegend zandig, maar kunnen, met name centraal op Noord-Beveland, ook bestaan uit kleiplaatgronden.[11]

Vanaf het Subboreaal stagneert de stijging van de zeespiegel in die mate dat de sedimentatie en de stijging elkaar in balans hielden. Er worden meer kleiige sedimenten afgezet. Deze klei is slap en bevat veel rietwortels. Deze wortels zijn een indicatie voor de veenvorming die begint plaats te vinden. Vanaf deze periode begon het getijdengebied geleidelijk te verlanden en plaatselijk begon er zich veen te vormen op de getijdenafzettingen, zodat er vanaf het Midden-Subboreaal (Midden- tot Laat-Neolithicum, 3.200 v. Chr.) een quasi gesloten kustbarrière van strandwallen ontstond met daarachter een groot veenlandschap bestaande uit een veenmoeras met kleine vennen en veenstroompjes.[12] Geologisch wordt het dit veen tot het Hollandveen Laagpakket van de Formatie van Nieuwkoop gerekend.

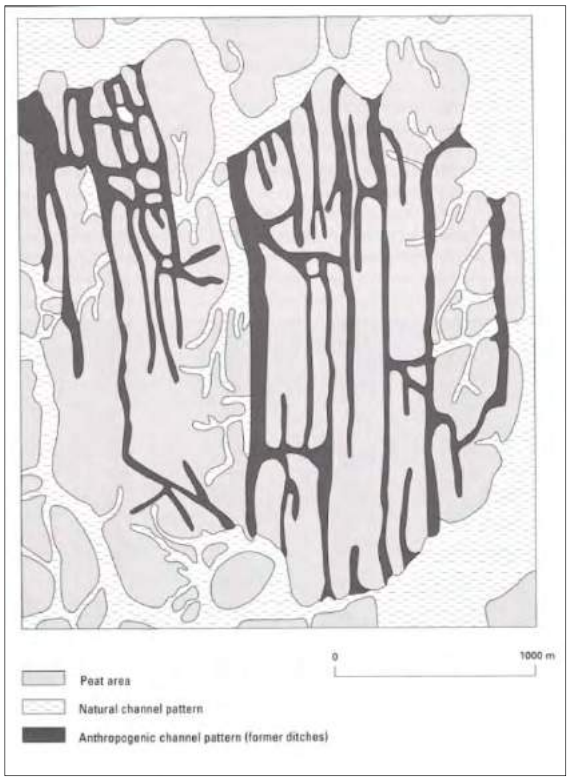
Het milieu veranderde in het Subboreaal van brak naar zoet en vervolgens van eutroof naar oligotroof en kon opgroeien tot ruim boven NAP.[13] Omstreeks 500 v. Chr. vindt een eerste afbraakfase van dit veengebied plaats. Tussen Vrouwenpolder en Oostkapelle, op Walcheren, werd de strandwal doorbroken en ontstond een sluftergebied met smalle geulen die zorgden voor een verbinding van het veengebied met de zee. Het Veerse gat, de inbraakgeul tussen Walcheren en Noord-Beveland, is in oorsprong wellicht ook toen ontstaan.[14] De aanwijzingen van bewoning tot in het Vroeg-Subatlanticum (IJzertijd, 250 v. Chr.) zijn vooral aangetroffen in het strandwallengebied. Pas vanaf het moment dat de mariene invloed volledig was afgenomen en delen van het hoog opgegroeide veen voldoende ontwaterd waren, werden delen van het veen bewoond. In de Vroeg-Romeinse tijd (in dit gebied ca. 50 n. Chr.), nam de bewoningsintensiteit in het gehele Zeeuwse kustgebied af. De bewoning verplaatst zich van het veengebied terug naar de strandwallen, het verlande sluftergebied en langs de oevers van de huidige Oosterschelde.[15]



Afbeelding 5 Curve van de Holocene zeespiegelstijging in het zuidwestelijke kustgebied van Nederland. Bron: De Boer 2008, naar Kiden 1995.

Tijdens de Midden Romeinse tijd (200 na Chr.) keerde de mens weer terug naar het Zeeuwse kustgebied. Grote delen van het veengebied werden ten behoeve van de grootschalige verbreiding van de bewoning ontwaterd. Dit deed men door het graven van afwateringsgreppels en het verbreden en kanaliseren van de reeds aanwezige veenstroompjes en watergangen (afbeelding 6).

11 Van Rummelen 1997b, 53.
12 Vos & van Heeringen 1997, 28.
13 Vos & van Heeringen 1997, 28.
14 Vos & van Heeringen 1997, paleogeografische kaart.
15 Van Strydonck & de Mulder 2000, 79.



Afbeelding 6 Patroon met natuurlijke en antropogene getijdengeulen op Walcheren. Bron: Vos & van Heeringen 1997, naar Brus et al 1986.

Doordat het ontwaterde veen ging inklinken kreeg de zee opnieuw vat op dit gebied. Vanaf het Midden-Subatlanticum (Laat-Romeinse tijd, 250 n. Chr.) kon de zee verder en breder het achterland instromen waardoor een nieuw getijdenlandschap ontstond. Dit resulteerde in de sedimentatie van dikke pakketten klei en zand. Daar waar getijdengeulen zich hebben ingesneden werden zandige pakketten afgezet en de hoger gelegen veengronden werden afgedekt met fijner sediment, hoofdzakelijk zware klei. De afzettingen van het Laagpakket van Walcheren (Formatie van Naaldwijk), die daarbij tot stand kwamen, liggen tot op heden in vrijwel heel Zeeland overal aan het oppervlak. Ook Noord-Beveland wordt grotendeels een waddengebied. Alleen rond Kamperland blijft tijdelijk een veeneiland bestaan, wat ook zal verdwijnen onder successieve wad- en kwelderafzettingen.[16]

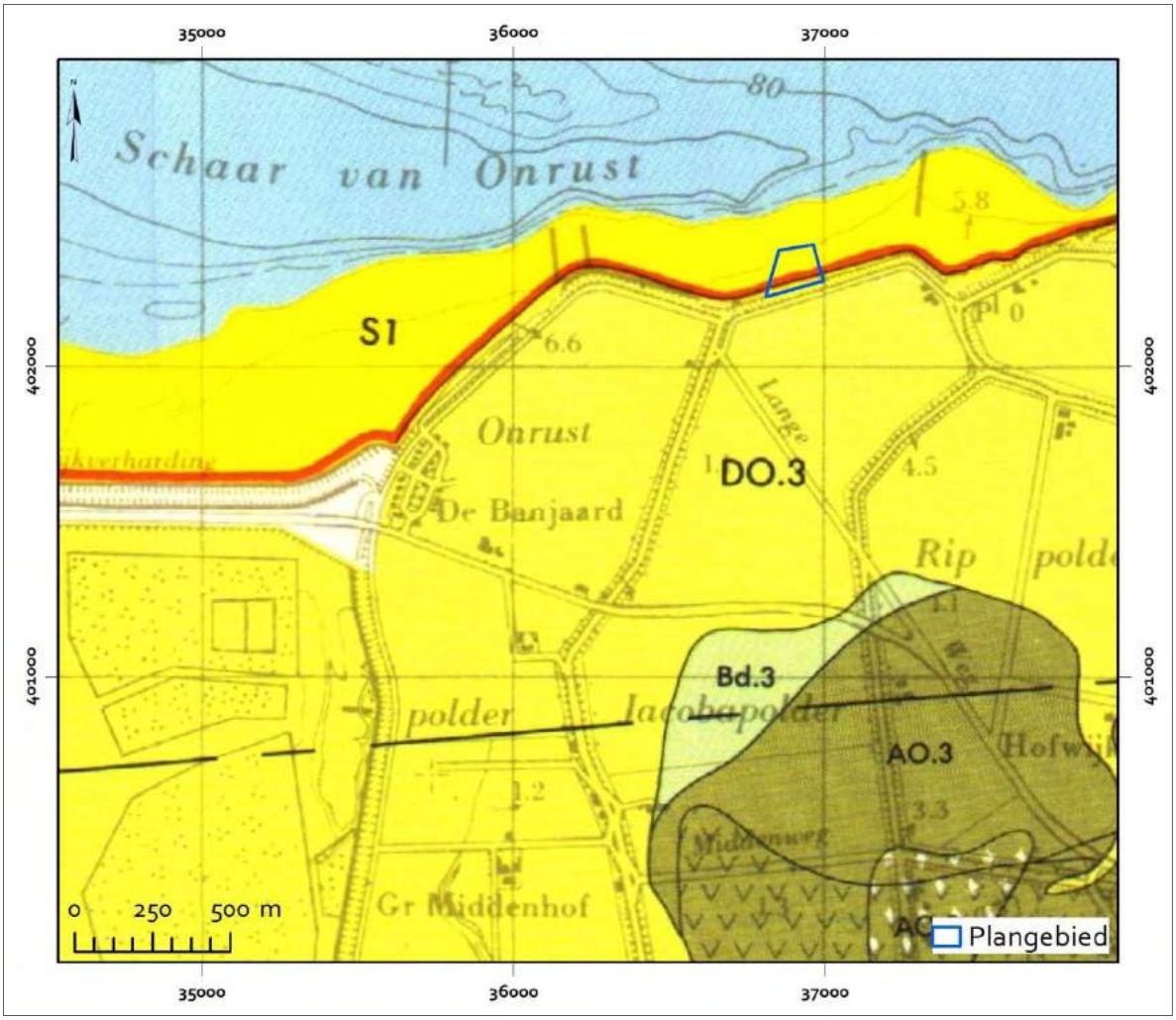
Vanaf de 8ste eeuw is de situatie in dit gebied weer gunstiger voor bewoning. Deze zal zich dan situeren op de hogere en drogere delen. In dit onbedijkte land waren dit de oeverwallen langs de kreken en, waar de kreken reeds volledig dichtgeslibd waren, de hoge inversieruggen. Ook het schorrengebied raakt stilaan voldoende opgeslibd waardoor het slechts tijdens stormvloeden weer onder water te staan. Dit maakte deze gebieden ook economisch interessant. Vanaf die periode vindt er dan ook een intensieve kolonisatie van het Zeeuwse getijdengebied plaats. Het economische zwaartepunt ligt hier op schapenteelt en wolproductie. Vanaf de 11de en 12de eeuw beginnen de bewoners zich met dijken tegen het water te beschermen. Daarnaast worden er ook nieuwe gebieden ingepolderd. In het nieuw gewonnen land wordt naast landbouw ook aan veenontginning gedaan. Het zoute veen werd hoofdzakelijk gebruikt bij de productie van zout. Het weggraven van het veen had een aanzienlijke verlaging en erosie van het oppervlak tot gevolg.[17] Deze erosie werd in de hand gewerkt door slecht onderhoud van dijken. Dit had tot gevolg dat dijkdoorbraken tijdens een stormvloed catastrofale gevolgen kon hebben waarbij veel land verloren ging.

De stormvloed op "Sint Felix quade saterdach" in 1530 werd fataal voor Noord-Beveland. Het eiland werd volledig overspoeld en verschillende dorpen en ook de stad Kortgene verdronken. Dit herhaalde zich tijdens een tweede zware stormvloed in 1532. Noord-Beveland werd voor een ruim een halve eeuw opnieuw een schorrengebied. Het is pas op het einde van de 16de eeuw dat men dit gebied opnieuw zal inpolderen.

16 Bos et al. 2011, 48.
17 Dekker 1971, 20.

2.2.3 Geologie, Landschap en Bodem

Voor het verkrijgen van inzicht in de geologische opbouw van het onderzoeksgebied en de directe omgeving daarvan kon gebruik worden gemaakt van de Geologische overzichtskaart (TNO 2010), de oudere Geologische Kaart van Nederland 1:50.000, Blad Beveland en Blad Walcheren (RGD 1971/1978), de Bodemkaart van Nederland (StiBoKa 1987) en de Geomorfologische kaart van Nederland (StiBoKa/RGD 1986). Een nadeel bij het gebruik is de relatieve grofschaligheid van deze kaarten. Deze informatie is niet bedoeld en ook niet bruikbaar voor een beoordeling op perceelsniveau. Wel bieden de kaarten kaders voor een globale inschatting van de geologische en de paleogeografische situatie.



Afbeelding 7 Projectie van het plangebied op een uitvergrote uitsnede van de Geologische Kaart van Nederland, Blad Walcheren. Bron: Van Rummelen 1971.

Op de Geologische overzichtskaart uit 2010 is het plangebied gelegen in een zone met de code Na6 (niet afgebeeld). Met deze code wordt een bodemopbouw aangeduid van mariene zand- en kleiafzettingen behorende tot het Laagpakket van Walcheren (Formatie van Naaldwijk).

Op de oudere Geologische kaart van Nederland (Van Rummelen 1971), die een meer gedetailleerd beeld schetst, is het plangebied gelegen op de grens van twee eenheden, namelijk aan de zuidzijde een gebied met code Do.3 en aan de noordzijde een gebied met code S1. Het betreft respectievelijk

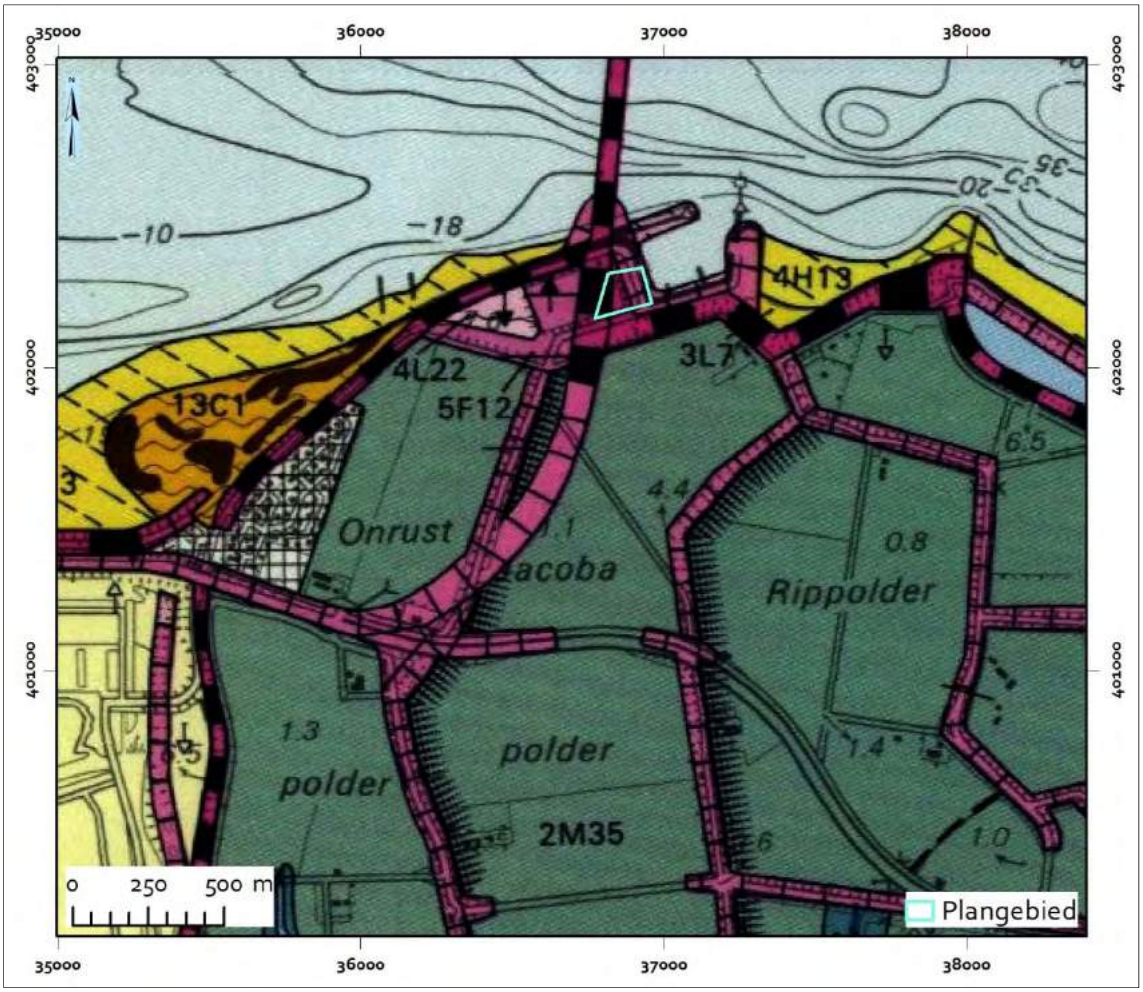
een zone waar de ondergrond gedomineerd wordt door Duinkerke III afzettingen (Laagpakket van Walcheren) en een zone bestaande uit Jonge Duin- en Strandzanden (Laagpakket van Schoorl). De grens tussen deze eenheden is op de kaart gemarkeerd met een roodoranje lijn.
In beide zones zijn de oorspronkelijk aanwezige oudere afzettingen behorende tot het Laagpakket van Wormer (mariene klei- en zandafzettingen) en het Hollandveen Laagpakket) door sterke mariene invloeden geheel weggeslagen. Gelet op de diepteligging van het pleistocene dekzand (Laagpakket van Wierden), zoals vermeld op de Bijkaart van de Geologische Kaart (blad Walcheren, RGD 1971), dieper dan 15 meter –NAP, zal de oorspronkelijke top van deze afzettingen eveneens geërodeerd zijn. Het is eveneens mogelijk dat door mariene erosie dit laagpakket geheel niet meer aanwezig is.

Op de Geomorfologische Kaart van Nederland ligt het onderzoeksgebied deels in een paars-zwarte zone en deels in een paars-geblokte zone (zie afbeelding 8). Het gaat hier achtereenvolgens om een dijk met hoogteverschil > 5 meter (paars-zwart geblokt) en een dijk of soortgelijk kunstwerk met hoogteverschil 1½ – 5 meter (paars-zwart).

Op de Bodemkaart van Nederland ligt het onderzoeksgebied in een niet gekarteerde zone (dijken). Op deze kaart is wel aangeduid dat het plangebied is gelegen in een zone dat is opgehoogd of opgespoten. Deze kaart biedt verder geen informatiewaarde voor dit gebied en is daarom niet afgebeeld. Ook de grondwaterstand is, gelet op de ligging op en onderaan het buitenste talud van de dijk, in dit onderzoek niet relevant.

Ten behoeve van dit onderzoek werden geologische boorgegevens uit het DINO-loket (TNO Geologische Dienst Nederland) geraadpleegd. Op Noord-Beveland zijn zeer veel boringen beschikbaar in het DINO-loket, die informatie verschaffen over de lokale en regionale bodemopbouw. Op basis van deze boringen is het mogelijk een ondergrondmodel samen te stellen voor een gekozen locatie waarbij boorgegevens worden geïnterpoleerd tot een voorspelling van de bodemopbouw op het gekozen punt. Tevens maakt het mogelijk om een bodemprofiel te genereren tussen twee gekozen punten, waarmee de bodemopbouw van een lokaal of regionaal gebied kan worden weergegeven. Uiteraard gaat het in beide gevallen om de verwachte bodemopbouw die af kan wijken van de werkelijke situatie vanwege onbekende lokale omstandigheden. De nauwkeurigheid van voorspelde bodemopbouw op puntlocaties en verticale gebiedsdoorsnedes is dus beperkt.

Volgens het ondergrondmodel bestaat de bodem ter plaatse van het onderzoeksgebied vanaf het maaiveld tot 6,50 meter beneden maaiveld (1,25 meter +NAP) uit antropogene afzettingen. Hieronder bevinden zich tot een diepte van 39,50 meter beneden maaiveld (31,75 meter –NAP) afzettingen van het Laagpakket van Walcheren (Duinkerke III afzettingen). De afzettingen het Hollandveen Laagpakket en het Laagpakket van Wormer zijn, in overeenstemming met de gegevens van de Geologische Kaart, niet meer aanwezig. Tevens is volgens het ondergrondmodel het pleistocene dekzand (Laagpakket van Wierden) hier geheel niet meer aanwezig. Onder de afzettingen van het Laagpakket van Walcheren liggen de pleistocene zand- en kleiafzettingen van de Formatie van Peize en de Formatie van Waalre.



Afbeelding 8 Projectie van het plangebied op een uitvergrote uitsnede van de Geomorfologische Kaart van Nederland. Bron: Brus & De Lange 1986.

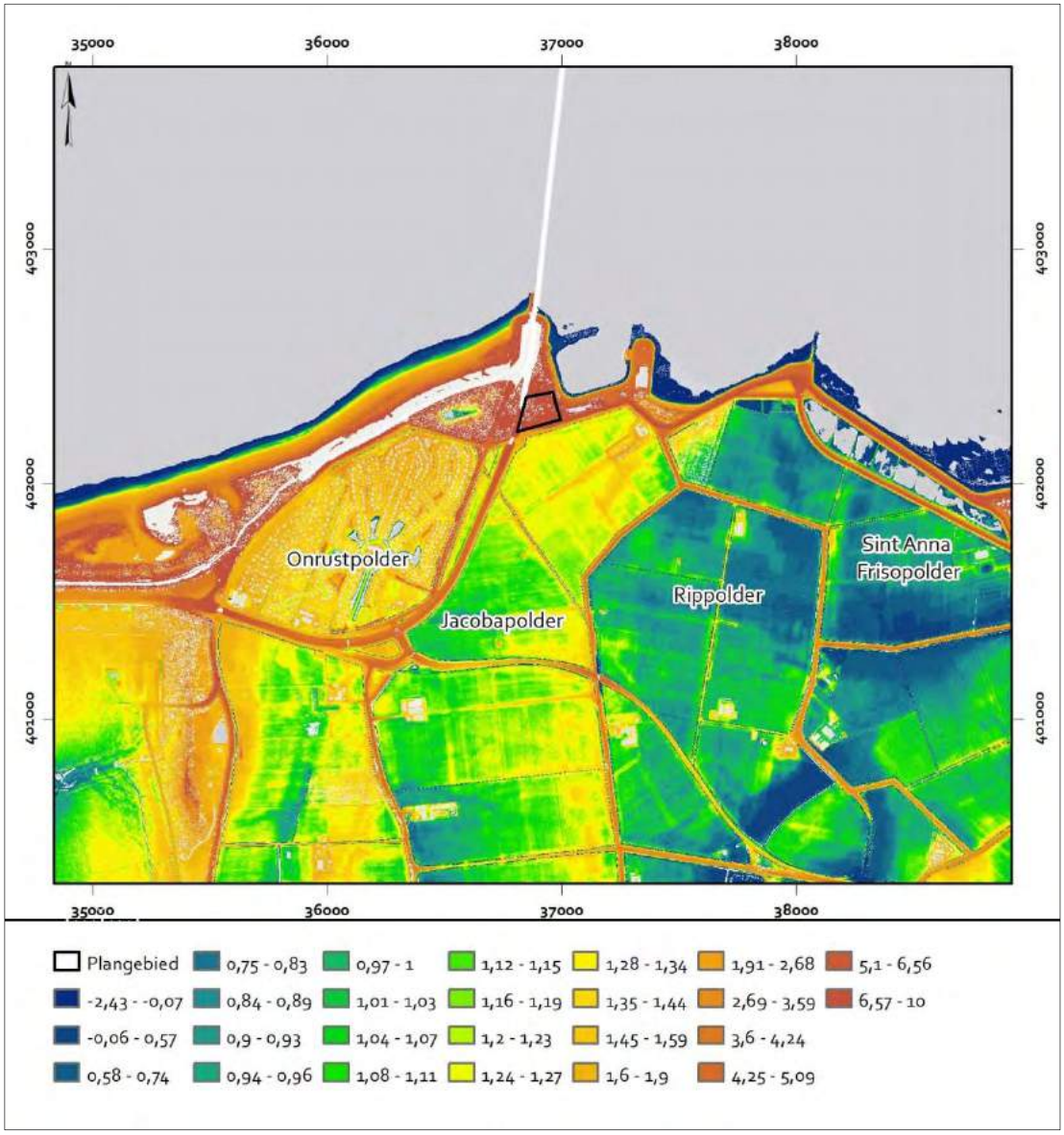
2.2.4 Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)

Tijdens het onderzoek is het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) geraadpleegd (zie afbeelding 9). Het Actueel Hoogtebestand Nederland vormt een belangrijke aanvullende informatiebron voor de landschapsanalyse. Dit met behulp van laser-altimetrie (LiDAR) verkregen digitale bestand toont een goed beeld van het huidige reliëf in het plangebied en de ruime omgeving. Kleine hoogteverschillen kunnen zo visueel in kaart worden gebracht, wat belangrijk kan zijn voor de lokalisering van verdwenen nederzettingspatronen. De lager gelegen gebieden hebben een blauwe en groene kleur, de hoger gelegen delen hebben een gele tot (oranje)rode kleur.

De weergave van Noord-Beveland als geheel op de hoogtekaart biedt een duidelijk beeld van de ontwikkeling van de verschillende polders. Het oudste deel, waar volgens de Geologische Kaart, oudere afzettingen aanwezig zijn onder de jongere Duinkerke IIIb sedimenten, betreft het midden en grootste deel van het voormalige eiland. Het maaiveld ligt hier lager dan in de jongere polders die zich aan de waterzijden van het huidige Noord-Beveland bevinden, en varieert tussen 1,00 en 0,40 meter +NAP. Rond Kamperland ligt het maaiveld plaatselijk echter hoger, tot maximaal 1,40 meter +NAP. Het AHN toont in dit deel van Noord-Beveland duidelijk de ligging van voormalige getijdengeulen binnen de Rippolder en Anna Friso polder. Deze zijn vaak later na de aanleg van de polders gekanaliseerd tot sloot of watergang. De gebieden buiten het oudere polderlandschap stonden langer

aan mariene invloeden bloot voor ze ingepolderd werden en konden daardoor hoger opslibben, waardoor het maaiveld hier hoger ligt: tussen 1,20 en 0,80 meter +NAP. Voorbeelden hiervan zijn de ten zuiden en zuidwesten gelegen Jacobapolder en Onrustpolder.

De hoogtekaart van de omgeving van het onderzoeksgebied toont de hoge ligging van de dijken ten opzichte van het achterland. Het plangebied is gelegen binnen een hoger gelegen gebied. Informatie verkregen van de geomorfologische kaart leert ons dat dit terrein is opgehoogd. Het maaiveld binnen het plangebied is gelegen op een hoogte van circa 7,80 meter +NAP. Het maaiveld gelegen in de polder direct ten zuiden van het plangebied is gelegen op een hoogte van 1,29 meter +NAP. Dit betekent dat het plangebied met circa 6,5 meter is opgehoogd. Dit stemt overeen met de informatie verkregen uit het DINO-loket.
De hoogtekaart toont geen aanwijzingen voor archeologische vindplaatsen binnen en in de directe omgeving van het plangebied. Ook zijn er geen aanwijzingen voor grote verstoringen van de bodem.



Afbeelding 9 Projectie van het plangebied op een uitsnede van het AHN. Bron: Het Waterschapshuys.

2.3 Bewoningsgeschiedenis

2.3.1 Algemene Bewoningsgeschiedenis van Zeeland

Ten behoeve van het opstellen van de archeologische verwachting wordt gebruik gemaakt van de relatie die bestaat tussen de situering van de archeologische vindplaatsen en het landschap, of zelfs specifieke landschapselementen. Deze relatie (locatiekeuzefactoren) verschilt per archeologische periode en per complextype. Omdat de locatiekeuze sterk gebonden is aan het landschap is Nederland in de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NoaA) verdeeld in zogenaamde Archeoregio's. Hierbij is het onderzoeksgebied ingedeeld bij het Zeeuws Zeekleigebied. Kennis van de bewoningsgeschiedenis van het dit gebied is derhalve onontbeerlijk om een goed verwachtingsmodel op te stellen en de locatiekeuzefactoren per periode te bepalen.

Paleolithicum (circa 300.000 – 8.800 v. Chr.)

In Zeeland zijn vondsten uit het Paleolithicum bijzonder schaars. De vroegste getuigen van menselijke aanwezigheid dateren uit het Midden-Paleolithicum (tot circa 35.000 v. Chr.) en bestaan uit enkele afslagen en werktuigen, waaronder vuistbijlen, uit vuursteen.

Deze relicten van Neanderthalers werden echter enkel in verspoelde (Cadzand), opgebaggerde (Ellewoutsdijk) of in losse context (Nieuw Namen) aangetroffen. Ook van de daarop volgend periode, het Laat-Paleolithicum (35.000 tot 8.800 v. Chr.), werden de meeste artefacten in secundaire context waargenomen: zo werden op het strand van Cadzand en op de akkers rond Nieuw Namen vuurstenen werktuigen gevonden. Een bijzondere exponent uit deze periode is de zogenaamde Lyngby-bijl, vervaardigd uit rendiergewei en opgebaggerd uit de Westerschelde nabij Ellewoutsdijk. De vuurstenen werktuigen die bij de bouw van een bejaardentehuis in Axel werden aangetroffen getuigen van de vroegste menselijke bewoning van Zeeland. De langgerekte Pleistocene dekzandruggen in het zuiden van Zeeuws-Vlaanderen nodigden blijkbaar uit tot het opslaan van kleine tijdelijke kampementen, getuige de spitsen, schrabbers, stekers en afslagen die werden verzameld. Bij het graven en boren van de tunnel onder de Westerschelde kwamen ook de nodige dierlijke resten naar boven uit dit tijdperk.

Mesolithicum (circa 8.800 – 4.900 v. Chr.)

Op het einde van de laatste IJstijd resulteerde een aangenamer klimaat in een veranderd landschap. In aanvang zal het huidige Noordzeebekken nog grotendeels droog hebben gelegen. Onder invloed van de klimaatsverandering veranderde en diversifieerde ook de dierenwereld.

Het wild bestond onder andere uit oerrunderen, wisenten en edelherten, maar ook kleinere soorten als everzwijnen, bevers, otters en vogels. De mens was voor zijn dagelijks eten niet meer aangewezen op enkele diersoorten maar kon kiezen uit een breed voedselaanbod dat behalve door de jacht ook verkregen werd door te vissen en het verzamelen van noten en vruchten. Dit had grote gevolgen voor het nederzettingspatroon van de mens, aangezien hij niet langer over grote afstanden hoefde rond te trekken om in zijn onderhoud te voorzien, want voedsel was alom aanwezig in een dergelijk landschap. Kenmerkend voor het Mesolithicum is dat men zich voor de jacht aan de nieuwe samenstelling van de meer kleinere wildsoorten ging aanpassen. Men ging allerlei kleinere en lichtere wapens gebruiken, zoals vuurstenen pijlen, benen vishaken en gevlochten visfuiken. De overvloed aan bepaalde voedselbronnen in een bepaald seizoen leidt tot meer seizoensgebonden kampementen. Mensen konden nu ook langer op één plaats blijven, maar de bewoning was nog niet permanent.

Waarschijnlijk trokken deze mesolithische gemeenschappen als nomaden rond, in een vast jaarcyclus van kamp naar kamp, binnen een eigen territorium.

Het aangenamer klimaat zal in Zeeland hebben geresulteerd in een toename van de menselijke aanwezigheid. Vindplaatsen uit het Mesolithicum zijn in Zeeland enkel bekend uit Zeeuws-Vlaanderen.

Naar alle waarschijnlijkheid zijn vindplaatsen uit het Mesolithicum ook in de rest van Zeeland aanwezig. Deze zijn echter bijzonder moeilijk op te sporen omdat ze zijn bedekt onder een metersdik pakket van klei en veen. Opgravingen in Aardenburg, Nieuw Namen en Axel documenteerden haardplaatsen met vuurstenen werktuigen. Afslagen en vuursteenknollen die aan elkaar konden gepast worden illustreren dat in deze tijdelijke jachtkampen ook specifieke activiteiten als vuursteenbewerking plaats vond.

Vuursteenvondsten werden verder nog aangetroffen in Koewacht, het Land van Saeftinghe, Sluiskil en Aardenburg. Ook werden in Hulst mogelijke crematieresten uit het Mesolithicum gedocumenteerd langsheen de Abdaalse weg. Archeologisch onderzoek elders in Nederland laat zien dat de vondstniveaus uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum verschillen. De materiële resten van de Federmesser-traditie worden aangetroffen onder, in en juist boven de Usselo-bodem (een vuilgrijze laag met kleine stukjes houtskool, die door de inwerking van planten ontstond gedurende een relatief warme periode, het Allerød interstadiaal, circa 9900-9100 v. Chr., tijdens de laatste ijstijd). De vroeg-mesolithische vondstniveaus bevinden zich in de top van het dekzand boven de Usselo-bodem.

Neolithicum (circa 5.300 – 2000 v. Chr.)

In het Neolithicum was bewoning slechts mogelijk op de strandwallen en de hogere delen van het getijdengebied dat Zeeland kenmerkte. Tijdens het Neolithicum veranderde de mens geleidelijk aan zijn manier van bestaan. Hij ging zich in steeds grotere mate voorzien in zijn voedselbehoefte door het houden van vee en het verbouwen van voedsel. De mensen gingen de natuur naar hun hand zetten en in plaats van rond te trekken, vestigde men zich op vaste locaties (boerderijen). Als gevolg van het toepassen van landbouw en veeteelt werd de mens gebonden aan een vaste plek in het landschap, in plaats van rond te trekken tussen tijdelijke kampementen. Neolithische sporen in Zeeland zijn echter schaars.

In Saeftinghe werden een aantal fragmenten aardewerk uit de Michelsbergcultuur gevonden. De eerste nederzettingssporen dateren echter pas rond 2500 v. Chr. en werden opgetekend op de strandwal van Haamstede (Brabers) op Schouwen-Duiveland.

Bronstijd (circa 2.000 – 800 v. Chr.)

Vondsten uit de Bronstijd zijn erg schaars in Zeeland. De langzaam doorgaande zeespiegelrijzing en het weinig toegankelijke landschap zal vermoedelijk weinig kans op permanente bewoning hebben geboden. Dat er mogelijk wel wat bewoning is geweest in Zeeland tijdens de Bronstijd zou kunnen afgeleid worden uit enkele losse vondsten zoals de opgebaggerde hielbijl voor de kust van Westkapelle en een paar metaalvondsten uit de oude duinen van Schouwen-Duiveland. In Westenschouwen zijn aanwijzingen voor bewoning in de Late Bronstijd. In de groeve van Nieuw-Namen werden enkele jaren geleden 2 potten uit de Bronstijd aangetroffen. Dit blijven echter zeldzame vondsten in Zeeland.

IJzertijd (circa 800 – 12 v. Chr.)

In de IJzertijd wordt Zeeland bedekt door een uitgestrekt veenlandschap. Toch wordt Zeeland tijdens deze periode vrij intensief bewoond, met name in de Late IJzertijd. Vindplaatsen zijn echter vooral bekend uit Walcheren, Tholen en Schouwen. In Grijpskerke werd een rituele kuil met meer dan 600 kilogram aardewerk aangetroffen.

De middelen van bestaan waren nu exclusief gericht op landbouw (onder andere werd in Zeeland het verbouwen van gerst, huttentut en rogge aangetoond) en veeteelt (onder andere runderen, schapen, geiten en varkens).

De nederzettingen bestonden uit slechts enkele boerderijen, die werden bewoond door enkele families, die volledig op de eigen gemeenschap waren gericht. Op de foto (afbeelding 10) is een boerderij te zien die werd opgegraven in kader van de aanleg van de N57 te Serooskerke. In Zeeuws-Vlaanderen zijn sporen uit deze tijd in de buurt van Axel bekend.

Afbeelding 10 Sporen van een boerderij uit de IJzertijd te Serooskerke, aangetroffen bij de aanleg van de N57 Bron: ADC ArcheoProjecten.

Romeinse Tijd (12 v. Chr. – 450 n. Chr.)

Rond 50 v. Chr. verschenen de Romeinen in de Lage Landen. Voor het eerst worden deze streken vermeld in historische bronnen als De bello gallico van Julius Caesar. In Nederland begint de Romeinse tijd in 12 v. Chr., toen alle stammen in Nederland, inclusief die ten noorden van de grote rivieren, door de Romeinse veldheer Drusus waren onderworpen. Vanaf het midden van de eerste eeuw werd de Rijn de noordgrens van het Romeinse rijk in West-Europa. Zeeland werd onderdeel van de provincie Gallia Belgica. Ook in de Romeinse Tijd was Zeeland een uitgestrekt veengebied.

De bewoning zal zich voornamelijk geconcentreerd hebben op de strandwallen en langs de oevers van de Schelde, die een belangrijke handels(vaar)weg vormde. Vele (recente) vondsten tonen echter dat ook het veengebied vrij intensief bewoond werd. Nederzettingen zijn bekend uit Haamstede, Colijnsplaat, Kats, Domburg, Aardenburg, Ellewoutsdijk en ook Zierikzee. Aardenburg maakte deel uit van de kustverdedigingslinie en werd voorzien van een klein fort, een zogeheten castellum (175-280 n. Chr.). De handel werd een belangrijke activiteit die voornamelijk via waterwegen geschiedde.

De belangrijkste producten die vanuit Romeins Zeeland werden geëxporteerd betroffen vissaus en zout. Op een aantal altaren gewijd aan de godin Nehalennia worden de namen vermeld van handelaren in deze producten. Bij Colijnsplaat en Domburg werden dan ook tempelcomplexen, gewijd aan deze godin, teruggevonden. In Domburg wordt duidelijk dat ook andere goden vereerd werden. Het was dan vermoedelijk ook een belangrijk regionaal bestuurscentrum met een vlootstation. Met de Romeinse Tijd zorgde een betere afwateringsinfrastructuur voor een grondige ontwatering van het veenlandschap. Dit had echter tevens een klink van het veen tot gevolg. De hierdoor ontstane maaiveldverlaging, samen met de gegraven afwateringsloten, lieten toe dat het stijgende zeewater steeds meer vat kreeg op het land (zie afbeelding 5).

De Middeleeuwen (450 n. Chr. – 1500 n. Chr.)

Onder invloed van de zee verdrinkt het Zeeuwse landschap geleidelijk. Dit proces begon omstreeks het derde kwart van de 3de eeuw. Het Zeeuwse gebied moet vanaf dat moment lange tijd ongeschikt geweest zijn voor bewoning. Bewoningscontinuïteit na de Romeinse Tijd werd in ieder geval nog niet aangetoond. Zeeland wordt geteisterd door stormvloeden die diepe getijdengeulen in het veenlandschap uitschuren, en van waaruit grote gebieden onder water komen te staan en dikke pakketten klei en zand worden afgezet. Pas na 700 lijkt de rust wat weer te keren en lijken vele van de geulen verland.

Afbeelding 11 Schets van een ringwalburg. De ring is perfect rond met binnenin de kruising van wegen met daarlangs houten huizen.

Door klink van het omliggende veenlandschap ontstaan in het landschap hoger gelegen kreekruggen die opnieuw bewoning in het gebied toelieten. Vanaf het einde van de 8ste eeuw vinden we dan ook weer bewoningssporen terug. Aanvankelijk zullen dit slechts schapenherders zijn geweest. Al snel werd het gebied vanuit Engeland en Vlaanderen gekerstend. Bronnen maken gewag dat Willibrordus in 695 Villam Walichrum, of het koningsdomein Walcheren, zou hebben bezocht. In de 9de eeuw wordt het hele kustgebied geteisterd door invallen van de Vikingen. Als verdediging tegen deze aanvallen worden eind 9de eeuw op verscheidene plaatsen de meest bekende exponenten van de Vroege Middeleeuwen in Zeeland opgericht: de ringwalburgen (zie afbeelding 11).

Deze grote ronde verdedigingswerken met aarden wal met palissade en gracht werden onder meer aangetoond in Domburg, Middelburg, Oostburg, Oost-Souburg en Burgh-Haamstede. Rond 1000 na Chr. zijn grote delen van Zeeland reeds bewoond. De hoger gelegen kreekruggen waren uitermate geschikt voor de aanleg van wegen en het stichten van nederzettingen. Onder impuls van lokale ambachtsheren werden kerken gesticht. Grote delen van Zeeland krijgen hun huidige aanzien in de Volle Middeleeuwen wanneer grootschalige bedijkingen aangelegd werden. Deze werden met name vanuit Vlaanderen, ondermeer door de sterke expansiedrang van de Vlaamse abdijen, mogelijk gemaakt. Deze ontwikkelingen zorgden voor een sterke uitbreiding van de bevolking en de eerste steden kwamen tot ontwikkeling.

Een belangrijke activiteit die in de Late Middeleeuwen voor sterke economische impuls zorgde, was het moerneren (veen als brandstof) en selneren, ten behoeve van zoutproductie. Belangrijke productie- en handelscentra waren Hulst, Axel, Biervliet, Middelburg en later ook Goes. Het ontginnen van de moeren resulteerde ook in het ontstaan van moerdorpen en moervaarten voor het transport van veen en zout. De grootschalige binnendijkse ontginningen resulteerden in een sterk verlaagd landschap. In combinatie met de hevige stormvloeden, kenmerkend voor de Late Middeleeuwen, konden diepe getijdegeulen zich in het landschap insnijden. Grote overstromingen ten gevolge van stormvloeden zetten grote gebieden eerder bedijkt land opnieuw onder water en dorpen 'verdronken'.

De Nieuwe tijd (1500 n. Chr. tot heden)

Door de bedijking kon tijdens stormvloeden het water zich niet verspreiden over het uitgestrekte schorrengebied. In plaats daarvan werd het water opgedreven tegen de dijken en kwam het maximale stormvloedniveau steeds hoger te liggen. Het achter de dijken liggende gebied daarentegen daalde

door de kunstmatige ontwatering en veenontginningen. Wanneer nu tijdens een extreme stormvloed de dijken braken doordat ze niet waren opgehoogd of slecht waren onderhouden (bv. door politieke onrust), waren de gevolgen catastrofaal. Ook later, tijdens de Tachtigjarige Oorlog, zijn kreken ontstaan door geplande inundaties. Het opgestuwde water stortte zich met grote kracht in de laaggelegen polders, hierbij grote geulen uitschurend. Deze inbraakgeulen waren in de overstroomde polders, waar het maaiveld beneden het toenmalige gemiddeld hoogwaterniveau was gezakt, niet te dichten.

De grote overstromingsramp van 1531 die het oostelijk deel van Zuid-Beveland trof, was van doorslaggevende betekenis voor de afwatering van de Schelde. Tot aan de overstroming was de Oosterschelde de hoofdgeul. Het wantij, de grens waar de vloedstromen vanuit de Oosterschelde en Westerschelde elkaar raakten, lag tot 1530 tussen het Verdronken Land van Saeftinge en Zuid-Beveland. Na de overstromingsramp kwam het wantij echter tussen Zuid-Beveland en de Brabantse Zoom te liggen. De wantijverlegging had tot gevolg dat de Oosterscheldegeul ter hoogte van het wantij ging verzanden door de sterk afgenomen getijdestroom. In de Westerschelde daarentegen namen de stroomsnelheden juist toe omdat de Westerschelde het debiet van de achterliggende Schelde rivier overnam. Het nieuwe wantijgebied tussen de Wester- en Oosterschelde slibde in de volgende eeuwen hoog op en werd ingedijkt. Aan de verbinding tussen de Wester- en Oosterschelde kwam definitief een einde toen in 1871 een spoordijk gereed kwam tussen Zuid-Beveland en de Brabantse Zoom.

Vóór de grote overstromingsramp van 1953 waren de Zeeuwse eilanden nog niet via waterstaatkundige werken verbonden met het vasteland. Reeds voor de Tweede Wereldoorlog was men zich bewust van het feit dat in Zuidwest-Nederland de kustverdediging tegen extreme hoge stormvloeden ontoereikend was. In 1937 waren er door Rijkswaterstaat plannen gemaakt ter verbetering van de kustbeveiliging in dit gebied. Volgens deze plannen zou een groot aantal dijken moeten worden verhoogd en enkele ingrijpende waterstaatkundige werken zouden moeten worden gerealiseerd. Vanwege de krappe overheidsfinanciën en het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog zijn de plannen niet uitgevoerd. Walcheren had onder de Tweede Wereldoorlog veel te lijden.

Om de Fransen te verjagen en zeeland te veroveren voerden de Duitsers op 17 mei 1940 zware bombardementen uit op Walcherse steden, waarbij de binnenstad van Middelburg en Vlissingen volledig in puin werd geschoten. Ook het einde van de oorlog eiste een zware tol. Ter voorbereiding van de landingsoperatie op de Walcherse kusten besloten de geallieerde troepen het land onder water te zetten. Begin oktober 1944 werden op meerdere plaatsen de dijken stukgeschoten. Voor Westkapelle op de kop van Walcheren was de schade het grootst. Het dorp werd in enkele uren tijd door slecht gecoördineerde bombardementen en het wassende zeewater grotendeels van de kaart geveegd. De huidige Westkapelsche Kreek is hiervan nog een stille getuige. Gedurende bijna twee jaar had de zee vrij spel tot in 1946 het laatste gat in de dijk gedicht kon worden.

Door het uitblijven van structurele werken bleef de onveilige situatie bestaan en kon de catastrofale overstromingsramp van 1953 plaatsvinden. Een zware noordwesterstorm, aangezwollen tot orkaankracht (windkracht 12) gepaard gaande met springtij, teisterde op 1 februari 1953 meer dan 20 uur onafgebroken de Nederlandse, Engelse en Belgische kust. Het zeewater, dat bij eb nauwelijks meer zakte, rees tot hoogten die sedert 1825 niet meer waren voorgekomen. In Vlissingen bereikte het zeewater een hoogte van 4,55 m +NAP. De dijken braken op 89 plaatsen en 137.000 ha land kwam onder water te staan. De ramp kostte in Nederland aan 1835 mensen het leven. Direct na de ramp, op 21 februari 1953, werd de Deltacommissie ingesteld, waarvan de adviezen uiteindelijk resulteerden in

het versneld uitvoeren van het Deltaplan, waarmee in 1958 werd begonnen. In het kader van het Deltaplan werden het Veerse Gat (1961), Haringvliet (1971) en Grevelingen (1976) afgesloten. Het gebied rond de Oosterschelde wordt nu beschermd door de stormvloedkering, een open dam (gereed in 1986) die gesloten wordt tijdens extreem hoge stormvloeden. De Westerschelde kon niet worden afgedamd vanwege de scheepvaartbelangen van Antwerpen. Rond deze zeearm zijn in het kader van het plan de dijken verzwaard. Met de voltooiing van het Deltaplan is de wapenspreuk van Zeeland recht gedaan: Luctor et Emergo.

2.3.2 Historische gegevens

Het beschrijven van de historische situatie dient meerdere doelen. Er wordt archeologisch inhoudelijk gekeken of eventueel sprake is van historische bebouwing, mogelijke (vaar)wegen en/of subrecent gebruik, waarbij vastgesteld moet worden of sprake is van verstoringen (bijvoorbeeld ontgrondingen, stortingen en verhardingen).

Bij het tot stand komen van voorliggend onderzoeksrapport werd gebruikt gemaakt van meerdere historische of oude kaarten. Enkel de kaarten waarop nieuwe, afwijkende of kenmerkende informatie met betrekking tot het plangebied wordt weergegeven, zijn afgebeeld in het rapport. Hierbij dient opgemerkt dat de projecties die gemaakt werden op de oude kaarten vrij betrouwbaar zijn voor alle kaarten daterend vanaf het midden van de 18de eeuw wanneer, dikwijls voor militaire doeleinden, topografische kaarten ontwikkeld werden met vrij grote schaalnauwkeurigheid. De projecties op de kaarten daterend vóór deze periode moeten dan ook als indicatief beschouwd worden.

Onderstaande tekst is een aangepaste versie van een eerder door Artefact opgesteld bureauonderzoek voor het plangebied Dijktraject Roompot Definitief (gemeente Noord-Beveland).[18] Dit onderzoeksrapport werd geschreven door G. Besuijen in 2015. Onderstaande paragrafen zijn bijgevolg grotendeels van zijn hand en enkel gewijzigd naar het specifieke plangebied of aangevuld met specifieke of aanvullende gegevens.

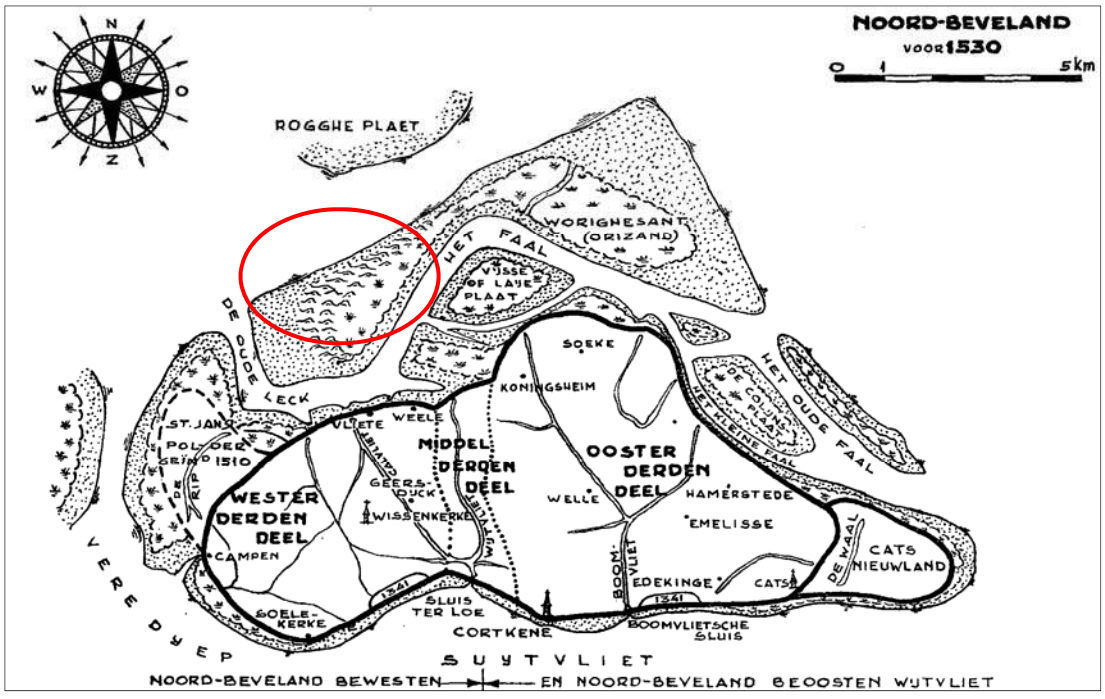
Van de paleogeografische reconstructiekaarten kaartbijlage 2-1 t/m 2-18 uit de Toelichting bij de beleidskaart van het Archeologiebeleid van de gemeente Noord-Beveland is af te leiden dat het huidige Kamperland tot circa 4500 BP gelegen is ter plaatse van voormalige zeegaten. Doordat de invloed van de zee op het gebied afneemt gaat zich vanaf die tijd een groot veenmoeras vormen, doorsneden door enkele geulen, restanten van de dichtgeslibde oude zeegaten. Door stijging van zeespiegel komt het gebied vanaf het midden van de 3de eeuw weer onder invloed van de zee te staan waardoor het veenlandschap verdrinkt. Over de hierna ontstane landschappelijke situatie is weinig informatie beschikbaar, maar het zal voornamelijk uit wadplaten en slikken hebben bestaan. Vanaf het midden van de 4de eeuw ontstaat een kwelder-/ schorrengebied. De hoog opgeslibte schorren worden vanaf de 10de eeuw bedijkt. Wanneer de eerste bedijkingen van Noord-Beveland precies hebben plaatsgevonden is niet bekend, maar wel is zeker dat omstreeks 1223 een deel van het eiland al ingepolderd moet zijn.[19]

De oudste vermelding van Noord-Beveland ("Nortbevelant") dateert uit 1233. Het bestond in feite uit twee eilanden. Er was het eiland Nortbevelant en het noordelijk ervan gelegen Orizand of

[18] Besuijen, 2015b.
[19] Wilderom 1961, 10.

Worighesant dat onbedijkt was. Daartussen lag de Oude Lek, het Faal met daarin de Vijsse- of Layeplaat en de Colinsplaat. Kortgene lag in het zuiden van Noord-Beveland aan de Zuidvliet.

Met de inundatie van het eiland in 1530 en later in 1532 werd een volledige nieuwe situatie gecreëerd. Het eiland raakte doorsneden door verschillende brede inbraakgeulen en verschillende dorpen verdronken. Volgens historische bronnen waren de dijken reeds verschillende jaren onvoldoende onderhouden.[20] Bovendien was het dijkbestuur versnipperd en in handen van mensen buiten het eiland. In de keizerlijke ordonnantie van 2 maart 1530 is getracht deze kromme situatie enigszins recht te trekken. Helaas kwam deze ordonnantie te laat. In het najaar van datzelfde jaar, op "Sint Felix quade saterdach" (5 november), bezwijken verschillende dijken in een stormvloed en gaat een groot deel van Noord-Beveland verloren in het water.[21] Een eerste moeizame herstellingsfase vanaf het voorjaar 1531 werd opnieuw ongedaan gemaakt tijdens een tweede stormvloed op 2 november 1532.[22] Door de rechtstreekse invloed van de zee verdwijnt de laatmiddeleeuwse situatie geleidelijk onder een dik pakket sediment. De nieuwe schorren worden vanaf 1598 dan ook opnieuw op grote schaal ingepolderd. Eerst ontstaan er grote polders op het oostelijke deel van het eiland Noord-Beveland, maar successievelijk verschuift de inpolderingsbeweging naar het westen. Tabel 2 toont de chronologie van de inpolderingen van Noord-Beveland in deze periode. De reden waarom er niet eerder is begonnen met de herinpoldering is wellicht te zoeken in de ongunstige klimatologische en politieke situatie in de tweede helft van de 16de eeuw.



Afbeelding 12 Reconstructietekening van de van het eiland Noord Beveland vóór 1530. De ruime omgeving van het plangebied is hier met een rode ellips aangeduid. Bron: Wilderom 1961.

De reconstructie van de landschappelijke situatie op Noord-Beveland vóór de inundatie van 1530 blijft een moeilijke opgave. Op basis van hoofdzakelijk bodemkundige gegevens de kaarten van Christiaan 's Grooten en Jacob van Deventer, beide omstreeks het midden van de 16de eeuw, is door Beekman en Hollestelle getracht een reconstructie te maken. Deze reconstructiekaart is door Wilderom

20 Wilderom 1961, 18.
21 Wilderom 1961, 18.
22 Wilderom 1961, 23.

overgenomen in zijn werk over Noord-Beveland (zie afbeelding 12). Op deze kaart is te zien dat het eiland is opgedeeld in drie districten. Verschillende dorpen, zoals Wissenkerke, Geersdijk en Campen, die verdronken in de stormvloeden werden later in herbouwd, zij het niet op dezelfde locatie. Zo ligt het oude Geersdijk noordelijker dan het huidige dorp en Wissenkerke een stuk noordwestelijk van Oud-Wissenkerke. De kaart van Wilderom toont de vermoedelijke ligging van de verdronken dorpen en laat zien dat Noord-Beveland in de laatmiddeleeuwse situatie wordt doorsneden door meerdere getijdengeulen. Het onderzoeksgebied moet op deze kaart noordwestelijk van het eiland in buitendijks gebied liggen.

De oudst bewaarde en betrouwbare kaarten met betrekking tot Noord-Beveland dateren uit de 16de eeuw. Op afbeelding 13, die een uitsnede van de Kaart met de Zeeuwse Delta door Christiaan Sgrooten uit 1573 toont, is duidelijk te zien dat Noord-Beveland geheel is zijn overstroomd of weggespoeld, als gevolg van de stormvloeden in 1530 en 1532.

Afbeelding 13 Uitsnede van de kaart van de Zeeuwse Delta door C. Sgrooten uit 1573, met daarop Noord-Beveland, gelegen tussen Zuid-Beveland en Schouwen.

Tabel 2 Overzicht inpolderingen polders Noord-Beveland. Bron: J. Kuyper, Gemeenteatlas, 1858-1870; Wilderom 1961.

Datum inpoldering	Naam Polder
1598	Oud- Noord-Bevelandpolder
1639-1641	Frederik Polder
1652	Wissenkerke Polder
1657	's Gravenhoekpolder
1658	Kamperlandpolder
1665	Ouweleckpolder
1667	Oud-Kortgene Polder
1668	Geersdijkpolder
1668	Katspolder
1670	Al te Kleinpolder (verloren gegaan in 1943)
1671	Nieuw 's Gravenhoekpolder
1669	Kampensnieuwlandpolder
1684	Stadspolder
1686	Westpolder
1686	Oostpolder
1686	Vlietepolder
1697	Torenpolder
1700	Heer Janszpolder
1713	Rippolder
1718	Adriaan Polder
1719	Mariapolder
1727	(Jonkvrouw) Anna Polder
1747	Anna Frisopolder
1748	Willem Adriaan Polder
1769	Jacobapolder
1770	Willempolder
1775	Sophiapolder
1817	Soelekerkepolder
1846	Onrustpoler
1853	Leendert Abrahampolder (verloren in 1879)
1855	Spieringpolder

Afbeelding 14 Uitsnede van de kaart van J. Blaeu van de Bevelanden en Wolphaartsdijk uit 1664, met een indicatieve ligging van het plangebied (rode polygoon). Bron:www.geheugenvannederland.nl.

De kaart van Visscher-Roman van Zeeland, van omstreeks 1650, is de belangrijkste regionale overzichtskaart uit deze periode.[23] Andere 17de-eeuwse cartografen, zoals Joan W. Blaeu, hebben zich voor deze regio vaak gebaseerd op deze kaart. Hieronder is de kaart van Blaeu beschreven, omdat deze zich op grote schaal duidelijker laat afbeelden. Voor het onderzoeksgebied en omgeving komt het kaartbeeld van de kaart van Blaeu vrijwel overeen met die van Visscher-Roman.

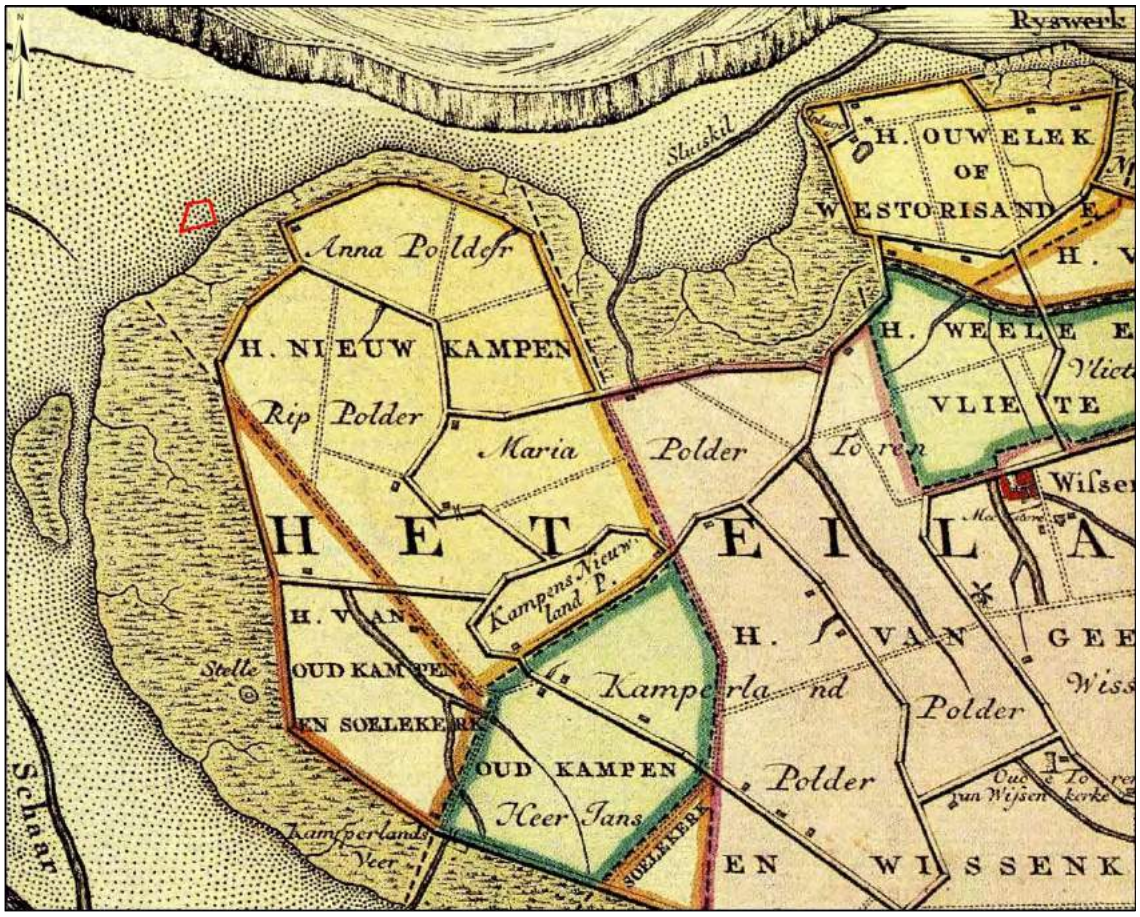
Op de kaart van Blaeu van de Bevelanden en Wolphaartsdijk uit 1664 (zie afbeelding 14) is te zien dat het westelijke deel van het eiland Noord-Beveland dan nog steeds niet opnieuw is ingepolderd. Even westelijk van het opnieuw gestichte Nieuw-Wissenkerke (het huidige Wissenkerke) is dan nog een diepe getijdengeul aanwezig (de Kampense Kreke) die de nieuwe polders scheidt met het westelijk gelegen Ambacht van Kampen, dat gelegen is ter hoogte van het huidige Kamperland. Op het oostelijke deel van het Noord-Beveland is de grote Oud-Noord-Bevelandpolder ingedijkt. Deze polder heeft een heel rechtlijnige indeling gekregen. Diverse voormalige getijdengeulen zijn in deze periode nog als kreken in de nieuwe polders aanwezig.

Een directe projectie van het onderzoeksgebied op de kaarten van Blaeu is gezien de buitendijkse ligging en daarmee het ontbreken van topografische referenties niet mogelijk. Afbeelding 14 geeft zodoende een indicatie van de ligging van het plangebied. Het plangebied ligt daarmee in de 17de eeuw ten noordwesten van het toenmalige eiland. De plaats is dan aangeduid als "Het Fael", een

23 Speculum Zelandiae, Nicolaas Visscher & Zacharias Roman.

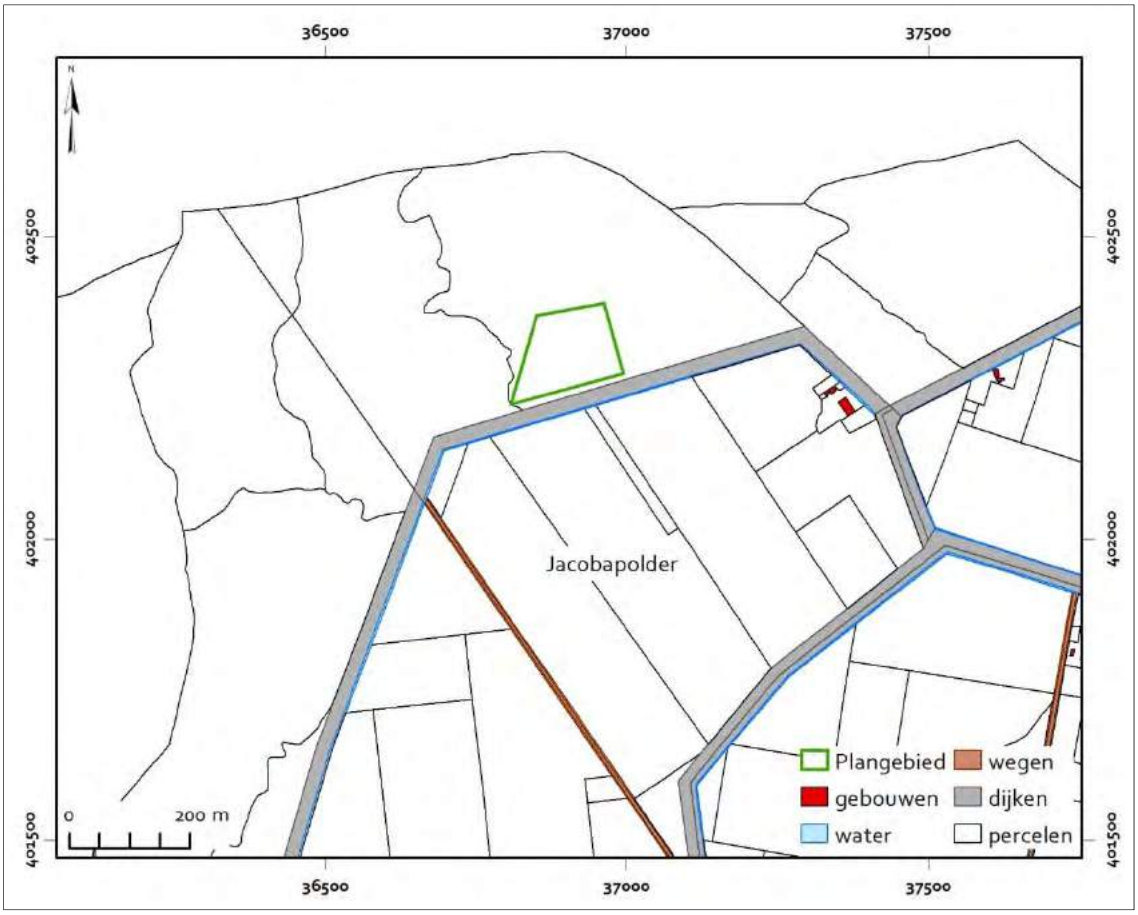
diepe geul die Noord-Beveland scheidt van het dan nog bestaande eiland Orisant dat in de Oosterschelde is gelegen.

In de 18de eeuw verandert het kaartbeeld van het westelijk deel van Noord-Beveland drastisch. Het onderzoeksgebied is geprojecteerd op de Kaart der Eilanden Noord-Beveland, Wolphaartsdijk en Oost-Beveland van D.W.C. Hattinga en A. Hattinga uit 1753 (zie afbeelding 15). Deze kaart toont het Ambacht van Kampen, dat dan bestaat uit de Kamperlandpolder, in groen. Met de aanleg van de Torenpolder (ook: Thoornpolder) tussen Kamperland en Wissenkerke in 1697, werd het Ambacht van Kampen aan de rest van Noord-Beveland vastgemaakt. Ten westen en ten noorden hiervan zijn ten opzichte van de 17de-eeuwse kaarten, nieuwe polders afgebeeld: de Heer Janszpolder, de Kampens Nieuwland Polder, de Maria Polder, de Rip Polder en de Anna (Friso) Polder. Alle zijn in de periode tussen 1669 en 1727 aangelegd (zie tabel 2). Het plangebied ligt nog steeds in buitendijks gebied, net buiten het slikken en schorrengebied.



Afbeelding 15 Projectie van het plangebied (rode polygoon) op een uitsnede van de kaart van Hattinga (1753) met daarop het westelijk deel van Noord-Beveland. Bron: Geoloket Provincie Zeeland/CHS.

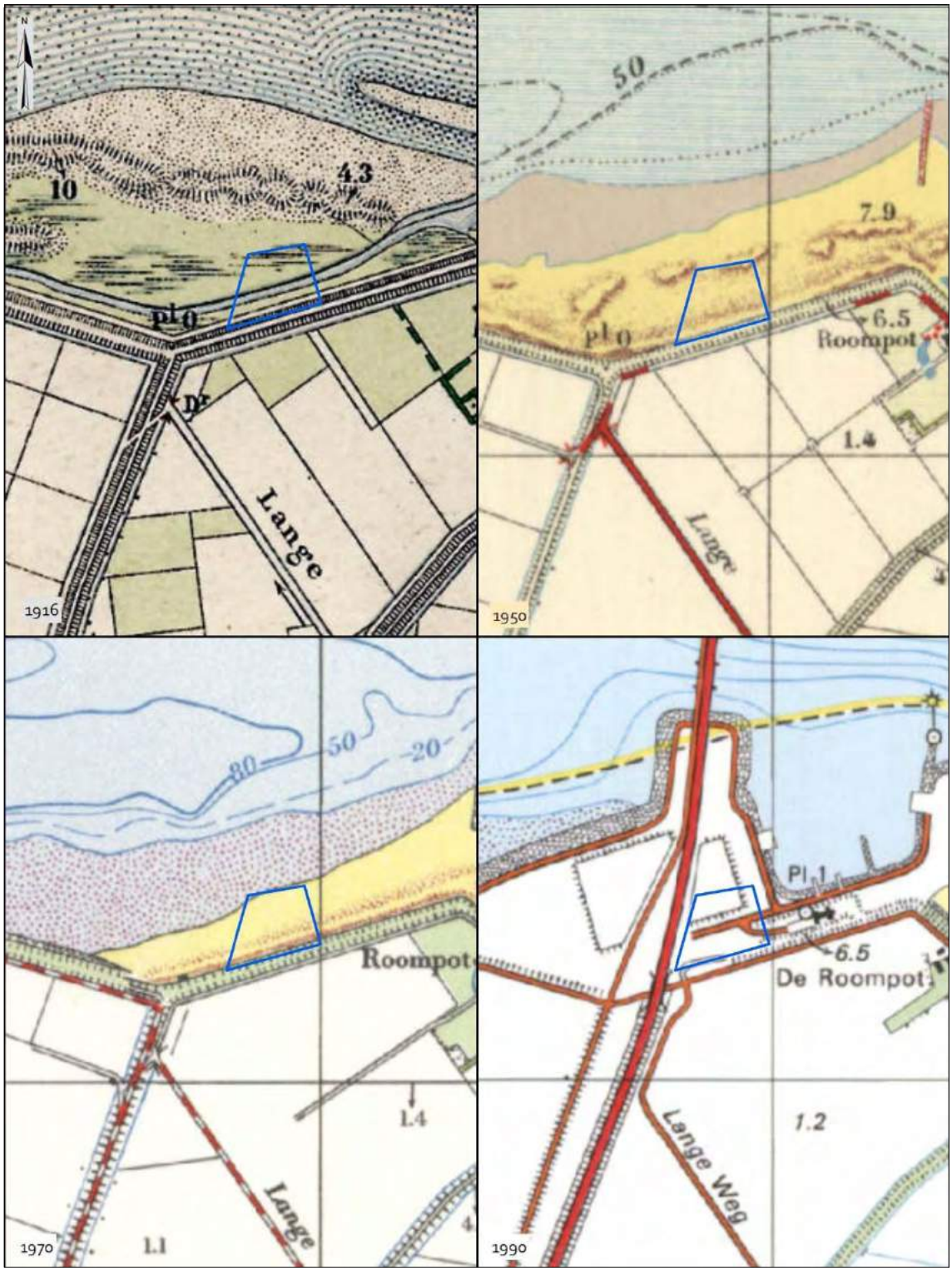
De eerste echt nauwkeurige kaarten worden gemaakt in de eerste helft van de 19de eeuw. Dit zijn de Kadastrale Minuutplans uit de periode tussen 1811 en 1832. Deze kaarten hadden tot doel grondbelasting te kunnen heffen op grondbezit en gebouwen. Het zijn ook de eerste kaarten die nauwkeurig zijn tot op perceelsniveau. Afbeelding 16 geeft het Minuutplan ter hoogte van het plangebied weer.



Afbeelding 16 Projectie van het plangebied op de gedigitaliseerde Kadastrale Minuut (1811-1832). Bron: Geoloket Provincie Zeeland/CHS.

Op dit Minuutplan is te zien dat het plangebied nog steeds buitendijks is gelegen, maar deze keer in slikken- en schorrengebied. Het terrein net ten zuiden van het plangebied is rond 1769 ingepolderd (Jacobapolder).

De Topografische Militaire Kaart uit de periode 1830-1850 toont een ongewijzigd beeld van het onderzoeksgebied en omgeving ten opzichte van de Kadastrale Minuut en is hier zodoende niet afgebeeld. Op de Topografische Militaire Kaart uit 1916 zou een west-oost georiënteerde geul dwars doorheen het plangebied aanwezig zijn (zie afbeelding 17). Deze geul verdwijnt tussen 1916 en 1950, waarschijnlijk als gevolg van verzanding. Volgens de projectie van het plangebied op de Topografische (Militaire) Kaarten uit 1916, 1950 en 1970 zou binnen het zuidelijke deel van het plangebied de teen van de dijk gesitueerd zijn. Rond 1990 wordt het terrein ingedijkt en opgehoogd tot 6,50 meter +NAP. Ten westen van het plangebied is de huidige N57 aangelegd. Binnen en ten oosten van het plangebied zijn wegen aanwezig. De situatie blijft vanaf 1990 ongewijzigd tot op heden.



Afbeelding 17 Projectie van het onderzoeksgebied op de Topografische (Militaire) Kaarten uit 1916, 1950, 1970 en 1990. Bron: Esri.

2.3.3 Archeologische Gegevens

In deze paragraaf worden de bekende archeologische gegevens weergegeven die zich binnen een straal van 1 kilometer rond het plangebied bevinden. Alleen de archeologische vindplaatsen die relevante informatie met betrekking tot het opstellen van een specifiek archeologisch verwachtingsmodel opleveren, worden hier nader besproken. Deze gegevens werden ontleend aan Archis, het ZAA, de gemeentelijke verwachtingskaart en literatuur.

Archeologische Monumentenkaart (AMK)

De AMK is een dynamisch digitaal bestand van alle bekende behoudenswaardige archeologische terreinen in Nederland dat door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed in samenwerking met de Provincie Zeeland is opgesteld. Op de kaart staan terreinen met archeologische status aangegeven. Statustoekenning vindt plaats nadat het terrein is getoetst aan een aantal door de RCE gehanteerde criteria: kwaliteit, zeldzaamheid en contextwaarde. De AMK is opgenomen in de Cultuurhistorische Hoofdstructuur.

Binnen het plangebied bevinden zich geen bekende archeologische waarden. Ook in de wijde omgeving zijn op de AMK geen terreinen van archeologische waarde weergegeven.

Afbeelding 18 Onderzoeksmeldingen en vondstlocaties (waarnemingen/vondstmeldingen) in de omgeving van het plangebied (Archis3). AMK-terreinen zijn binnen dit gebied niet aanwezig. Bron ondergrond: Kadaster/Esri 2017.

Onderzoeken en vondstlocaties

Grenzend aan de westzijde van het plangebied is door een archeologisch bureauonderzoek (Artefact, 2014) uitgevoerd (Archis nr. 2462313100). Dit bureauonderzoek is uitgevoerd in het kader van de aanleg van een stroomkabeltracé tussen Goes en Neeltje Jans. Ter hoogte van het plangebied werd geen vervolgonderzoek aanbevolen voor de geplande werkzaamheden.[24]

Ten oosten van het plangebied zijn twee onderzoeken uitgevoerd. Het eerste en oudste onderzoek omvat een geofysisch onderzoek (Periplus Archeomare, 2013) in de waterbodem uitgevoerd t.b.v. de versterking van de vooroeververdediging door Rijkswaterstaat (Archis nr. 2425045100). Bij dit onderzoek, uitgevoerd d.m.v. sonar- en multibeamopnamen werden geen fenomenen waargenomen waaraan een archeologische verwachting kon worden toegekend. Er werd zodoende geen vervolgonderzoek geadviseerd.[25]
Het tweede onderzoek betreft een archeologisch bureauonderzoek (Artefact, 2015) uitgevoerd in het kader van het Projectplan Roompot waarbij dijkversterkingen werden gepland. Op basis van het bureauonderzoek werd de kans echter klein geacht op het aantreffen van archeologische vindplaatsen. Hierdoor werd archeologisch vervolgonderzoek in het kader van de geplande graafwerkzaamheden niet noodzakelijk geacht.[26]

Binnen het onderzoeksgebied zijn geen vondstmeldingen of waarnemingen bekend. In de omgeving liggen enkele waarnemingen:

- 1052076 en 1055408: Beide waarnemingen worden in verband gebracht met het verdronken Westkerke uit de Late Middeleeuwen. Nummer 1052076 betreft een literatuurverwijzing. Archeologische vondsten zijn hier niet bekend. Nummer 1055408 circa 850 ten zuidoosten van waarneming 1052076, heeft eveneens betrekking op de mogelijke locatie van Westkerke. Hier zijn in 1982 resten van fundamenten gevonden (particuliere vondst). Onduidelijk is echter of het daadwerkelijk resten van Westkerke betreft.
- 1055406: Het betreft eveneens een literatuurvermelding van een voormalige hollestelle of dobbe (een veedrinkplaats) uit de 18de eeuw. Deze verdwenen hollestelle lag ongeveer 40 meter ten westen van de Baas Huisweg.
- 1095108: op het strand bij de Banjaard is een fossiel fragment van een hoornpit aangetroffen. De datering hiervan is niet duidelijk.
- 1096655: op het strand bij de Banjaard is een Romeinse bronzen scharnierfibula aangetroffen (datering circa 70 – 150 n.C.).
- 1115774: funderingen en bakstenen waterput uit de Nieuwe Tijd aangetroffen.

Op de cultuurhistorische hoofdstructuur van de provincie Zeeland (CHS) wordt naast de archeologische monumenten ook informatie verstrekt over bekende landschappelijke, monumentale en cultuurhistorische waardevolle objecten en hun locatie in Zeeland. In het plangebied worden in de CHS geen cultuurhistorisch waardevolle objecten weergegeven.

In het Zeeuws Archeologisch Archief (ZAA) zijn geen aanvullende gegevens betreffende archeologische waarden in de directe omgeving van het onderzoeksgebied beschikbaar.[27]

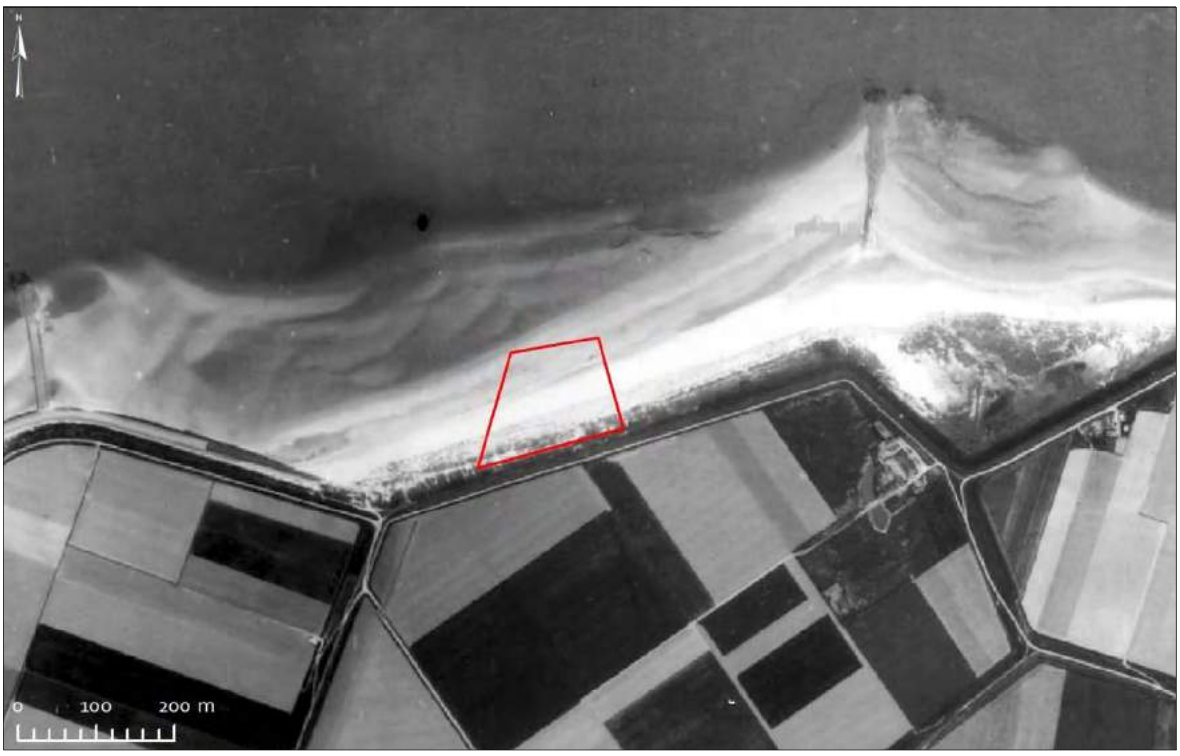
[24] Besuijen, 2015a, 63-67.
[25] Van den Brenk, Muis & Lil 2013.
[26] Besuijen, 2015b, 5.
[27] Informatie verstrekt door dhr. drs. J. Jongepier (SCEZ), e-mailcorrespondentie d.d. 24-07-2017.

2.3.4 Recent gebruik: verstoringen en luchtfoto's

Op basis van het historisch verhaal lag het plangebied tot in 1990 buitendijks. Tussen 1970 en 1990 wordt het terrein ingedijkt en opgehoogd. Deze veranderingen zijn ook zichtbaar op de luchtfoto's. Op de luchtfoto uit 1959 maakt het plangebied nog deel uit van het slikken- en schorrengebied. Ook op deze luchtfoto is te zien dat de zuidelijke grens van het plangebied grenst aan de teen van de dijk rondom de Jacobapolder. Op de luchtfoto uit 1970 is te zien dat het terrein is ingedijkt en opgehoogd. Op de luchtfoto uit 2003 is te zien dat het terrein volledig is ingericht. Aan de zuidzijde is de windturbine aanwezig met een asfaltweg. Langs de zuidzijde en aan de oostzijde van het plangebied is de weg "Jacobahaven" aangelegd.

In het bodemloket zijn geen gegevens aanwezig over de aanwezigheid van vervuilde grond en/of uitgevoerde saneringen.

Het bestuderen van de lucht- en satellietfoto´s leverde geen aanwijzingen op voor de aanwezigheid van eventuele archeologische vindplaatsen en in het plangebied. Met uitzondering van de graafwerkzaamheden voor de aanleg van de huidige windturbine, zijn geen aanwijzingen binnen het plangebied aanwezig van grote bodemingrepen.



Afbeelding 19 Ligging van het plangebied (rode polygoon) op een luchtfoto uit 1959. Bron: Geoloket Provincie Zeeland.

Afbeelding 20 Ligging van het plangebied (rode polygoon) op een luchtfoto uit 1970. Bron: Geoloket Provincie Zeeland.

Afbeelding 21 Ligging van het plangebied (rode polygoon) op een luchtfoto uit 2003. Bron: Geoloket Provincie Zeeland.

2.4 Archeologisch Verwachtingsmodel

Op basis van de in eerdere paragrafen beschreven informatie over de huidige situatie, de aardwetenschappelijke, de historische situatie en bekende archeologische waarden kan een specifieke archeologische verwachting worden opgesteld. Hierbij werd per geologisch niveau (met dieptematen) aangegeven uit welke perioden archeologische waarden aangetroffen kunnen worden. Indien mogelijk wordt hierbij informatie verstrekt over het complextype en worden nadere kenmerken van de vindplaats beschreven. Een meer specifieke datering wordt indien bekend ook aangegeven. Daarna kan de verwachting worden bijgesteld door gegevens die uit het verstoringsonderzoek naar voren zijn gekomen of wordt de verwachting genuanceerd door de stand van het onderzoek.

Uit bestudering van de beschikbare geologische informatie is gebleken dat binnen het onderzoeksgebied geen afzettingen behorende tot het Laagpakket van Wormer en het Hollandveen Laagpakket meer voor kunnen komen, als gevolg van mariene erosie. Ook de top van het pleistocene dekzand (Laagpakket van Wierden) is, gezien de diepteligging van deze afzettingen, niet meer intact aanwezig. Daarmee vervalt de archeologische verwachting op het aantreffen van vindplaatsen uit de vroege prehistorie tot en met de Romeinse Tijd. In de Vroege en Late Middeleeuwen lag het onderzoeksgebied in buitendijks gebied, zo blijkt uit het beschikbare aardwetenschappelijk en historisch kaartmateriaal. De binnen het onderzoeksgebied aanwezige sedimenten (Duinkerke III afzettingen) dateren van na deze periode en kunnen zodoende geen vindplaatsen uit de Vroege of Late Middeleeuwen bevatten, waarmee ook voor deze periode de verwachting vervalt. De Duinkerke II afzettingen waarop elders op Noord-Beveland middeleeuwse vindplaatsen zijn aangetroffen, zijn binnen het onderzoeksgebied niet meer aanwezig als gevolg van mariene invloeden. Daarmee geldt alleen voor de Nieuwe Tijd een verwachting binnen het onderzoeksgebied.

Laagpakket van Walcheren (Afzettingen van Duinkerke III) – Laagpakket van Schoorl (Jonge Duin- en Strandzanden)

Het deel van het onderzoeksgebied dat onderaan de zeedijk is gelegen, bestaat uit afzettingen van het Laagpakket van Walcheren (Duinkerke III) en/of afzettingen van het Laagpakket van Schoorl (Jonge Duin- en Strandzanden). Op deze niveaus kunnen in het noordwestelijk deel van Noord-Beveland normaliter vindplaatsen uit de Nieuwe Tijd aanwezig zijn. Echter historisch kaartmateriaal en de bestudering van de luchtfoto's leert ons dat het plangebied tot in de tweede helft van de 20ste eeuw buitendijks was gelegen. In de tweede helft van de 18de eeuw wordt de ten zuiden gelegen Jacobapolder ingedijkt. Vanaf dat moment is het plangebied gelegen in een slikken- en schorrengebied. De teen van de dijk is mogelijk net binnen het zuidelijke deel van het plangebied gesitueerd. Door de indijking en ophoging in de 2de helft van de 20ste eeuw is deze teen van de 18de eeuwse dijk begraven onder een circa 6,50 meter dik antropogeen ophoogpakket. Hierdoor geldt enkel voor het zuidelijke deel van het plangebied een verwachting voor de Nieuwe Tijd.

3 Conclusie en Advies

3.1 Conclusie

Op basis van de beschikbare aardwetenschappelijke, archeologische en historische gegevens werd in het archeologisch bureauonderzoek een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel opgesteld. Er kan samengevat gesteld worden dat binnen het plangebied geen verwachting bestaat op het aantreffen van vindplaatsen uit de vroege prehistorie tot en met de Romeinse Tijd. De geologische niveaus waarop deze vindplaatsen kunnen worden aangetroffen zijn door latere geulwerking volledig weg geërodeerd. Tevens kan gesteld worden dat, gelet op cartografische bronnen en geologische informatie, binnen het plangebied geen vindplaatsen uit de Vroege en Late Middeleeuwen aanwezig kunnen zijn. Het plangebied lag in deze perioden buitendijks en het niveau waarop vindplaatsen uit deze perioden op Noord-Beveland aanwezig kunnen zijn (Duinkerke II afzettingen, Laagpakket van Walcheren) is hier als gevolg van mariene erosie niet meer aanwezig.

Voor de Nieuwe Tijd geldt dat er op het niveau van de Duinkerke III afzettingen (Laagpakket van Walcheren) en de afzettingen van het Laagpakket van Schoorl (Jonge Duin- en Strandzanden) vindplaatsen aanwezig kunnen zijn. Echter vanaf de bedijking van de ten zuiden gelegen Jacobapolder (bedijkt rond 1767) tot in de tweede helft van de 20ste eeuw maakt het plangebied deel uit van een slikken- en schorrengebied. In de tweede helft van de 20ste eeuw wordt het terrein ingedijkt en opgehoogd. Enkel aan de uiterst zuidelijke rand van het plangebied geldt een verwachting voor de Nieuwe Tijd. Aan deze zijde van het plangebied kan mogelijk de teen van de 18de eeuwse dijk van de Jacobapolder worden aangetroffen. De teen van deze dijk wordt verwacht op een diepte van circa 6,50 meter beneden maaiveld (1,25 meter +NAP), onder de 20ste eeuwse ophooglagen.

3.2 Advies

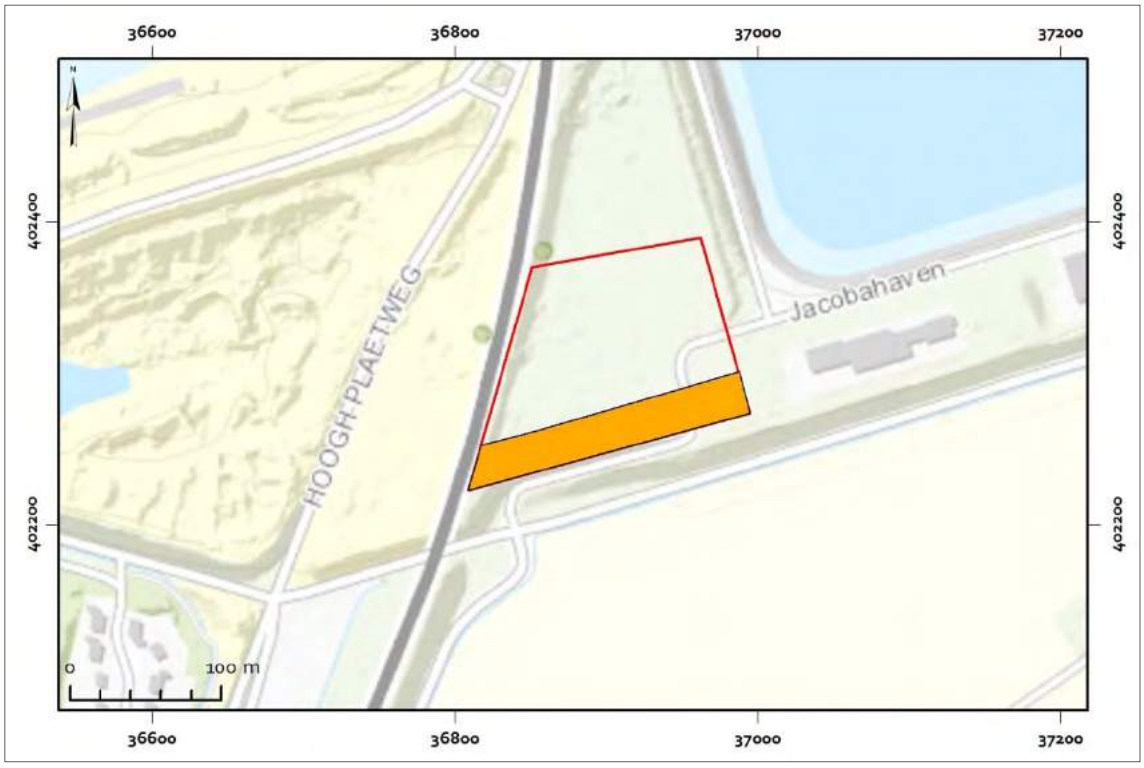
Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van een MER procedure in verband met het vervangen van de bestaande windturbines binnen de locatie Windpark Jacobahaven. Twee van de drie windturbines zullen op dezelfde locatie worden gebouwd. Echter één windturbine dient, als gevolg van het vigerende bestemmingsplan, op een andere locatie te worden gebouwd. De exacte oppervlakte en diepte voor de bouw van deze nieuwe windturbine is nog niet bekend.

Op basis van voorliggend onderzoek kan gesteld worden dat enkel aan de zuidzijde van het plangebied, onder de antropogene ophooglagen uit de 20ste eeuw, mogelijk resten van de teen van de 18de eeuwse dijk aanwezig zijn (zie afbeelding 22). Het strekt dan ook tot aanbeveling om de nieuwe windturbine niet binnen de grenzen van de verwachte vindplaats te bouwen. Echter indien dit niet mogelijk is en de nieuwe windturbine, vanuit andere overwegingen, toch binnen de afgebakende zone dient te worden gebouwd, is gezien de aard van de vindplaats (teen van de 18de eeuwse dijk), de diepte van de vindplaats (circa 6,50 meter beneden maaiveld) en de aard van de verstoring (heipalen) de impact op de mogelijke vindplaats beperkt, en de mogelijkheden tot onderzoek minimaal. **Archeologisch vervolgonderzoek wordt om die reden niet noodzakelijk geacht.**

Het is ondanks dit advies echter niet uit te sluiten dat er desondanks toch archeologische vindplaatsen in de bodem verborgen zijn en dat deze in de uitvoeringsfase van de toekomstige graafwerkzaamheden aan het licht komen. Voor dergelijke vondsten bestaat een wettelijke meldingsplicht op grond van artikel 5.10 van de Erfgoedwet (2016). Om er voor te zorgen dat aan deze wettelijke plicht wordt voldaan bij het eventueel aantreffen van sporen en/of vondsten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden, wordt verzocht om navolgende tekst in het uitvoeringsbestek op te nemen:

Archeologie

Ondanks er bij het vooronderzoek geen behoudenswaardige archeologische waarden werden aangetroffen, is niettemin de kans aanwezig dat archeologische sporen en vondsten in de bodem aanwezig zijn en dat deze in de uitvoeringsfase van de graaf- en inrichtingswerkzaamheden aan het licht komen. Voor dergelijke vondsten bestaat een wettelijke meldingsplicht ex. artikel 5.10 van de Erfgoedwet (2016). Bij graafwerkzaamheden dient men dan ook attent te zijn op eventuele vondsten. Opdrachtgever verplicht de aannemers om attent te zijn op eventuele vondsten en/of sporen tijdens de werkzaamheden en verplicht hen archeologische vondsten onverwijld te melden bij de gemeente.



Afbeelding 22 Afbakening mogelijke locatie teen van de dijk (oranje zone) binnen het plangebied (rode polygoon), geprojecteerd op een vergrote uitsnede van de Topografische kaart van Nederland. Bron ondergrond: Esri.

Bronnen

Literatuur

Alkemade, M., R.M. van Heeringen, W.A.M. Hessing, 2011. Archeologiebeleid gemeente Noord-Beveland. Deel A: Beleidsnota archeologie, Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie, Rapport V706-A, Amersfoort.

Berendsen, H.J.A., 2004. De vorming van het land. Inleiding in de geologie en de geomorfologie. Koninklijke Van Gorcum, Assen.

Berendsen, H.J.A., 2005. Fysisch-geografisch onderzoek. Thema's en methoden. Koninklijke Van Gorcum, Assen.

Berendsen, H.J.A. 2005. Landschappelijk Nederland. De fysisch-geografische regio's. Koninklijke Van Gorcum, Assen.

Besuijen, G.P.A., 2015a. Windpark Bouwdokken – aanleg kabeltracé 150 kV. Gemeente Goes – Noord-Beveland. Archeologisch Bureauonderzoek, Artefact! Rapport 142, Kamperland.

Besuijen, G.P.A., 2015b. Kamperland-Wissenkerke Dijktraject Roompot. Gemeente Noord-Beveland. Archeologisch Bureauonderzoek, Artefact! Rapport 165, Kamperland.

Brenk, S. van den, L.A. Muis & R. van Lil, 2013. Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Waterbodembescherming Oosterschelde – Locatie Anna Frisopolder, (Periplus Archeomare rapport 13A012-02-R01) Amsterdam.

Blonk-van der Wijst, D. & J., 2010. Zelandia Comitatus. Geschiedenis en Cartobibliografie van de provincie Zeeland tot 1860. Utrechtse Historisch-Cartografische Studies 11, Houten.

Bos, J.A.A., W.K. van Zijverden & F. S. Zuidhoff, 2011. De ontwikkeling van het landschap op Walcheren met de nadruk op het onderzoeksgebied rondom Serooskerke. In: Dijkstra, J., & F.S. Zuidhoff (red.), Kansen op de Kwelder, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort (ADC Monografie 10).

Brugman, B.A., R.M. van Heeringen, R. Schrijvers, 2011. Archeologiebeleid gemeente Noord-Beveland, Deel B: Toelichting beleidskaart, Rapport V705 (deel B), Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie, Amersfoort.

Dekker, C., 1971. Zuid-Beveland: de historische geografie en de instellingen van een Zeeuws eiland in de Middeleeuwen, Assen.

Dierendonck, van, R.M., 2017: Nieuwe wijn uit oude zak(k)en. Evaluatie van de Provinciale Onderzoeksagenda Archeologie Zeeland (POAZ) 2009-2015, Middelburg.

Jongepier, J., 1995. Zeeland in de prehistorie, Middelburg.

Hessing, W.M.A, et al. (red.), 2008. Archeologie naar Deltahoogte. Een onderzoek naar de Zeeuwse archeologiebeoefening, Zierikzee.

Kuipers, J.J.B. & R.J. Swiers, 2005. Het verhaal van Zeeland, Hilversum.

Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie versie 4.0, 2016. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, Den Haag.

Mulder, E.F.J. et al., (red.), 2003. De ondergrond van Nederland. Wolters-Noordhoff, Groningen

Provinciaal Blad van Zeeland, nr 3112, 2017. Besluit van gedeputeerde staten van Zeeland van 11 juli 2017, houdende aanwijzingregeling aanvullende richtlijnen voor archeologisch onderzoek in de provincie Zeeland.

Rummelen, F.F.F.E. van, 1997a. Geologische Kaart van Nederland, Walcheren, 1:50.000. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Rummelen, F.F.F.E. van, 1997b. Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland, Walcheren, 1:50.000. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Strydonck, M. van, Mulder, G. de, (red.), 2000. De Schelde, verhaal van een rivier, Leuven: Davidsfonds.

Stulp, B., 2011. Verdwenen dorpen in Nederland. Deel 5: Zeeland, Alkmaar.

Vos, P.C., R.M. van Heeringen, 1997. Holocene Geology and occupation history of the Province of Zeeland (SW Netherlands), In: Fischer, M.M., (red.), Holocene evolution of Zeeland (SW Netherlands), Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen, TNO 59, pp. 5-109.

Wilderom M.H., 1961. Tussen afsluitdammen en deltadijken. Deel 1: Noord-Beveland, Vlissingen.

Wilderom, M.H., 1968. Tussen afsluitdammen en deltadijken. Deel III: Midden-Zeeland (Walcheren en Zuid-Beveland), Vlissingen.

Websites

Actueel Hoogtebestand Nederland: http://www.ahn.nl – geraadpleegd op 21-07-2017

Archis: https://zoeken.cultureelerfgoed.nl/#/zaak/search – geraadpleegd op 21-07-2017

DINOloket: http://www.dinoloket.nl – geraadpleegd op 21-07-2017

Geheugen van Nederland: http://www.geheugenvannederland.nl – geraadpleegd op 21-07-2017

Geoloket Provincie Zeeland/ CHS: https://www.zeeland.nl/kaarten-en-cijfers/kaarten – geraadpleegd op 21-07-2017

Verklarende Woordenlijst

Afkortingen

AB	Archeologische Begeleiding
AD	Anno Domini; na Christus
AMK	Archeologische Monumentenkaart
ARCHIS	ARCHeologisch Informatie Systeem Archis
BP	before present (voor heden); C14 jaren; het nulpunt 'heden' is hierbij volgens internationale afspraak gesteld op 1950 (n.Chr.); de werkelijke kalender- of zonnejaren (gekalibreerde C14-jaren) zijn weergeven in jaren v.Chr. en n.Chr.
BC	before Christ; voor Chr.
C14	koolstof 14, isotoop van het normale koolstof 12; radioactief element dat voor dateringsmethoden gebruikt wordt.
IKAW	Indicatieve Kaart Archeologische Waarden
IVOb	Inventariserend Veldonderzoek door middel van boringen
IVOp	Inventariserend Veldonderzoek door middel van proefsleuven
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
NAP	Nieuw Amsterdams Peil
ROB	Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek
RCE	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
RGD	Rijks Geologische Dienst (tegenwoordig onderdeel van TNO-NITG Bodem)
SCEZ	Stichting Cultureel Erfgoed Zeeland
StiBoKa	Stichting Bodem Kartering (tegenwoordig onderdeel van Alterra Wageningen)

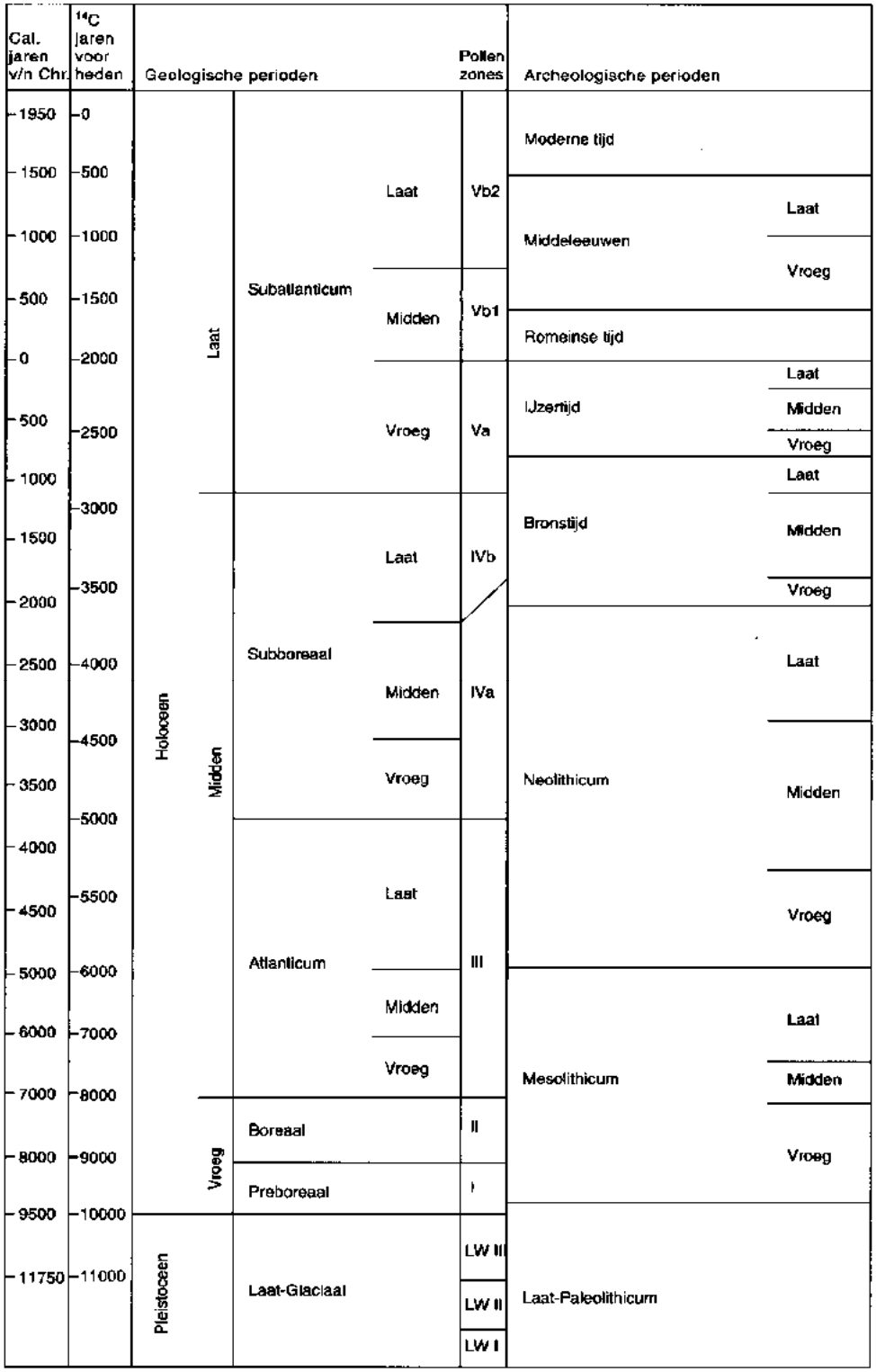
Woordenlijst

Antropogeen	door menselijk handelen
ARCHIS	het geautomatiseerde Archeologisch Informatiesysteem voor Nederland. Dit bestaat uit een databank waarin allerlei gegevens over archeologische vindplaatsen en terreinen in Nederland zijn opgeslagen, daterend van de Prehistorie tot de Nieuwe Tijd.

AMK	Een digitaal bestand van alle bekende behoudenswaardige archeologische terreinen in Nederland dat door de RCE in samenwerking met de desbetreffende provincie is opgesteld. Op de kaart staan terreinen met archeologische status aangegeven. De kaart baseert zich op gegevens uit ARCHIS. Statustoekenning vindt plaats nadat het terrein is getoetst aan een aantal door de RCE gehanteerde criteria (kwaliteit, zeldzaamheid en contextwaarde).
Erosie	verzamelnaam voor processen die het aardoppervlak aantasten en los materiaal afvoeren. Dit vindt voornamelijk plaats door wind, ijs en stromend water
Geul	rivier- of kreekbedding
Holoceen	geologisch tijdvak, vroeger Alluvium genoemd, binnen het Quartair, van ongeveer 10.000 jaar geleden tot nu, met daarin o.a. het Mesolithicum, Neolithicum, de Bronstijd, de IJzertijd, de Romeinse tijd en de historische tijd.
IKAW	de zogenaamde archeologische verwachtingskaart. Deze geeft een gebiedsindeling in drie categorieën weer op basis van de verwachting van archeologische vondsten (gebieden met een lage, midden, dan wel hoge – archeologische verwachting). De kaart is voornamelijk gebaseerd op het bodemtype.
In situ	bewaard gebleven op de oorspronkelijke plaats. Dit met name met betrekking tot onverstoorde archeologische sporen en vondsten
Kwartair	geologische periode van 2 miljoen jaar geleden tot nu, de tijd van het menselijk leven op aarde, omvattend het Pleistoceen en het Holoceen.
OM-nummer	Het landelijk registratienummer ten behoeve van archeologisch onderzoek, uitgegeven door het Centraal Informatiesysteem.
Pleistoceen	geologisch tijdvak binnen het Quartair, van ongeveer 2 miljoen jaar geleden tot 10.000 jaar geleden, met daarin o.a. de eerste mensensoorten en het Paleolithicum (oude steentijd).
Prehistorie	dat deel van de geschiedenis waarvan geen geschreven bronnen bewaard zijn gebleven.
Regressiefase	periode waarin de zee-invloed afneemt (als gevolg van een daling van de zeespiegel of als gevolg van sluiting van strandwallencomplex) na een transgressiefase
Sediment	afzetting gevormd door bezinksel of neerslag
Site	een plaats waar in het verleden menselijke activiteiten hebben plaatsgevonden.

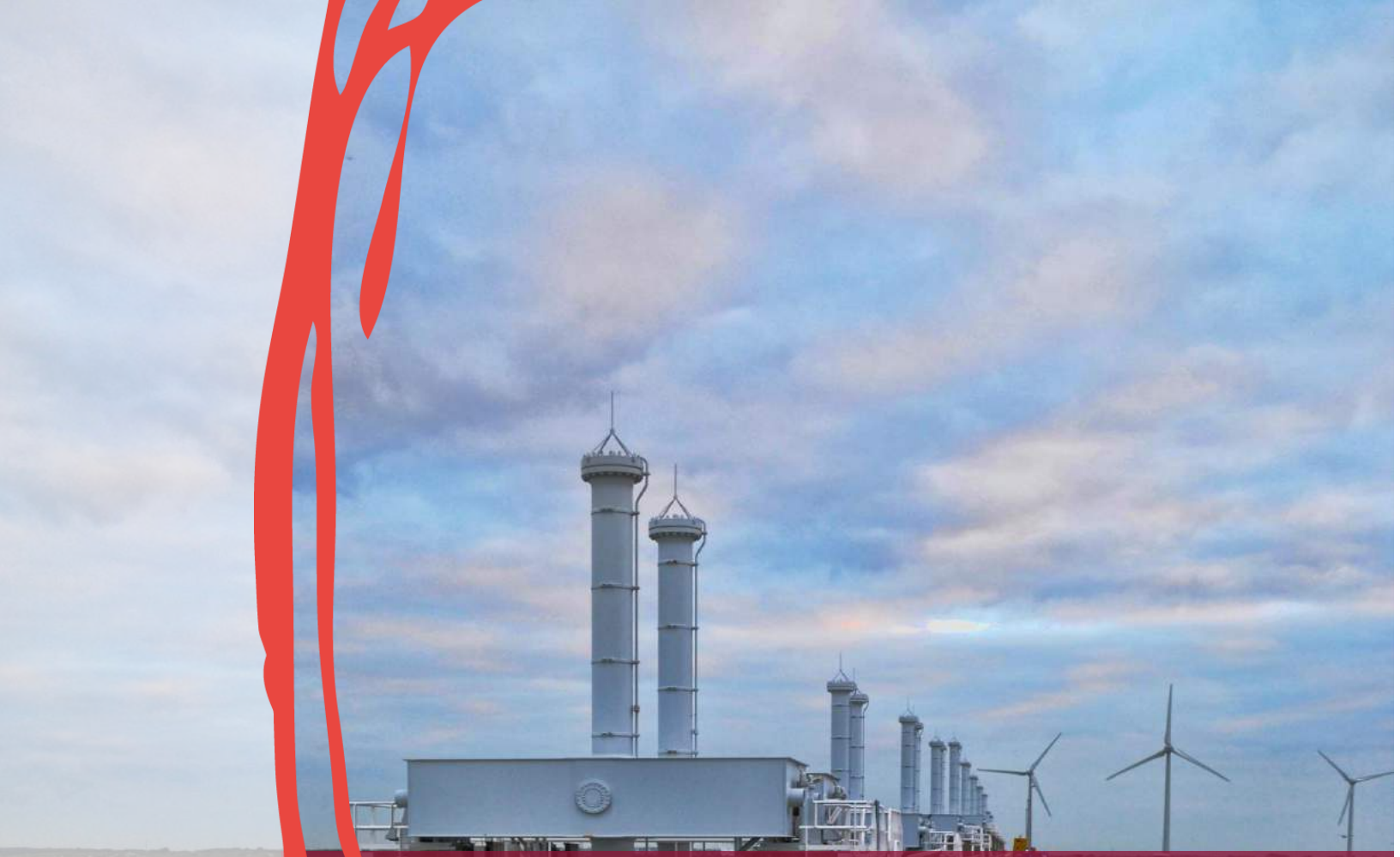
Tertiair	geologische periode van 65-2 miljoen jaar geleden, waarin zich de belangrijkste ontwikkelingen van de zoogdieren voordeden.
Transgressiefase	fase waarin de invloed van de zee zich in het binnenland uitbreidt (als gevolg van stijging van de zeespiegel of als gevolg van erosie van het strandwallencomplex)
Vindplaats	Een ruimtelijk begrensd gebied waarbinnen zich archeologische informatie bevindt (monument, type monument, aard archeologische waarde, archeologische indicatie).
Vondst	Alle soorten mobilia: roerende of roerend geraakte onderdelen van onroerende goederen afkomstig van archeologisch veldwerk of uit bestaande collecties.
Weichselien	Geologische periode (laatste ijstijd, waarin het landijs Nederland niet bereikte) ca. 120.000-10.000 jaar geleden.

Tijdstabel



Tijdtabel Holoceen. Bron: Deeben et al. 2005.

Bijlagerapport I



Het economisch effect van windparken Oosterscheldekering op de verblijfstoeristische sector

Rapportage | 7 september 2017

In opdracht van: E-Connection

zka

LEISURE
CONSULTANTS

INHOUDSOPGAVE

1.	**INLEIDING**	**2**
1.1.	Aanleiding	2
1.2.	Leeswijzer	2
1.3.	Onderzoeksopzet	2
2.	**HUIDIGE SITUATIE**	**4**
2.1.	Inleiding	4
2.2.	Locaties windturbines	4
2.3.	Toerisme in de omgeving van de windparken	5
3.	**PLANNEN**	**8**
3.1.	Inleiding	8
3.2.	Overzicht van de plannen	8
4.	**EXPERT VISIE**	**12**
4.1.	Inleiding	12
4.2.	Locaties	12
4.3.	Samenvattende conclusie	30
5.	**LITERATUURONDERZOEK EN CASE STUDIES**	**31**
5.1.	Inleiding	31
5.2.	Attitude	31
5.3.	Denkrichtingen	33
5.4.	Effect van windparken op toerisme	35
6.	**CONCLUSIES**	**38**

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Na de voltooiing van de Oosterscheldekering werden windturbines al snel een vast onderdeel van het uitzicht. De provincie Zeeland heeft vervolgens de Oosterscheldekering in 2006 aangestipt als één van de concentratielocaties om windenergie op te wekken. Momenteel zijn er 4 windparken met in totaal 15 windturbines. Daarnaast is Windpark Bouwdokken momenteel (situatie begin augustus 2017) in aanbouw. Momenteel heeft E-Connection enkele scenario's ontwikkeld voor een plan om de huidige windturbines op te waarderen en de capaciteit uit te breiden door enkele nieuwe turbines op en rond de Oosterscheldekering te bouwen.

E-Connection heeft **ZKA** *leisure consultants* gevraagd om de te verwachten economische effecten van de plannen op de toeristisch economische sector te onderzoeken. De focus van deze studie ligt op het verblijfstoerisme. Aanvullend is in meer globale zin ook gekeken naar de effecten op de strandbeleving en langs fietsroutes.

Dit leidt tot de volgende vraagstelling: *hebben de plannen, in de verschillende varianten, effect op het aantal overnachtingen op Schouwen-Duiveland en Noord-Beveland en enkele andere toeristische attracties? Zo ja, welk effect en wat is hiervan de oorzaak?*

1.2. Leeswijzer

Om bovenstaande vraagstelling te onderzoeken is aan de hand van een aantal stappen de rapportage als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 gaat allereerst in op de huidige situatie. Dit aan de hand van een beschrijving van de ligging en specificaties van de huidige windparken op de Oosterscheldekering (in het vervolg van deze rapportage OSK windparken genoemd) en de toeristische vraag;
- Hoofdstuk 3 licht vervolgens de plannen van nieuwbouw en opschaling toe, waaronder een aantal mogelijke scenario's voor de opstelling van nieuwe windparken;
- Hoofdstuk 4 geeft een expert visie op de huidige beleving van de windparken (uitzicht, geluid, etc.) vanaf een aantal locaties. Vervolgens is het door ons verwachte effect van de plannen op die beleving toegelicht;
- Hoofdstuk 5 geeft de uitkomsten van de literatuurstudie weer, ondersteund door een aantal case studies. Hierbij wordt ingegaan op mogelijke tegenargumenten en de attitude van consumenten ten opzichte van windparken in het algemeen. Vervolgens verschuift de focus naar het effect op de toeristische sector aan de hand van bezoekersintentie en gemeten effect op toeristische verblijfscijfers;
- Hoofdstuk 6 sluit af met de conclusies en aanbevelingen.

1.3. Onderzoeksopzet

Onderstaand is een overzicht van de uitgevoerde werkzaamheden opgenomen. De uitkomsten hiervan zijn verwerkt in de rapportage en zijn input voor de conclusies.

- Deskresearch en interpretatie van de nieuwbouw en opschalingsplannen;
- Verschillende bezoeken aan tien locaties ter interpretatie van de effecten van de plannen;
- Analyse toeristische ontwikkelingen in de regio;

- Telefonische interviews met VVV Zeeland en de gemeenten Noord-Beveland, Schouwen-Duiveland en Veere;
- Literatuurstudie naar de effecten van windparken op toerisme, inclusief ondersteunende (Europese) casestudies.

2. HUIDIGE SITUATIE

2.1. Inleiding

Om het verschil tussen de huidige situatie en de bestaande windparken rondom de Oosterscheldekering te kunnen vergelijken met de toekomstige situatie, is eerst inzicht in de huidige situatie nodig. Daarom gaat H2.2. in op de ligging en eigenschappen van de windparken op dit moment. Vervolgens schetst H2.3. een beeld van de toeristische sector in de omgeving van de Oosterscheldekering.

2.2. Locaties windturbines

Sinds 1991 maken windturbines onderdeel uit van het landschap in de nabijheid van de Oosterscheldekering. De samenstelling en opstelling van de windparken en hoogtes van de turbines heeft sindsdien gevarieerd. De huidige situatie staat op onderstaande kaartafbeelding weergegeven.

Momenteel zijn er vijf windparken met in totaal 22 turbines, waarvan windpark Bouwdokken op het moment van schrijven (september 2017) nog in aanbouw is. De karakteristieken van de windparken zijn in tabel 2.1 samengevat.

Tabel 2.1 Huidige situatie windturbines Oosterscheldekering

Locatie	Turbines (aantal)	Bouwjaar	Masthoogte (in meters)	Tiphoogte (in meters)	Vermogen (per turbine)
Roggeplaat	4	2012	78	119	2,3 MW
Neeltje Jans	4	2006 (3); 2012 (1)	78	123	3,0 MW
Noordland Buiten	4	2006 (2); 2012 (2)	78	123	3,0 MW
Jacobahaven	3	2006	78	123	3,0 MW
Bouwdokken	7	2017	99	162,5	4,2 MW
Totaal	*22*				

De vier huidige windparken leveren in totaal ruim 270 miljoen kWh per jaar, dit is elektriciteit voor circa 80.000 huishoudens per jaar.

In de nabijheid van de Jacobahaven zijn door een andere ontwikkelaar (Camperwind) ook nog vijf windturbines gerealiseerd (Jacobapolder).

2.3. Toerisme in de omgeving van de windparken

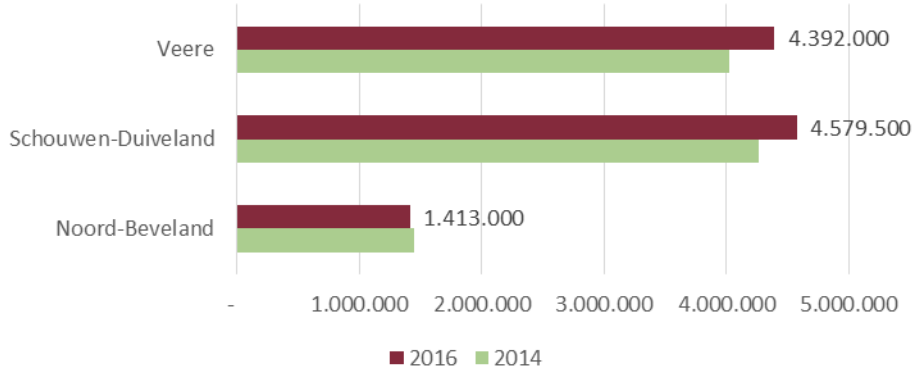
De Oosterscheldekering vormt één van de twee verbindingen tussen Noord-Beveland en Schouwen-Duiveland. Op de Oosterscheldekering is DeltaPark Neeltje Jans gesitueerd als toeristische attractie. Daarnaast kan er op en rondom de Oosterscheldekering gewandeld en gefietst worden, is er een kitesurfstrand en een haven met vertrekpunt voor sportvisserij. Ten zuiden van de Oosterscheldekering (op de verbinding tussen Noord-Beveland en Walcheren) bevindt zich het Noordzeestrand bij Vrouwenpolder en de Veerse Gatdam. Meer naar het oosten biedt Noord-Beveland het Banjaardstrand en bij het Roompot Beach Resort bevindt zich ook een strand en een jachthaven. Ten noorden van de Oosterscheldekering, op Schouwen-Duiveland, zijn er rond de kustplaatsen Westenschouwen en Nieuw-Haamstede tevens stranden te vinden.

Noord-Beveland, Schouwen-Duiveland en Vrouwenpolder bieden daarnaast veel verblijfstoerisme aan (met name veel campings en bungalowparken, maar ook enkele hotels). De locaties rondom de Oosterscheldekering zijn daarom een belangrijk onderdeel van de Zeeuwse toeristische sector. Het kenniscentrum Kusttoerisme geeft meer inzicht in de omvang van de toeristische vraag (in de vorm van het aantal overnachtingen per gemeente in Zeeland).

Verblijfstoerisme
Tussen 2014 en 2016 is het aantal overnachtingen in de gemeente Veere met 9% en op Schouwen-Duiveland met 7,5% gestegen[1]. Op Noord-Beveland is het aantal overnachtingen licht gedaald met 2,7%. Zie hiervoor de grafiek op de volgende pagina. Samen realiseren deze drie gemeenten meer dan 10 miljoen toeristische overnachtingen (ongeveer 10% van alle toeristische overnachtingen in Nederland, Bron: CBS, 2016).

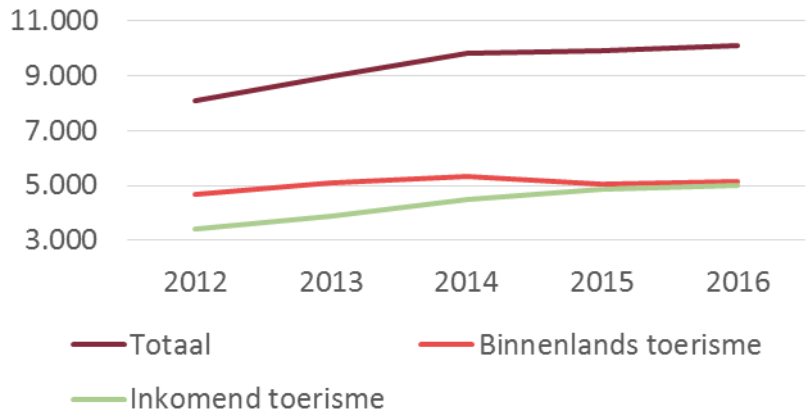
[1] Kenniscentrum Kusttoerisme, *kerncijfers vrijetijdseconomie Zeeland 2016, marktomvang.* O.b.v. toeristenbelastingcijfers. Totaal van gemeenten is hoger dan CBS cijfers over totaal Zeeland. Overnachtingen in tweede woningen zijn in deze cijfers niet meegeteld.

Grafiek 2.1. Aantal overnachtingen Schouwen-Duiveland, Veere en Noord-Beveland



Helaas zijn er geen vergelijkbare cijfers voorhanden van eerdere jaren. Om iets meer te kunnen zeggen over de ontwikkeling van het verblijfstoerisme is er daarom ook gekeken naar het aantal overnachtingen in heel Zeeland, zie onderstaande grafiek[2].

Grafiek 2.2. Aantal toeristische overnachtingen x 1.000 in Zeeland



Bovenstaande grafiek toont een stijgende trend voor het totaal aantal overnachtingen in de provincie Zeeland, al vlakt de groei sinds 2014 af. De binnenlandse markt lijkt verzadigd te zijn, de buitenlandse markt groeit gestaag. Binnenlandse en buitenlandse overnachtingen maken beide ongeveer 50% van het totaal aantal toeristische overnachtingen uit. Het aantal toeristische overnachtingeng in Zeeland groeide tussen 2012-2016 met ongeveer 20%.

Dagrecreatie

In 2015 zijn er in totaal 36,2 miljoen uitstapjes door Nederlanders in Zeeland gemaakt[3]. Dit is min of meer vergelijkbaar met het aantal uitstapjes in 2012, namelijk 37,8 miljoen. De top 3 meest ondernomen activiteiten in 2015 zijn buitenrecreatie (15,6 miljoen, vooral wandelen en fietsen), uitgaan (7,6 miljoen) en winkelen (3,9 miljoen).

In 2013 zijn er door Belgische dagbezoekers 2,7 miljoen uitstapjes in Zeeland gemaakt[4]. Hiermee is Zeeland de meest populaire dagbestemming voor Belgen onder de Nederlandse provincies.

---

2 CBS, 2016.

3 NBTC-NIPO Research, CVTO. Beschikbaar via Kenniscentrum Kusttoerisme.

4 NBTC, 2015. Beschikbaar via Kenniscentrum Kusttoerisme.

Over Deltapark Neeltje Jans is bekend dat in 2009 het park 300.000 bezoekers trok en dat dit aantal sinds 2002 stabiel was[5]. Circa 250.000 bezoekers hebben een toeristisch motief, de overige 50.000 zijn zakelijke bezoekers. De meest recente bekende cijfers tonen een bezoekersaantal van 312.000 in 2012, een lichte stijging is ten opzichte van 2009[6].

Samenvattend
Sinds 1991 maken windparken onderdeel uit van het uitzicht op de Oosterscheldekering. De opstelling en aantallen hebben over de jaren heen gevarieerd, maar zijn in aantal en in tiphoogte toegenomen.
De toeristische sector op Zeeland laat over de afgelopen jaren een sterke groei zien in het aantal overnachtingen en stabilisatie in de dagrecreatie.

5 Bronnen: Kenniscentrum Kusttoerisme en ZKA, 2011. *Onderzoek verwachte effecten Windpark Bouwdokken op Deltapark Neeltje Jans*.

6 Top 50 dagattracties 2012, NBTC & Respons

3. PLANNEN

3.1. Inleiding

In 2006 heeft de provincie de Oosterscheldekering aangewezen als concentratielocatie voor windenergie. Het doel van E-Connection is om de windparken op de Oosterscheldekering te optimaliseren. Om dit te bereiken zijn er plannen opgesteld voor opschaling van bestaande turbines en nieuwbouw. H3.2. gaat in op de eigenschappen van deze plannen. Vervolgens licht H3.3. de verschillende nieuwbouwscenario's toe.

3.2. Overzicht van de plannen

Op onderstaande kaartafbeelding staan de nieuwbouwlocaties aangegeven met oranje aanduiding en de turbines ter opschaling (hogere turbines) met rood[7]. De volgende paragrafen lichten deze opschaling en nieuwbouwplannen nader toe.

3.2.1. Opschaling bestaande turbines

Voor de bestaande windparken is het plan om de windturbines te vervangen door grotere turbines in 2020 of 2027. Windpark Bouwdokken is hierop een uitzondering omdat deze in 2017 wordt gebouwd. De opschaling zorgt voor een groter vermogen, maar ook voor grotere tiphoogten. Er is geen sprake van uitbreiding van het aantal turbines op de huidige (micro) locaties van de bestaande windturbines.

[7] Op de afbeelding staat het plan voor windpark Poolvoet aangeduid als 'Zoekgebied'

Wel zullen een paar turbines bij deze opschaling enkele meters verplaatst worden binnen de bestaande grid-structuur, om de opstelling te optimaliseren. De eigenschappen van de opschaling voor de bestaande windparken staan samengevat in tabel 2.

Tabel 3.1. Specificaties opschalingsplannen OSK windparken

Locatie	Actie	Jaar	Turbines (aantal)	Masthoogte (in meters)	Nieuwe tiphoogte (in meters)	Vermogen (per turbine)
Roggeplaat (oost)	Opschaling	2027	4	75-100	115-150	3,0 MW
Neeltje Jans	Opschaling	2020 (3); 2027 (1)	4	max. 140	max. 210	4,0-6,0 MW
Noordland Buiten	Opschaling	2020 (2); 2027 (2)	4	max. 140	max. 210	4,0-5,0 MW
Jacobahaven	Opschaling	2020	3	89	149	4,0-5,0 MW
Bouwdokken	Geen actie	-	-	-	-	-

3.2.2. Nieuwbouw

Naast opschaling zijn er plannen voor nieuwbouw. Deze nieuwbouw omvat 3 locaties, namelijk Poolvoet (2 varianten in opstelling), Roggeplaat west (2 varianten in opstelling) en een windpark in Mattenhaven óf Binnenhaven. Hieronder volgt een beschrijving van de verschillen tussen de varianten en scenario's aan de hand van foto's en aan het einde van de paragraaf een tabel met specificaties.

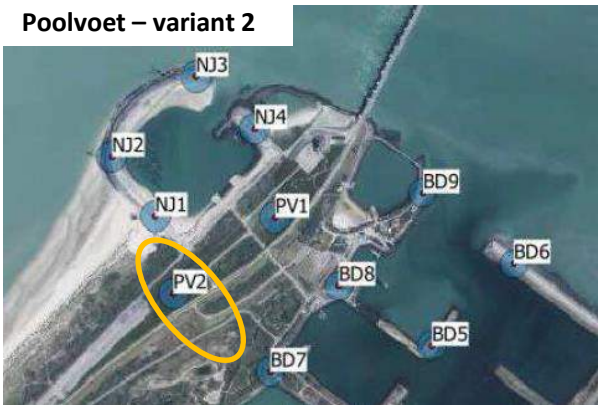
Allereerst geven de onderstaande afbeeldingen de twee varianten voor windpark Poolvoet weer.

- Variant 1: 1 turbine bij Dijkgraaf A.M. Gelukweg en 1 turbine ten zuiden van de N57 (tiphoogten max. 210 m.)
- Variant 2: 1 turbine bij Dijkgraaf A.M. Gelukweg en 1 turbine ten noorden van de N57 (tiphoogten max. 210 m.)

Omdat het verschil tussen één turbine ten noorden of ten zuiden van de N57 in het zicht op de toeristische locaties gering is, worden de twee varianten als één scenario meegenomen in deze rapportage.

Poolvoet - variant 1

Poolvoet – variant 2



Daarnaast zijn er varianten voor de windparken Roggeplaat en Mattenhaven/Binnenhaven. In het geval van Roggeplaat zal op de westkant één turbine geplaatst worden die hoger is dan de vier turbines op de oostkant, of twee turbines van vergelijkbare hoogte. Hogere turbines hebben over het algemeen een

grotere visuele impact op het landschap. In het geval van of Mattenhaven of Binnenhaven is vooral de positionering relevant.

De vier verschillende scenario's die deze varianten opleveren, zijn (zie ook onderstaande afbeeldingen):

- Scenario 1: Op Roggeplaat West 2 turbines (tiphoogte max. 150 m.) en op Mattenhaven 4 turbines (tiphoogte max. 210 m.)
- Scenario 2: Op Roggeplaat West 1 turbine (tiphoogte max. 150 m.) en op Mattenhaven 4 turbines (tiphoogte max. 210 m.)
- Scenario 3: Op Roggeplaat West 2 turbines (tiphoogte max. 150 m.) en op Binnenhaven 4 turbines (tiphoogte max. 210 m.)
- Scenario 4: Op Roggeplaat West 1 turbine (tiphoogte max. 150 m.) en op Binnenhaven 4 turbines (tiphoogte max. 210 m.)

Scenario 1

Scenario 2

Scenario 3

Scenario 4

Tot slot zijn de specificaties van de hierboven omschreven varianten in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 3.2 . Specificaties nieuwbouwplannen OSK windparken

Locatie	Actie	Jaar	Turbines (aantal)	Masthoogte (in meters)	Tiphoogte (in meters)	Vermogen (per turbine)
Scenario 1						
*Roggeplaat West	Nieuwbouw	2020	2	75-100	115-150	3,0-4,0 MW
*Mattenhaven	Nieuwbouw	2020	4	100-140	150-210	4,0-5,0 MW
Scenario 2						
*Roggeplaat West	Nieuwbouw	2020	1	max. 140	max. 210	4,0-8,0 MW
*Mattenhaven	Nieuwbouw	2020	4	100-140	150-210	4,0-5,0 MW
Scenario 3						
*Roggeplaat West	Nieuwbouw	2020	2	75-100	115-150	3,0-4,0 MW
*Binnenhaven	Nieuwbouw	2020	4	100-140	150-210	4,0-5,0 MW
Scenario 4						
*Roggeplaat West	Nieuwbouw	2020	1	max. 140	max. 210	4,0-8,0 MW
*Binnenhaven	Nieuwbouw	2020	4	100-140	150-210	4,0-5,0 MW
Poolvoet (2 varianten)	Nieuwbouw	2020	2	100-140	max. 210	4,0-8,0 MW

Afhankelijk van het gekozen scenario, worden dus zeven of acht nieuwe windturbines gerealiseerd.
`

4. EXPERT VISIE

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk brengen we met name het eventuele effect van de beleving van de vernieuwing en uitbreiding van de windturbines rondom de Oosterscheldekering in kaart in relatie tot het toerisme. Hiervoor is een analyse gemaakt van de huidige situatie en locaties van de OSK- windturbines. Deze situatie is reeds beschreven in hoofdstuk 2. Door middel van locatiebezoeken, visualisaties en onze expert visie hebben we een inschatting gemaakt van de beleving van (verblijfs-)toeristen met betrekking tot de huidige windturbines. Deze huidige beleving is vergeleken met de toekomstige situatie na uitbreiding en vernieuwing van de windturbines. Van het verschil in beleving is door ons een inschatting gemaakt. Deze analyse is uitgevoerd voor een aantal toeristische locaties vanwaar de huidige en toekomstige windturbines zichtbaar (zullen) zijn.

4.2. Locaties

Omdat de focus van dit onderzoek ligt op het eventuele effect van de vernieuwing en uitbreiding van de OSK locaties op met name het verblijfstoerisme van Schouwen-Duiveland, Noord-Beveland en Vrouwenpolder zijn in overleg met E-Connection acht toeristische locaties op deze twee eilanden gekozen. Dit zijn locaties:

- Waar de huidige windturbines in de omgeving van de Oosterscheldekering in meer of mindere mate zichtbaar zijn
- Die toeristische relevantie hebben;
- Die per verharde weg/pad bereikbaar zijn;
- Waar dag of verblijfstoerisme zich concentreert. Verblijfstoerisme: campings, bungalowparken, centra van dorpen of stranden. Dagtoerisme: dagrecreatie, Deltapark Neeltje Jans, fietslocaties, strand.

De plannen voor uitbreiding en vernieuwing hebben betrekking op locaties waar windturbines nu ook al in mindere of meerdere mate zichtbaar zijn. Dit zijn dus met name de locaties waar sprake is van uitbreiding van windturbines aan de horizon (in plaats van dat windturbines na plaatsing voor het eerst aan de horizon zichtbaar zijn).

Om iets te kunnen zeggen over het effect van de plannen is het allereerst van belang om de huidige situatie te beschrijven per locatie en te verbeelden. Dit is gedaan door foto’s te maken van de huidige situatie op de locaties. De foto’s zijn gemaakt eind juli 2017. Vervolgens zijn er bewerkingen uitgevoerd op deze foto’s. Waar relevant (op locaties waar dit park zichtbaar is) is Windpark Bouwdokken ingetekend door bureau Bosch en Slabbers. De bouw van Windpark Bouwdokken zal in juli en augustus 2017 plaatsvinden. De situatie met Windpark Bouwdokken is daarom de uitgangssituatie (nulsituatie) die we zullen hanteren als de huidige beleving.

Daarna zijn de effecten van de huidige plannen gevisualiseerd door de windturbines die onderdeel uitmaken van de nieuwe plannen in te tekenen. Daarbij is rekening gehouden met de diverse scenario’s van plaatsing van de turbines.

Locaties
Het betreft de volgende locaties:

Schouwen Duiveland
1. Strand Westenschouwen (strandopgang);
2. Burghsluis (verblijfsaccommodaties en fietslocatie);
3. Flaauwershaven (fietslocatie).

Walcheren
4. Veerse Gatdam (strandopgang).

Noord-Beveland
5. Schotsman/Rancho Grande (verblijfsaccommodaties);
6. Roompot Beach Resort (strand);
7. Keihoogteweg (fietslocatie).

Oosterscheldekering
8. Deltapark Neeltje Jans (toeristische attractie);
9. Kitestrand (strand);
10. Vertrekpunt sportvisserij Binnenhaven (dagrecreatie).

Vervolgens is er ingegaan op wat het effect is van de plannen op de beleving van de omgeving.
Zoals op de kaart te zien is, verschilt de nabijheid van de Oosterscheldekering per locatie. De foto's vanaf locaties die op maximaal 4 km. vanaf het dichtstbijzijnde windpark liggen, zijn bewerkt om zowel de huidige situatie (inclusief windpark Bouwdokken) als de plannen in beeld te brengen. Deze locaties zijn op de kaart aangegeven in rode markering.

Vanaf de locaties die op meer dan 4 km. afstand liggen van een OSK windpark zijn overzichtsfoto's van het uitzicht opgenomen (blauwe markering op de kaart). Er is voor gekozen om deze foto's niet te bewerken. De grootte van de windturbines is op de foto's zo klein, dat het verschil tussen de originele en bewerkte foto's niet te zien is.
Het is mogelijk om de foto's dusdanig in te zoomen dat de afzonderlijke turbines wel zichtbaar worden, echter dit geeft een sterk vertekend beeld van de mate waarin de windturbines onderdeel zijn van het werkelijke uitzicht.

Begrenzing locaties
Op Schouwen-Duiveland zijn de huidige windturbines langs de kust ten noorden van Nieuw-Haamstede niet of nauwelijks meer te zien. Ook op Schouwen-Duiveland zijn, verder naar het zuidoosten vanaf de Flaauwershaven, de windturbines ook niet of nauwelijks meer waarneembaar. Op Noord-Beveland is de Keihoogteweg de meest oostelijke locatie. Ten oosten daarvan zijn de windturbines minder sterk te zien en is tussen Wissenkerke en Colijnsplaat nauwelijks meer sprake van verblijfstoerisme. Om deze redenen zijn er geen locaties gekozen die buiten de genoemde grens-/ijkpunten zijn gesitueerd.

Onderstaand worden alle locaties beschreven, daarna wordt de huidige situatie getoond inclusief het Windpark Bouwdokken. Vervolgens wordt, voor de scenario's die op de locatie het meest relevant zijn, de opschaling en nieuwe windturbines ingetekend. Daarna geven wij onze visie op de effecten van de verandering in windturbines op de beleving van de toerist. We sluiten af met een matrix die dit verschil in beleving overzichtelijk weergeeft.

We geven daarin aan of er ten opzichte van de situatie inclusief Bouwdokken effecten zijn op:
- De mate waarin de zichtbaarheid van de windturbines toeneemt of intensiveert;
- De mate waarin het uitzicht wordt geïntensiveerd: nemen de windturbines na ontwikkeling een groot deel van het blikveld/ de horizon in?
- Het geluidsniveau;
- De slagschaduw.

4.2.1. Schouwen-Duiveland

Westenschouwen – strand en strandopgang bij strandpaviljoen 'De Schaar'
Beschrijving locatie: De strandopgang en het strand geven een weids uitzicht over zee. Kijkend naar links is vrijwel de gehele Oosterscheldekering in beeld, inclusief de windturbines. De locatie Roggeplaat ligt hemelsbreed op ruim 2 km. en Noordland Buiten op ca. 5,5 km. Met de blik recht naar voren is het zeezicht overheersend, maar zijn in de linkerooghoek de turbines en radartoren van Noordland Buiten te zien. Kijkend naar rechts is het uitzicht strand en zee.

Visualisatie: huidig zichtveld links (incl. Bouwdokken)

Huidige beleving: De windturbines zijn onderdeel van het uitzicht over zee, maar niet zodanig prominent in beeld dat ze het uitzicht bepalen. Dit komt doordat de windturbines op enige afstand staan en alleen in het linkerdeel van het blikveld liggen. Er is sprake van strandgeluiden (zee, wind, mensen op het stand). Op deze locatie zijn de windturbines niet te horen en is er geen sprake van slagschaduw.

Effect plannen: Op onderstaande foto's zijn de scenario's ingetekend. Door de uitbreiding (in aantal en in hoogte) wordt het uitzicht op de turbines intensiever. Het uitzicht op de windparken breidt zich echter niet uit doordat de plannen zich concentreren op/rond de Oosterscheldekering. Hierdoor nemen de windparken geen groter deel van het blikveld in beslag en blijft het weidse uitzicht over zee intact.
Er zal geen sprake van slagschaduw zijn en niet of nauwelijks sprake van geluid door de turbines (zee- en strandgeluid overheersen)[8].

Visualisatie: zichtveld links inclusief Roggeplaat West (1 turbine) en Mattenhaven

Visualisatie zichtveld links inclusief Roggeplaat West (2 turbine) en Binnenhaven

Tabel 4.1 Effect beleving Westenschouwen

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Westenschouwen	+	-	-	-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

[8] Zie impact tekeningen van geluid en slagschaduw elders in de MER. Deze locatie valt binnen 37 dB (erg stil tot beperkt geluid).

Burghsluis

Beschrijving locatie: Onderstaande foto geeft het zichtveld recht naar voren weer vanaf Meeldijk bij Burghsluis. Op en rond deze locatie liggen diverse vakantieverblijven. Achter de dijk zijn de OSK windparken te zien. Het zichtveld links en rechts kijkt de dijk af, waarvan links richting de Oosterschelde met een parkeerterrein en jachthaven aan de oever.

Visualisatie: huidig zichtveld (incl. Bouwdokken)

Huidige beleving: Bij verblijf in dit vakantiehuis (of in de directe omgeving waarbij de turbines ook (deels) zichtbaar zijn) of tijdens het fietsen over de dijken zijn de OSK windparken onderdeel van het uitzicht. Doordat de windparken op afstand liggen (windpark Roggeplaat is het dichtstbij op ca. 3 km), overstemmen de windturbines het uitzicht niet, maar zijn er onderdeel van. De turbines zijn vanaf deze locatie niet te horen en ook is er geen sprake van slagschaduw.

Effect plannen: Zoals onderstaande foto illustreert, zullen de plannen het uitzicht op de windparken intensiever maken. Ook na uitvoering van de plannen zal er vanaf deze locatie geen sprake zijn van slagschaduw of geluid van de turbines.

Visualisatie zichtveld links inclusief Roggeplaat West, Poolvoet en Mattenhaven

Tabel 4.2 Effect beleving locatie Burghsluis

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Burghsluis	+	-	-	-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

Flaauwershaven

Beschrijving locatie: Langs deze locatie voert een fietsroute die de zuidoever van Schouwen-Duiveland volgt. Ook is bij Flaauwershaven een fietsknooppunt (nr. 90) te vinden. Kijkend naar links is de Zeelandbrug te onderscheiden (hemelsbreed op ruim 7 km.). Met de blik recht naar voren is de noordoever van Noord-Beveland te zien. Naar rechts kijkend is in de verte de Oosterscheldekering zichtbaar (dichtstbijzijnde punt is Roggeplaat, hemelsbreed op ca. 9 km.).

Afbeelding: huidig panoramabeeld

Huidige beleving: Vanaf deze locatie is er een weids uitzicht zoals bovenstaande foto illustreert. Hoewel in de verte enigszins zichtbaar, beperken de OSK windparken dit weidse uitzicht niet. De geluiden van het water, maar vooral de wind zijn overheersend. Op deze locatie zijn de windturbines niet te horen en is er geen sprake van slagschaduw.

Effect plannen: De plannen maken de OSK windparken beter zichtbaar (door uitbreiding en hogere tiphoogte) maar beperken desondanks het weidse uitzicht niet.

Tabel 4.3 Effect beleving locatie Flaauwershaven

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Flaauwerhaven	+/-	-	-	-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

4.2.2. Walcheren

Veerse Gatdam - strand en strandopgang

Beschrijving locatie: Kijkend naar links en recht naar voren is het uitzicht strand en zee. Kijkend naar rechts zijn de OSK windparken onderdeel van het uitzicht over het water. Onderstaande afbeelding geeft dit rechter zichtveld weer. Overigens is bewust gekozen voor een foto vanaf de strandopgang en niet vanaf het strand. Op het strand verdwijnt windpark Jacobahaven (deels) achter de duinen.

Visualisatie: huidig zichtveld rechts (incl. Bouwdokken)

Huidige beleving: Het strand en de strandopgang (incl. fietspad) geven een weids uitzicht over strand en zee. Hoewel zichtbaar, beperken de OSK windparken dit weidse uitzicht niet. Er is sprake van strandgeluiden (zee, wind, mensen op het strand). Op deze locatie zijn de windturbines niet te horen en is er geen sprake van slagschaduw.

Effect plannen: Op onderstaande foto's zijn de scenario's ingetekend. De plannen maken het uitzicht op de windparken intensiever (vanwege uitbreiding en hogere tiphoogte) maar beperken desondanks het weidse uitzicht niet. Dit komt doordat de plannen zich concentreren op/rond de Oosterscheldekering en hierdoor geen groter deel van het blikveld zullen innemen. Deze locatie zal geen invloed ondervinden van slagschaduw en geluid door de turbines.

Visualisatie: zichtveld rechts inclusief scenario's Poolvoet en Mattenhaven

Visualisatie: zichtveld rechts inclusief scenario's Poolvoet en Binnenhaven

Tabel 4.4 Effect beleving locatie Veerse Gatdam

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	slagschaduw
Veerse Gatdam	+	-	-	-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

4.2.3. Noord-Beveland

Schotsman en Rancho Grande

Beschrijving locatie: Deze locatie kent veel vakantieverblijven. Dit zijn met name bungalows/ vakantiewoningen, maar er is ook een jachthaven (Jachthaven Kamperland). Vanaf Schotsman (zowel de vakantiehuisparken als de Ruiterplaatweg) zijn de OSK windparken niet zichtbaar vanwege de begroeiing die in de zichtlijn staat. Vanaf het park Rancho Grande zijn er geen turbines zichtbaar vanwege de begroeiing. Vanaf de dijk bij Jachthaven Kamperland (waar Veerdam en Havenweg samenkomen) en vanaf dit punt de Ruiterplaatweg richting Jacobadijk, zijn er wel windturbines zichtbaar. Hier stopt de begroeiing (grotendeels) en is er een uitzicht over land met aan de horizon, achter de aanwezige begroeiing en bebouwing, windturbines (hemelsbreed op ruim 4 km. afstand). De te onderscheiden turbines behoren deels tot het windpark Camperwind[9] (5 turbines, niet van E-Connection) en OSK windpark Jacobahaven (3 turbines). Daarnaast zijn er enige rotorbladen te zien van de windparken die op grotere afstand liggen.

[9] De vijf windturbines van Camperwind zullen worden vervangen door nieuwe turbines die hierbij wat naar links verschuiven ten opzichte van de huidige situatie. Deze externe ontwikkeling is overigens in de MER meegenomen als autonome ontwikkeling.

Visualisatie: huidig zichtveld

Huidige beleving: Kenmerkend voor deze locatie is (waar de begroeiing niet overheerst) uitzicht over het eiland Noord-Beveland met akkers en boerderijen. Hoewel deels zichtbaar, beperken de OSK windparken dit weidse uitzicht niet. Daarbij behoren er ook windturbines die vooraan in het gezichtsveld staan tot windpark Camperwind (5 turbines, niet van E-Connection). Er is sprake van geluid van verkeer (Ruiterplaatweg).

Effect plannen: De plannen maken de OSK windparken beter zichtbaar vanaf de dijk bij Jachthaven Kamperland (m.n. vanwege hogere tiphoogte). Door hoogteverschillen in de Ruiterplaatweg en de begroeiing langs de kant van de weg (en voor de vakantieparken) zal de mate van zichtbaarheid en aanwezigheid van de turbines in het uitzicht echter sterk variëren. Vanaf de vakantieparken blijven de windparken niet zichtbaar.

Tabel 4.5 Effect beleving locatie Veerse Gatdam

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Schotsman en Rancho Grande	+/-	-	-	-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

Roompot Beachresort

Beschrijving locatie: Dit vakantiepark is aan twee kanten van de Hooidijk gelegen. Verreweg de meeste vakantieverblijven staan binnendijks. Buitendijks zijn o.a. een strand met strandhuisjes, jachthaven en bungalows gelegen. Binnendijks zijn de OSK windparken niet in beeld. Buitendijks zijn vanaf het strand en de jachthaven de windturbines overwegend wel zichtbaar. De mate van zichtbaarheid hangt sterk af van het standpunt – waar vanaf de Sophiaboulevard op de ene plek windturbines zichtbaar zijn, is er vijf stappen verderop niets te zien. Dit verschil wordt veroorzaakt door de dijk en de bungalows die tussen de Sophiaboulevard en Marinaweg staan.

Vanaf de jachthaven zijn in het linkerdeel van het gezichtsveld windturbines zichtbaar, tenminste, als deze te onderscheiden zijn tussen alle (witte) masten van de aangemeerde boten. Zie onderstaande foto.

Vanwege de masten zijn ter verduidelijking de turbines aangegeven op deze foto. De best zichtbare windturbines behoren tot Camperwind (niet van E-Connection).

Visualisatie: huidig zichtveld links zuidoosthoek jachthaven

Vanaf het strand (in het midden van het strand, aan de branding) is nagenoeg de hele Oosterscheldekering met windparken zichtbaar (uitzondering is windpark Jacobahaven). Zie onderstaande foto.

Visualisatie: huidig zichtveld links strand (incl. Bouwdokken)

Huidige beleving: Op het park is de zichtbaarheid van de OSK windparken (zeer) beperkt. In de jachthaven zijn er turbines zichtbaar, al behoren de dichtstbijzijnde turbines tot windpark Camperwind (niet van E-Connection). Vanaf het strand (inclusief strandhuisjes) zijn de OSK windparken onderdeel van het uitzicht maar alleen in het linker zichtveld. Hoewel zichtbaar, beperken de OSK windparken het weidse uitzicht vanaf het strand niet. Er is met name sprake van parkgeluiden (incl. jachthaven en strand). Op deze locatie zijn de windturbines niet te horen en is er geen sprake van slagschaduw.

Effect plannen: Onderstaande foto's geven de plannen weer. De beleving van de windparken wordt intensiever door de uitbreidingen (in aantal en in hoogte). Wel blijft het weidse uitzicht over de Oosterschelde in stand doordat de uitbreiding enkel plaatsvindt in het linker zichtveld (waar de

windparken reeds onderdeel van het uitzicht zijn). Er zal geen sprake van slagschaduw zijn en niet of nauwelijks sprake van geluid door de turbines (zee- en strandgeluid overheersen)[10].

Visualisatie: zichtveld links inclusief Poolvoet en Binnenhaven

Visualisatie: zichtveld links inclusief Poolvoet en Mattenhaven

Tabel 4.6 Effect beleving locatie Roompot Beachresort

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Roompot Beachresort	+	-	-	-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

Keihoogteweg

Beschrijving locatie: Langs de noordoever van Noord-Beveland liggen fietsroutes, zowel binnen- als buitendijks. Fietsers binnendijks zien de OSK windparken niet vanaf dit punt. Voor fietsers buitendijks zijn de windturbines onderdeel van het uitzicht. Onderstaand panoramabeeld illustreert dit uitzicht. In het

[10] Zie impact tekeningen van geluid en slagschaduw elders in de MER. Deze locatie valt binnen 37 dB (erg stil tot beperkt geluid).

linker zichtveld zijn de OSK windparken te onderscheiden (hemelsbreed op ca. 4,5 km.). Naar voren kijkend is het uitzicht de zuidoever van Schouwen-Duiveland met in de linker ooghoek het windpark Noordland Buiten. Kijkend naar rechts is de uitkijk tevens de zuidoever van Schouwen-Duiveland.

Abeelding: huidig panoramabeeld Keihoogteweg

Huidige beleving: Kenmerkend voor dit uitzicht is de weidsheid over het water en Schouwen-Duiveland dat zich aan de horizon aftekent. De OSK windparken zijn in de verte zichtbaar en beperken dit weidse uitzicht niet. De geluiden van het water, maar vooral de wind zijn overheersend.

Effect plannen: De plannen maken de OSK windparken beter zichtbaar en het uitzicht intensiever (vanwege uitbreiding en hogere tiphoogte) maar beperken desondanks het weidse uitzicht niet.

Tabel 4.7 Effect beleving locatie Keihoogteweg

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Keihoogteweg	+/-	-	-	-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

4.2.4. Oosterscheldekering

Parkeerplaats Deltapark Neeltje Jans

Beschrijving locatie: Deltapark Neeltje Jans is een dagattractie. Het park is nabij de OSK windparken gelegen. Onderstaande foto is richting windpark Neeltje Jans genomen. In het zichtveld links is windpark Noordland Buiten te zien, in het zichtveld rechts windpark Roggeplaat. Het gezichtsveld 180 graden draaiend komt windpark Bouwdokken in beeld.

Visualisatie: huidig zichtveld parkeerterrein

Huidige beleving: De Oosterscheldekering en (Deltapark) Neeltje Jans zijn symbool van water en wind (en de strijd hiertegen). Op deze locatie, omgeven door water en wind en midden tussen de windturbines, is dit alom tegenwoordig. Op deze locatie zijn de windturbines in principe te horen, maar zijn het geluid van het verkeer (N57) en de wind overheersend.

Effect plannen: Op onderstaande foto is één van de twee windturbines van windpark Poolvoet ingetekend die zichtbaar is vanuit dit zichtveld. Het effect hiervan is duidelijk – deze turbine is prominent aanwezig en zal het uitzicht (en geluid) intensiever maken.

Visualisatie: zichtveld parkeerterrein inclusief scenario Poolvoet

Tabel 4.8 Effect beleving locatie Deltapark Neeltje Jans

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Deltapark Neeltje Jans	+	+	+	+/-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

Kitestrand

Beschrijving locatie: Aan de zeekant van werkeiland Neeltje Jans ligt het kitestrand. De blik recht naar voren (met de duinen in de rug) geeft een weids uitzicht over zee. Kijkend naar links (richting Vrouwenpolder) zijn strand, duinen en windpark Noordland Buiten (inclusief radartoren) goed zichtbaar.

Kijkend naar rechts (richting Westenschouwen) zijn zee, strand en duinen zichtbaar met op de achtergrond turbines van windpark Neeltje Jans. Afhankelijk van de precieze plek waar je staat op het strand verdwijnen er turbines (deels) achter de duinen.

Afbeelding: huidig zichtveld richting Vrouwenpolder

Afbeelding: huidig zichtveld richting Westerschouwen

Huidige beleving: Kenmerkend voor deze locatie is het weidse uitzicht over de Noordzee. De beleving en het geluid van de wind en de zee zijn overheersend. In het rechter zichtveld, maar met name links zijn er duidelijk windturbines zichtbaar. Op deze locatie zijn de windturbines van Noordland Buiten enigszins te horen en is er geen sprake van slagschaduw.

Effect plannen: De plannen zullen de reeds zichtbare turbines prominenter aanwezig maken. De nieuwe locatie van turbines van windpark Noordland Buiten zouden wat verder van het strand komen te liggen dan momenteel het geval is. Desondanks zal door toename in hoogte van de turbines, het zichtveld in de richting van Vrouwenpolder intensiveren. Ook zal in de richting van Westenschouwen meer te zien zijn van de windparken die momenteel nog (grotendeels) achter de duinen liggen verscholen vanwege

uitbreiding en hogere tiphoogten. De scenario's versterken hierdoor het idee en bewustzijn van de aanwezigheid van windturbines. Het weidse uitzicht over zee verdwijnt echter niet. Daarnaast zal windpark Noordland Buiten voor geluid en slagschaduw kunnen zorgen op deze locatie, al is de mate hiervan is vergelijkbaar met de huidige situatie.

Visualisatie zichtveld richting Vrouwenpolder inclusief plannen Noordland Buiten

Visualisatie: zichtveld richting Westerschouwen inclusief scenario's (Neeltje Jans, Roggeplaat en Poolvoet)

Tabel 4.9 Effect beleving kitestrand

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Kitestrand	+	+	+/-	+/-

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

Sportvisserij vertrekpunt (Binnenhaven)
Beschrijving locatie: De Binnenhaven is vertrekpunt voor sportvis-/zeevis uitjes (en rondvaarten). Het uitzicht vanaf de zuidwesthoek is in eerste instantie de haven zelf. Met de blik naar links is achter de haven windpark Noordland Buiten zichtbaar. Naar voren kijkend zijn op de achtergrond turbines van windparken Neeltje Jans en Roggeplaat in beeld, maar met name windpark Bouwdokken maakt prominent onderdeel uit van het uitzicht. Kijkend naar rechts is achter de zuidelijke havenarm de noordoever van Noord-Beveland zichtbaar en windparken Jacobahaven en Camperwind (de laatste behoort niet tot E-Connection).

Visualisatie: huidig zichtveld zuidwesthoek Binnenhaven

Huidige beleving: Op deze locatie is in de eerste plaats een beleving van de haven en bijbehorende bedrijvigheid en diverse vissersboten aanwezig. In de tweede plaats speelt het gevoel omringd te zijn door water en wind, inclusief windturbines (m.n. Bouwdokken). Het geluid van het verkeer (N57) is erg aanwezig. Op deze locatie zijn de windturbines niet te horen en is er geen sprake van slagschaduw.

Effect plannen: Aan de binnenkant van de Oosterscheldekering behoren twee scenario's tot de mogelijkheid – 4 turbines rond de Binnenhaven, dan wel 4 turbines rond de Mattenhaven. Zie onderstaande afbeelding voor de visualisatie van beide scenario's. Bij het tot stand komen van één van deze scenario's zal (het idee van) de aanwezigheid van windturbines sterk toenemen. De windturbines zullen te horen zijn (m.n. bij het Binnenhaven scenario). Bij het Binnenhaven scenario zal er op deze locatie tevens sprake zijn van slagschaduw. In het achterhoofd dient gehouden te worden dat de recreatieve voorzieningen van de Binnenhaven enkel verzamel- en vertrekpunt zijn voor boten/rondvaarten zijn, wat de impact van deze twee scenario's op de beleving van deze locatie beperkt.

Visualisatie zichtveld inclusief scenario's (Poolvoet en Mattenhaven, scenario 1-2)

Visualisatie: zichtveld inclusief scenario's (Poolvoet en Binnenhaven, scenario 3-4)

Tabel 4.10 Effect beleving Binnenhaven

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizon	Geluid	Slagschaduw
Sportvisserij vertrekpunt (scenario 1, 2 Mattenhaven)	+	+	+/-	+/-
Sportvisserij vertrekpunt (scenario 3, 4 Binnenhaven)	+	+	+	+

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

4.3. Samenvattende conclusie

Uit de voorgaande paragraaf is het verwachte effect van de opschaling en uitbreiding met maximaal acht windturbines rondom de Oosterscheldekering op het toerisme in de nabijheid van de Oosterscheldekering meer inzichtelijk geworden. Hiervoor is de huidige en verwachte beleving geanalyseerd op tien locaties aan de hand van vier factoren: zichtbaarheid, intensivering blikveld, geluid en slagschaduw.

Uit ons onderzoek en locatiebezoek is gebleken dat de mate waarin de huidige windturbines zichtbaar zijn niet alleen zeer sterk afhankelijk is van de locatie, maar ook van de exacte positie op die locatie. De turbines zijn soms op een deellocatie goed te zien, maar enkele stappen verder en de turbines verdwijnen achter een woning of duin. Voor de meeste locaties is het zicht echter eenduidig.

In zijn algemeenheid neemt de zichtbaarheid van de turbines na realisatie van de plannen op elke locatie toe. Van meer slagschaduw en geluid is op twee van de tien locaties sprake: bij de Binnenhaven en bij Deltapark Neeltje Jans. Bij de Binnenhaven wordt dit veroorzaakt door het feit dat de windturbines in scenario 3 en 4 hier geplaatst worden. Bij Deltapark Neeltje Jans wordt dit veroorzaakt door de korte afstand tussen het parkeerterrein van Deltapark Neeltje Jans en de locatie Poolvoet. Voor deze twee dagrecreatieve locaties en het kitestrand is het verschil in beleving in vergelijking met de huidige situatie relatief het sterkst. Het gaat dan met name om de zichtbaarheid op deze locaties en de intensivering van het blikveld. Het geluid en de slagschaduw nemen hierbij beperkt toe (in het geval van Binnenhaven en Deltapark Neeltje Jans).

Op de overige zeven, vaak meer verblijfstoeristische locaties, speelt het effect van slagschaduw geen rol en het effect van geluid zeer beperkt. Wel is er meer zichtbaarheid van de turbines in de nieuwe situaties en wordt de intensiteit van windturbines aan de horizon versterkt. Op deze zeven locaties wordt naar ons inzicht de horizon door de realisatie van de plannen nergens zodanig geïntensiveerd dat er sprake is van beeldbepaling van de horizon. Het weidse uitzicht op deze locaties wordt door de plannen in elk geval niet belemmerd.

5. LITERATUURONDERZOEK EN CASE STUDIES

5.1. Inleiding

Al jaren buigen onderzoekers, overheden en lokale stakeholders zich over de vraag of en in hoeverre windparken effect hebben op toerisme. De stakeholders die verwachten dat windturbines een negatieve impact hebben op de toeristische sector worden voor het leesgemak in dit hoofdstuk aangeduid als 'tegenstanders'. De initiatiefnemers voor de bouw van windparken (uitvoerders, overheden, etc.) noemen we voor het gemak 'voorstanders'. Tussen de uitkomsten van impactstudies en de zorgen van de tegenstanders zitten vaak grote verschillen.

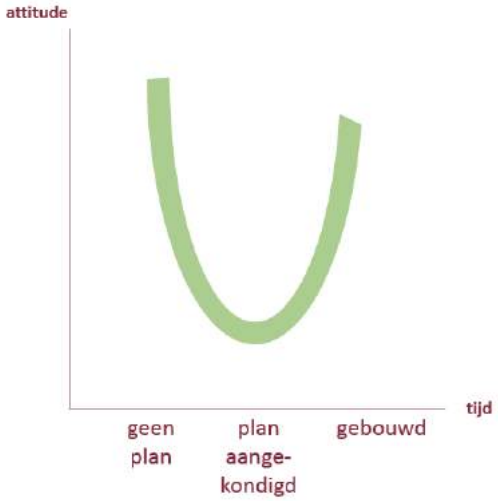
Naar het effect van windparken op de toeristische sector is een literatuuronderzoek uitgevoerd en eerder onderzoek naar dit onderwerp van ZKA is geactualiseerd. De uitkomsten worden onderbouwd en geïllustreerd aan de hand van vier casestudies.

Dit hoofdstuk bespreekt allereerst de algemene attitude van consumenten ten aanzien van windparken (5.2.). Vervolgens worden algemene onderliggende denkrichtingen die de attitude bepalen besproken (5.3.).De laatste paragraaf gaat in op het effect van windparken op toerisme aan de hand van enkele cases over de bezoekintentie van toeristen en aantoonbaar effect van windparken op de omvang van het toerisme (5.4.).

5.2. Attitude

Er is veel onderzoek gedaan naar de algemene houding van mensen ten opzichte van windenergie en windturbines. De uitkomst hiervan is over het algemeen positief. De laatste jaren is de bekendheid met windenergie, fossiele brandstofvoorraden en klimaatveranderingen gegroeid en is er meer positieve aandacht gekomen voor de zogenaamde energietransitie. De houding van mensen tegenover windenergie is echter dynamisch, wat zich laat illustreren in een U-vorm[11]. De figuur op de volgende pagina illustreert dat consumenten over het algemeen positief staat ten opzichte van windenergie. Wanneer echter bekend wordt dat er (in de buurt) plannen zijn voor een windpark neemt de scepsis en zorgen toe wat een negatief effect heeft op de attitude. Na de bouw draait de publieke opinie zich grotendeels weer om.

[11] Wolsink, M. (2007). Wind power implementation: the nature of public attitudes: equity and fairness instead of 'backyard motives'. *Renewable Sustainable Energy Rev.,* 11, pp.1188-1207.



Het NIMBY-effect (Not In My BackYard) is één van de verklarende factoren voor deze dynamische houding t.o.v. windparken. Het is echter te simplistisch om te stellen dat dit de enige factor is die meespeelt. Uit onderzoek komt naar voren dat o.a. ook meespelen: visuele impact, storend geluid, milieu effecten, mate van participatie van stakeholders, bekendheid met/mening over klimaatverandering, etc. De afstand van het windpark tot de stakeholders blijkt veel uit te maken. Offshore windparken die vanaf de kust niet zichtbaar zijn kennen over het algemeen de meeste steun. Echter, er zijn ook aanwijzingen voor YIMBY (Yes In My BackYard): mensen die dichterbij een windpark wonen hebben een positievere houding dan mensen die verder weg wonen.

Casestudy: Ruokolahti, Finland

De volgende case study laat zien hoe deze verschillen in houding in de praktijk tot uiting komen. In Finland is een studie gedaan naar hoe lokale bevolking en eigenaren van een tweede huis tegenover windenergie in het algemeen staan en de plannen voor een windpark in de buurt in het bijzonder[12]. Finland kent een aloude cultuur in het hebben van een tweede huis om daar de vrije tijd/vakantie door te brengen. De resultaten van deze studie zijn dat de algemene houding (positief) en kennis over windenergie vergelijkbaar zijn tussen inwoners en tweede huiseigenaren. Bij beide groepen gaat de voorkeur uit naar zonne-energie als bron. Windenergie werd door inwoners als tweede voorkeur uitgesproken, door tweede huiseigenaren als minst favoriet[13]. De tweede huiseigenaren dicht bij de planlocatie waren negatiever over de impact die ze verwachten dan inwoners (waaronder het effect op toerisme). Het grootste verschil was de impact op het landschap. Ruim 10% van de inwoners, maar de grote meerderheid van de tweede huiseigenaren, verwacht dat de kwaliteit van het landschap afneemt. Deze verschillen in houding tussen inwoners en tweede huiseigenaren verdwijnen wanneer de afstand tot de planlocatie groter is (meer dan 2 km).

Samenvattend

De attitude van stakeholders ten opzicht van windenergie is dynamisch en herstelt zich na realisatie van een windpark. De realiteit is complexer dan vaak wordt aangenomen. Stakeholders dichtbij een planlocatie staan niet per se negatiever tegenover (plannen voor) windparken. Ook zijn inwoners niet perse negatiever dan mensen die niet permanent verblijven. Paragraaf 5.4 gaat verder in op niet-permanent verblijf aan de hand van bezoekintentie en daadwerkelijk bezoekgedrag van toeristen.

---

12 Janhunen, S. et al. (2014). Owners of second homes, locals and their attitudes towards future rural wind farm. *Energy Policy*, 73, pp.450-460.

13 De verschillende bronnen waaruit gekozen kon worden zijn zonne-energie, windenergie, waterkracht, kernenergie en/of fossiele brandstoffen en bio-energie.

5.3. Denkrichtingen

Tegenstanders en voorstanders van windturbines in het landschap praten in de discussie over windparken en toerisme vaak langs elkaar heen. Voor- en tegenstanders beargumenteren hun zorgen aan de hand van bepaalde verhaallijnen of denkrichtingen.

Voorstanders kunnen hun denkrichtingen alleen baseren op een beperkt aantal (internationale) onderzoeken. Deze onderzoeken focussen zich met name op bezoekintentie. Dit verklaart echter voor een beperkt deel het uiteindelijke gedrag van toeristen (zie 5.4.). Tegenstanders stellen bij deze onderzoeken dat het belang van de unieke lokale context groot is, zodat internationale onderzoeken die betrekking hebben op windturbines op één bepaalde locatie niet algemeen geldend verklaard kunnen worden voor alle locaties.

Zo lopen voor- en tegenstanders vast in de discussie vanwege hun eigen aannames en redenaties. Om hierop in te springen en de verschillende argumenten op een rij te zetten, maken we gebruik van een onderzoek naar de onderliggende denkrichtingen van tegenstanders[14]. Dit onderzoek baseert zich op twee case studies van offshore windparken in Schotland en Duitsland, waarbij toerisme van groot belang is voor de lokale economie[15]. Uit interviews met de tegenstanders heeft de onderzoeker een vijftal overkoepelende verhaallijnen gedestilleerd, welke ook herkenbaar en van toepassing zijn op andere locaties. Deze verhaallijnen, oftewel denkrichtingen, worden hieronder toegelicht (in schuingedrukte tekst) en vervolgens geduid.

<u>Denkrichting 1 - visuele verstoring</u>
De schoonheid/aantrekkelijkheid van de natuur wordt gezien als zijnde intrinsiek aan toerisme. De natuur maakt een bestemming de moeite waard om te bezoeken, waaruit volgt dat plaatsen met ongerepte natuur aantrekkelijker zijn dan plaatsen waarin de natuur is 'verstoord'. De specifieke bezienswaardigheden en uitzichten van een bestemming worden minder aantrekkelijk door de toevoeging van windturbines is de gedachte hierachter.

Dat windturbines een visuele impact hebben op hun omgeving staat buiten kijf. De mate waarin er sprake is van verstoring of afnemende aantrekkelijkheid is echter subjectief. Belangrijk in deze verhaallijn is dat de bewoners/lokale ondernemers hierbij aannemen dat toeristen (hoewel die tijdelijk op de locatie verblijven) dezelfde (mate van) verstoring beleven als zijzelf. Indien er sprake is van verminderde aantrekkelijkheid door windparken en daardoor een afname van toerisme, dan zou dit aan te tonen zijn met bezoek- en overnachtingtingscijfers. Zie voor een nadere verkenning hiervan 5.4.

<u>Denkrichting 2 - verstoring van lokale identiteit</u>
Windparken passen niet bij het lokale landschap. De nadruk ligt op een open horizontale horizon, daar past verticale inmenging niet bij. Dit zou afbreuk doen aan de lokale identiteit en culturele karakter wat de bestemming minder aantrekkelijk maakt.

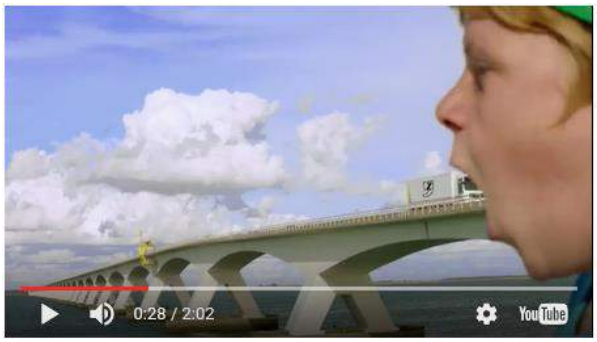
In het geval van de OSK windparken is dit punt minder relevant. Windturbines maken al decennia onderdeel uit van het lokale landschap en zijn daardoor eerder onderdeel van de lokale identiteit geworden dan een verstoring ervan.

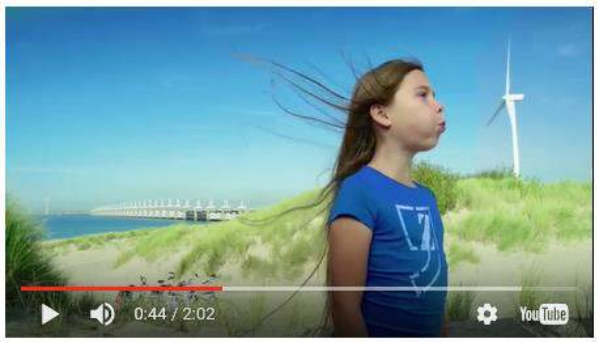
---

[14] Rudolph, D. (2014). The resurgent conflict between offshore wind farms and tourism: underlying storylines. *Scottish Geographical Journal*, 130(3), pp.168-187.

[15] Argyll Array offshore windfarm in Schotland (welke is opgeschort wegens gebrekige financiële uitvoerbaarheid) en Baltic 1 Offshore Windpark in Duitsland.

Dit is bijvoorbeeld terug te zien in het promotie- en beeldmateriaal van VVV Zeeland, zoals onderstaande clips uit de officiële promotiefilm. In deze video worden verschillende Zeeuwse iconen speels in beeld gebracht en spelen strand, zee en wind een hoofdrol.





Denkrichting 3 - de 'constructie' van toeristen en bezoekers
Tegenstanders construeren een aanname van 'de toerist' en waar deze voor komt. 'De toerist' is op zoek naar ongerepte natuur, rust, weidse uitzichten, etc. Windparken staan in de weg om aan de behoeften van 'de toerist' te voldoen.

Deze aanname gaat voorbij aan de vele verschillende behoeften, motieven en criteria die om de hoek komen kijken wanneer toeristen bestemmingen selecteren en bezoeken. In werkelijkheid bestaat 'de toerist' niet. Waarom een bestemming wordt bezocht hangt van vele factoren af waaronder beschikbare tijd en budget, reisgezelschap, leefstijl van toerist, het weer, wat voor type vakantie de voorkeur heeft, etc. De mate waarin een potentiële bezoeker windparken storend vindt speelt dus, net als allerlei andere factoren, een bijrol.

Denkrichting 4 - verstoring van recreatieve activiteiten
De windparken (incl. bouw en onderhoud) verstoren, interfereren en limiteren recreatieve activiteiten. Dit verwijst in de case studies voornamelijk naar de verschillende watersporten die worden gedaan en die in ruimte (en veiligheid) belemmerd worden doordat er windturbines in het water staan.

Allereerst dient opgemerkt te worden dat de OSK windparken niet offshore zijn zoals wel het geval is bij die casestudies. De Binnenhaven als opstap-/startpunt voor rondvaarten en sportvissen zal hierdoor geen hinder ondervinden. Eerder onderzoek[16] heeft aangetoond dat er geen aanwijzingen zijn dat windparken een negatief effect hebben op het aantal bezoekers van Deltapark Neeltje Jans en dat er zelfs kansen liggen voor de ontwikkeling van een thematische attractie op het gebied van windenergie. Er is ten aanzien van verstoring van recreatieve activiteiten wel (mogelijke) hinder voor kiters op het kitestrand. De rotorbladen veroorzaken een soort windkolk die niet gunstig is voor het kiten[17].

Denkrichting 5 - impact op flora en fauna:
Tegenstanders maken zich zorgen over de negatieve gevolgen die windturbines kunnen hebben op de flora en fauna op de locatie.

De milieu-effect rapportage ondervangt dergelijke vragen in het geval van dit project.

16 ZKA, 2011. *Onderzoek verwachte effecten Windpark Bouwdokken op Deltapark Neeltje Jans*.

17 Over het huidige effect en het te verwachten effect van de nieuwbouw- en vervangingsplannen op het beoefenen van kitesport op de huidige locatie kunnen wij op grond van onze expertise geen nadere uitspraken doen.

Daarnaast hangt deze denkrichting deels samen met die van de 'constructie van toeristen' (*Toeristen komen voor de ongerepte natuur en specifieke doelgroepen (zoals vogelaars in de casestudies) zullen weg blijven*), zie hiervoor de duiding van verhaallijn 3.

Samenvattend

Inzicht in de zorgen van tegenstanders, helpt bij het planningsproces. Door het ontrafelen van onderliggende discoursen kan er gericht en constructief worden gekeken of de zorgen terecht zijn of niet. Visuele verstoring is in veel gevallen de grootste reden tot zorg en in het geval van de OSK windparken ook de meest relevante. In hoeverre een door windturbines 'verstoord' landschap toeristen daadwerkelijk afhoudt, wordt besproken in de volgende paragraaf. Ook het geluid en de slagschaduw die turbines veroorzaken geven aanleiding tot mogelijke (negatieve) ervaring. In hoofdstuk 4 is voor elk van de bezochte locaties aangegeven wat het effect van de plannen zijn op de beleving van het uitzicht, geluid en slagschaduw.

5.4. Effect van windparken op toerisme

Bezoekintentie

Om te meten wat het effect van een windpark zal zijn op de toeristische sector, richten veel studies zich op de bezoekintentie van toeristen. De meerderheid van deze studies toont een (zeer) beperkt negatief effect aan van windparken op de bezoekintentie. Enkele studies tonen zelfs het tegenovergestelde aan, namelijk dat windparken een toeristische attractie kunnen zijn[18].

Casestudy Friese IJsselmeerkust

In 2014 heeft ZKA onderzoek[19] gedaan naar het effect van een windpark[20] op de bezoekintentie van toeristen voor Makkum en Stavoren. Uit het onderzoek blijkt dat het windpark geen significant effect heeft op de bezoekintentie van dagrecreanten voor Makkum. Voor Stavoren komt de bezoekintentie met en zonder windpark vrijwel overeen. Ook onder verblijfstoeristen neemt de bezoekintentie niet significant af onder invloed van het windpark.

Het nadeel van onderzoek naar bezoekintentie is echter dat de relatie met het daadwerkelijk gedrag beperkt is. De bezoekintentie verklaart maar voor 22% het verschil tussen gedrag en intentie[21]. Het overige deel wordt dus bepaald door andere factoren. Voorbeelden van dergelijke factoren zijn het weer, vakantiebudget, beschikbaarheid van alternatieve bestemmingen, houding t.o.v. windparken, type vakantieganger, etc. Dit maakt dat enkel bezoekintentie geen betrouwbare uitkomst is om het effect van windparken op toeristisch bezoek aan te tonen.

Effect op overnachtingscijfers

Studies die toeristische bezoek- en bezettingscijfers en de aanwezigheid van windparken over meerdere jaren met elkaar vergelijken zijn ons inziens het meest bruikbaar en veelzeggend om uitspraken te doen over het effect van windparken op toerisme. Twee casestudies met een dergelijke aanpak staan hierna beschreven.

---

18 Zie o.a. bevindingen uit ZKA, 2011. *Onderzoek verwachte effecten Windpark Bouwdokken op Deltapark Neeltje Jans.* en Frantál and Kunc (2011). Wind turbines in tourism landscapes. *Annals of Tourism Research*, 38(2), pp.499-519.

19 ZKA, 2014. *Onderzoek effecten van Windpark Fryslân op het toerisme langs de Friese IJsselmeerkust.*

20 Offshore windpark van 89 turbines.

21 Armitage and Conner (2001).

Casestudy: gemeenten in Duitsland

Een studie[22] naar het effect van windparken op toerisme in Duitse gemeenten over de jaren 2008-2012 toont een negatieve impact aan[23]. De kustregio vormt hierop echter een uitzondering.
Het onderzoek geeft opvallend genoeg een positief effect aan tussen het aantal turbines en het toerisme in de kustregio. Redenen die hier voor worden aangedragen zijn zogenaamd *(green) energy tourism* waarbij bezoekers worden aangetrokken omdat ze geïnteresseerd zijn in groene/windenergie, of uit nieuwgierigheid doordat in regio/land van herkomst weinig turbines zijn. De onderzoekers geven zelf echter aan dat ze het meest plausibel achten dat er sprake is van een *verplaatsingseffect*. Dit houdt in dat toeristen graag de kust willen bezoeken, maar dat ze in plaats van een locatie met veel en goed zichtbare turbines kiezen voor een locatie in de directe omgeving waar turbines minder prominent aanwezig zijn. Doordat de wens in de eerste plaats is om aan de kust te verblijven, is de afstand waarop de verplaatsing effect heeft dus gering (in vergelijking met bestemmingen in het binnenland). Hierdoor blijft ondanks de bouw van windturbines, het toeristisch verblijf op peil in de kustregio.

Casestudy regio IJmuiden/Velsen

ZKA heeft in 2005 en 2011 onderzoek gedaan naar het effect van een windpark op het toerisme in IJmuiden/Velsen[24]. In de periode 2007-2008 is dit park[25] gebouwd en in gebruik genomen. De toeristische overnachtingen namen in de periode 2004-2010 toe van ca. 175.000 tot 189.000. Dit is een toename van 8%. Het aantal dagbezoeken is over dezelfde periode licht gedaald van 4,1 miljoen bezoeken naar 3,9 miljoen. Dit was met name het effect van minder wandelen en fietsen. Het strandbezoek is in die periode juist fors toegenomen.

Om bovenstaande ontwikkeling in overnachtingen te kunnen duiden is het volume-effect van de studie vergeleken met ontwikkelingen in de provincie Noord-Holland en Nederland[26] (zie tabel 4). Doordat ZKA en het CBS verschillende onderzoekmethoden en definities hanteren, is het aantal overnachtingen in de gemeente Velsen aangepast naar de CBS-definitie en wijkt in onderstaande tabel daarom af van bovengenoemd getal. [27]. Uit onderstaande tabel blijkt dat de ontwikkeling van het verblijfstoerisme in de gemeente Velsen aanzienlijk forser is geweest dan de provinciale en landelijke trend.

Tabel 5.1 Overnachtingen Gemeente Velsen, Noord-Holland en landelijk (CBS-definitie)

Item	Gemeente Velsen	Noord-Holland[28]	Nederland
Overnachtingen 2004	131.925	9.383.100	76.819.900
Overnachtingen 2010	166.330	10.235.000	80.999.200
Ontwikkeling	+8% (indien CBS definitie zelfs 26%)	+9%	+5%

Gesprekken met ondernemers in de toeristische verblijfssector in de gemeente Velsen[29] bevestigen de bevinding dat het windpark geen negatief effect heeft gehad op toeristisch verblijf in de regio.

---

22 Broekel, T. and Alfken, C. (2015). Gone with the wind? The impact of wind turbines on tourism demand. *Energy Policy*, 86, pp.506-519.

23 Dit significante effect in het model van het onderzoek vertaalt zich echter niet perse in lagere bezettingscijfers van toeristische verblijfsaccommodaties. Het onderzoek toont bijvoorbeeld geen significant verschil aan tussen de groei van bezettingscijfers in 100 gemeenten met de hoogste dichtheid van windturbines in een straal van 10 km. en 100 gemeenten met de laagste dichtheid.

24 ZKA, 2005; 2011. Economische effectmeting toerisme en recreatie IJmond.

25 Prinses Amalia Windpark. Offshore, bestaat uit 60 turbines.

26 CBS, 2011.

27 Toeristische overnachtingen, exclusief overnachtingen in jachthavens en overnachtingen op vaste plaatsen op campings.

28 Hotelontwikkelingen in Amsterdam zijn niet meegenomen omdat deze een aparte positie binnen de sector innemen.

29 Deze accommodaties liggen vrijwel direct achter de duinen en hebben zicht op het windpark.

Samenvattend

Bezoekintentie verklaart slechts voor een beperkt deel het daadwerkelijke gedrag van toeristen. Daarom zeggen overnachtingscijfers meer over het effect van windparken op toerisme. De twee casestudies tonen aan dat er geen sprake is van een afname van het aantal overnachtingen aan de kust, ondanks de aanwezigheid en uitzicht op windturbines. Anderzijds had het bezoek zonder turbines mogelijk harder kunnen stijgen of was het bezoek niet gestagneerd. We kunnen dus niet meer concluderen dat bij een stabilisatie of stijging van het bezoekcijfer, de invloed van windturbines derhalve niet overwegend negatief is geweest.

Wel kan er sprake zijn van een verplaatsingseffect waarbij toeristen kiezen voor een andere accommodatie in de directe omgeving, die minder dicht bij het windpark is gevestigd. Ons zijn echter geen onderzoeken bekend die dit type effect nader onderzoeken.

6. CONCLUSIES

Op basis van het onderzoek naar de beleving en de cases uit de literatuurstudie trekken we een aantal conclusies.

Impact op uitzicht
Windturbines maken reeds onderdeel uit van het landschap /het uitzicht op de Oosterscheldekering. Dit uitzicht zal door de nieuwbouw- en opwaarderingsplannen intensiever worden. Aan de huidige 22 windturbines (inclusief Bouwdokken) worden er zeven of acht toegevoegd, een groei van ongeveer 35% in het aantal. Tussen 2020-2027 worden 15 van de windturbines die er voorjaar 2017 reeds stonden vervangen, waarbij de hoogte van deze windturbines zal toenemen tot een tiphoogte van 210 meter. Dit betekent dat het uitzicht op (een deel van de) de Oosterscheldekering zal worden geïntensiveerd door meer en hogere windturbines. Door de bouw en opwaardering kan op plaatsen waar de turbines nu deels of niet zichtbaar zijn (doordat deze bijvoorbeeld achter de duinen, begroeiing, bebouwing wegvallen) deze in de toekomst wel zichtbaar worden.

Ondanks dat de windturbines prominenter onderdeel zouden gaan uitmaken van het uitzicht, beperkt de toename van het aantal turbines en de hogere tiphoogte het weidse uitzicht niet. Dit komt doordat de bouw en opwaardering geconcentreerd blijven in de directe omgeving van de Oosterscheldekering. De OSK windparken nemen daardoor in te toekomst voor de meeste locaties niet een significant groter deel van het zichtveld in beslag. Deze bevinding wordt ondersteund door de zichthoek analyse, zie bijlage in de MER[30]. Wel wordt op drie locaties (Kitestrand, Deltapark Neeltje Jans en Binnenhaven) het beeld van de windturbines sterker dan gemiddeld geïntensiveerd en zal er sprake zijn van iets meer geluid en iets meer slagschaduw. De tabel geeft het overzicht.

Tabel 6.1 Impact op uitzicht

Locatie	Meer zichtbaarheid	Turbines beslaan groot deel van blikveld/horizonG	Geluid	Slagschaduw
Westenschouwen	+	-	-	-
Burghsluis	+	-	-	-
Flaauwershaven	+/-	-	-	-
Veerse Gatdam	+	-	-	-
Schotsman en Rancho Grande	+/-	-	-	-
Roompot Beachresort	+	-	-	-
Keihoogteweg	+/-	-	-	-
Deltapark Neeltje Jans	+	+	+	+/-
Kitestrand	+	+	+/-	+/-
Sportvisserij vertrekpunt (scenario 1, 2 Mattenhaven)	+	+	+/-	+/-
Sportvisserij vertrekpunt (scenario 3, 4 Binnenhaven)	+	+	+	+

+ er is sprake van; **–** er is geen sprake van; **+/-** er is enigszins of mogelijk sprake van

[30] Vanuit vier zichtpunten (Westenschouwen, Zierikzee, Wissenkerke en Oostkapelle) zijn de zichthoeken berekend. Alleen vanaf Westenschouwen neemt na realisatie van de plannen de zichthoek van windturbines meer dan de helft van het zichtveld in beslag. Ter vergelijking, het huidig zichtveld is reeds bijna de helft.

Impact op toeristische verblijfseconomie
Uit de literatuurstudie zijn geen onderzoeken naar voren gekomen die een directe relatie aantonen tussen de aanwezigheid van windturbines en toerisme. Dit heeft alles te maken met de attitude van consumenten ten aanzien van windturbines, die sterk verschilt per persoon. Verder is bezoekintentie niet per definitie een goed voorspelbare indicator van toeristisch bezoek. Een algemene aanname of richtlijn voor het effect van windturbines en de beleving van het uitzicht op toeristisch bezoekgedrag (voor een na realisatie van windturbines) is niet aanwezig.

Voor het beoordelen van het effect baseren we ons op de visie die we hebben op de beleving, de diverse scenario's en de visualisatie van de windturbines in foto's van het huidige landschap.

Ons inziens maken de windturbines reeds een belangrijk onderdeel uit van het landschap rondom de Oosterscheldekering. Het uitzicht /het blikveld wordt na realisatie van de plannen intensiever bepaald door de nieuwe en hogere windturbines. Op vrijwel geen enkele locatie leidt dit ertoe dat voor het uitzicht /de beleving het totaal aan windturbines beeldbepalend wordt en dus mogelijk een substantieel effect zou kunnen hebben op de verblijfstoeristische sector.

Het is wel denkbaar dat er sprake zal zijn van een verplaatsingseffect. Het is niet ondenkbaar dat een verblijfsaccommodatie met het huidige uitzicht op de windparken geen effect ondervindt, maar als het uitzicht intensiever wordt door uitbreiding en opschaling dat de voorkeur van toeristen voor deze locatie afneemt – met andere woorden: i.p.v. te kiezen voor toeristische verblijven met een intensiever beeld van windparken, hebben andere locaties in de directe omgeving de voorkeur. Dit bleek ook uit een studie die wij deden voor de provincie Fryslân. Hierdoor kunnen de effecten voor individuele ondernemers/eigenaren wel (licht) negatief zijn, maar voor verblijfstoeristische sector op Vrouwenpolder, Schouwen-Duiveland en Noord Beveland verwachten wij op totaalniveau geen substantiële effecten.

Omdat op drie locaties (Deltapark Neeltje Jans, Kitestrand en Binnenhaven) de turbines wel prominenter aanwezig zullen zijn (en bij Deltapark Neeltje Jans en Binnenhaven ook leiden tot iets meer geluid en slagschaduw) adviseren we E-connection te kijken naar mogelijkheden om op deze drie locaties de effecten zoveel mogelijk te beperken.

Bijlagerapport J

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: Opt OSK autonoom

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,040 Offshore & Water areas

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	6.261	8,9	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	295.517,2	265.965,5	324.613,7	91,0	37,9	11.081,9	3.325	8,5

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 24 new WTGs with total 80,0 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	8.661,6	7.795	90,96	7,96
2 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	8.559,5	7.704	89,25	7,98
3 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	8.844,8	7.960	92,91	7,95
4 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.573,8	8.616	89,35	8,46
5 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.817,0	8.835	91,11	8,49
6 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.204,2	9.184	95,01	8,47
7 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.002,7	9.002	94,18	8,42
8 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.210,2	9.189	92,37	8,61
9 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.305,2	9.275	93,72	8,59
10 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.083,4	9.075	91,72	8,59
11 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.832,2	8.849	90,00	8,56
12 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.554,1	7.699	90,41	8,62
13 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.431,5	7.588	90,18	8,55
14 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.191,1	7.372	88,46	8,50
15 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.331,9	7.499	89,48	8,52
16 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.906,5	16.116	94,25	8,74
17 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.355,2	15.620	91,08	8,75
18 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.320,7	15.589	90,56	8,78
19 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.604,4	15.844	92,30	8,77
20 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	16.916,3	15.225	88,61	8,77
21 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.057,6	15.352	89,05	8,79
22 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.675,6	15.908	92,74	8,76
23 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.017,7	15.316	88,94	8,78
24 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.060,0	15.354	89,39	8,76

*) Included in array losses is influence from 4 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: Opt OSK autonoom

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008 X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (24)
2	New	37.360	402.567	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (25)
3	New	36.890	402.248	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (26)
4	New	36.970	404.950	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (47)
5	New	36.683	405.159	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (48)
6	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (49)
7	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (50)
8	New	38.358	406.693	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (70)
9	New	38.070	407.058	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (71)
10	New	38.369	407.430	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (72)
11	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (73)
12	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
13	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
14	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
15	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
16	New	39.716	405.378	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (85)
17	New	40.064	405.778	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (86)
18	New	40.355	406.180	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (87)
19	New	39.195	405.809	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (88)
20	New	39.519	406.211	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (89)
21	New	39.893	406.586	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (90)
22	New	38.781	406.093	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (91)
23	New	39.093	406.485	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (92)
24	New	39.478	406.907	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (93)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: Opt OSK autonoom

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,040 Offshore & Water areas

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	6.261	8,9	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	295.517,2	265.965,5	324.613,7	91,0	37,9	11.081,9	3.325	8,5

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 4 reference WTGs with total 12,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.933,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.680,0	0
27 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.831,3	0
28 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.853,3	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

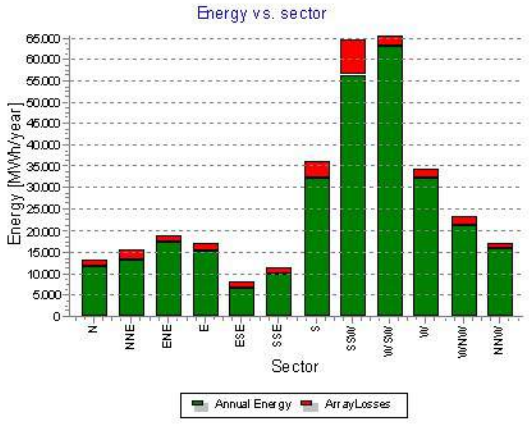
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
26	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		
27	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
28	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		

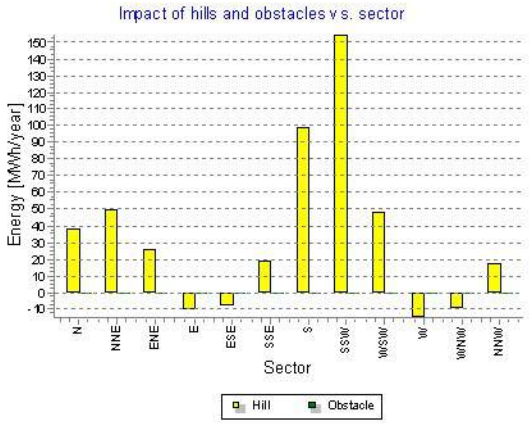
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: Opt OSK autonoomWTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	12.899,8	15.422,6	18.892,6	17.096,7	8.238,0	11.183,9	36.115,3	64.185,0	65.483,9	34.474,7	23.242,1	16.969,0	324.203,4
+Increase due to hills	[MWh]	38,3	50,2	25,7	-10,9	-7,5	18,5	99,8	154,4	48,3	-15,1	-9,3	17,9	410,3
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.158,6	2.522,4	1.457,5	1.754,3	1.481,0	1.276,0	3.822,1	7.996,5	2.432,9	2.155,5	2.010,8	1.028,9	29.096,5
Resulting energy	[MWh]	11.779,5	12.950,3	17.460,8	15.331,5	6.749,6	9.926,4	32.392,9	56.342,9	63.099,3	32.304,1	21.221,9	15.957,9	295.517,2
Specific energy	[kWh/m²]													1.441
Specific energy	[kWh/kW]													3.694
Increase due to hills	[%]	0,3	0,3	0,1	-0,1	-0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,13
Decrease due to array losses	[%]	9,0	16,3	7,7	10,3	18,0	11,4	10,6	12,4	3,7	6,3	8,7	6,1	8,96
Utilization	[%]	30,1	30,5	34,5	32,4	32,4	34,9	28,5	25,2	22,1	23,6	20,8	27,6	25,7
Operational	[Hours/year]	447	519	631	599	401	452	904	1.389	1.241	768	557	530	8.437
Full Load Equivalent	[Hours/year]	147	162	218	192	84	124	405	704	789	404	265	199	3.694



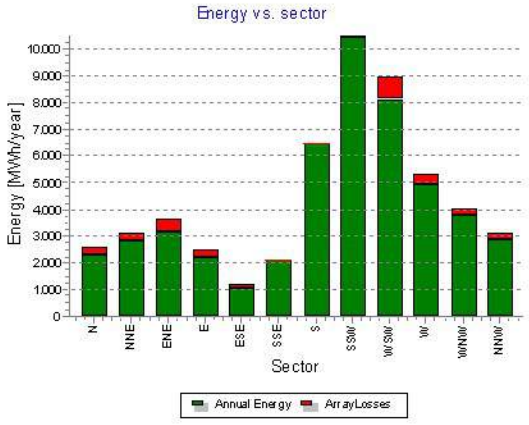


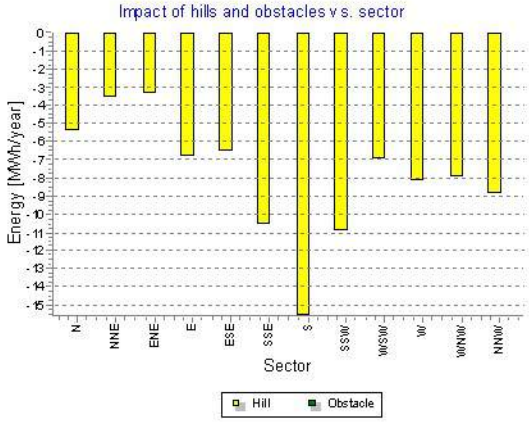
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: Opt OSK autonoomWTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	2.595,9	3.132,2	3.668,8	2.522,4	1.208,7	2.140,2	6.505,8	10.531,8	8.996,5	5.338,6	4.051,1	3.164,3	53.856,3
+Increase due to hills	[MWh]	-5,4	-3,5	-3,3	-6,8	-6,5	-10,6	-15,6	-10,8	-6,9	-8,1	-7,9	-8,9	-94,4
-Decrease due to array losses	[MWh]	243,4	258,8	509,2	288,7	123,0	19,2	0,0	84,5	856,2	359,0	234,5	272,7	3.249,1
Resulting energy	[MWh]	2.347,1	2.869,9	3.156,3	2.226,9	1.079,3	2.110,5	6.490,2	10.436,4	8.133,4	4.971,5	3.808,7	2.882,7	50.512,8
Specific energy	[kWh/m²]													1.179
Specific energy	[kWh/kW]													4.209
Increase due to hills	[%]	-0,2	-0,1	-0,1	-0,3	-0,5	-0,5	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,18
Decrease due to array losses	[%]	9,4	8,3	13,9	11,5	10,2	0,9	0,0	0,8	9,5	6,7	5,8	8,6	6,04
Utilization	[%]	24,9	29,4	29,6	33,4	36,9	38,6	31,9	28,6	23,9	23,6	18,4	23,3	26,6
Operational	[Hours/year]	456	527	646	589	406	511	976	1.414	1.173	749	570	542	8.557
Full Load Equivalent	[Hours/year]	196	239	263	186	90	176	541	870	678	414	317	240	4.209





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Opt OSK autonoomWTG: 1 - VESTAS V90 3000 90.0 !O! Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009, Hub height: 80,0 m

Name: Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30-6-2009	EMD	23-8-2004	24-9-2010	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,47

Estimated power curves and Ct values based on item no: 0000-5450 V04 2009-06-30.
Please contact Vestas for information on latest power curve.

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]	3.344	5.435	7.674	9.840	11.792	13.440
VESTAS V90 3000 90.0 !O! Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	[MWh]	3.302	5.361	7.570	9.712	11.640	13.261
Check value	[%]	1	1	1	1	1	1

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

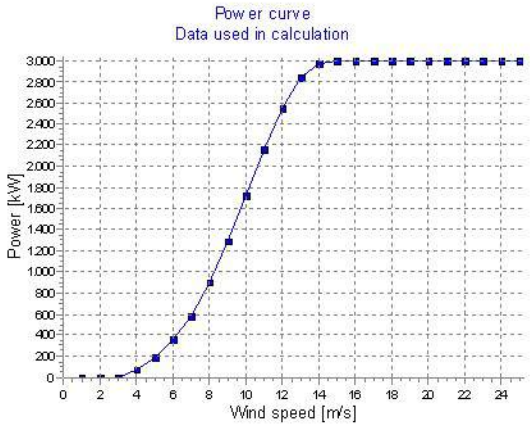
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

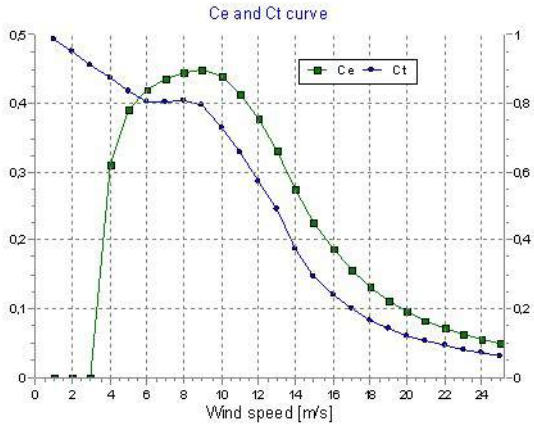
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
4,0	77,0	0,31	4,0	0,87
5,0	190,0	0,39	5,0	0,84
6,0	353,0	0,42	6,0	0,81
7,0	581,0	0,43	7,0	0,81
8,0	886,0	0,44	8,0	0,81
9,0	1.273,0	0,45	9,0	0,80
10,0	1.710,0	0,44	10,0	0,73
11,0	2.145,0	0,41	11,0	0,66
12,0	2.544,0	0,38	12,0	0,57
13,0	2.837,0	0,33	13,0	0,49
14,0	2.965,0	0,28	14,0	0,38
15,0	2.995,0	0,23	15,0	0,30
16,0	3.000,0	0,19	16,0	0,24
17,0	3.000,0	0,16	17,0	0,20
18,0	3.000,0	0,13	18,0	0,17
19,0	3.000,0	0,11	19,0	0,14
20,0	3.000,0	0,10	20,0	0,12
21,0	3.000,0	0,08	21,0	0,10
22,0	3.000,0	0,07	22,0	0,09
23,0	3.000,0	0,06	23,0	0,08
24,0	3.000,0	0,06	24,0	0,07
25,0	3.000,0	0,05	25,0	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,234 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	0,0	0,00	2,50- 3,50	5,3	5,3	0,1
4,0	78,0	0,31	3,50- 4,50	50,4	55,6	0,6
5,0	191,9	0,39	4,50- 5,50	156,2	211,8	2,4
6,0	356,1	0,42	5,50- 6,50	321,9	533,7	6,2
7,0	585,9	0,44	6,50- 7,50	547,5	1.081,3	12,5
8,0	893,1	0,44	7,50- 8,50	804,6	1.885,9	21,8
9,0	1.282,7	0,45	8,50- 9,50	1.036,8	2.922,7	33,7
10,0	1.722,1	0,44	9,50-10,50	1.173,6	4.096,3	47,3
11,0	2.159,0	0,41	10,50-11,50	1.171,4	5.267,7	60,8
12,0	2.556,3	0,38	11,50-12,50	1.037,4	6.305,1	72,8
13,0	2.842,9	0,33	12,50-13,50	817,5	7.122,6	82,2
14,0	2.966,5	0,28	13,50-14,50	578,9	7.701,5	88,9
15,0	2.995,3	0,23	14,50-15,50	378,6	8.080,1	93,3
16,0	3.000,0	0,19	15,50-16,50	235,9	8.316,0	96,0
17,0	3.000,0	0,16	16,50-17,50	143,1	8.459,1	97,7
18,0	3.000,0	0,13	17,50-18,50	85,4	8.544,4	98,6
19,0	3.000,0	0,11	18,50-19,50	50,4	8.594,9	99,2
20,0	3.000,0	0,10	19,50-20,50	29,6	8.624,4	99,6
21,0	3.000,0	0,08	20,50-21,50	17,2	8.641,6	99,8
22,0	3.000,0	0,07	21,50-22,50	9,9	8.651,5	99,9
23,0	3.000,0	0,06	22,50-23,50	5,7	8.657,2	99,9
24,0	3.000,0	0,06	23,50-24,50	3,2	8.660,4	100,0
25,0	3.000,0	0,05	24,50-25,50	1,2	8.661,6	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: Opt OSK autonoomSite Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

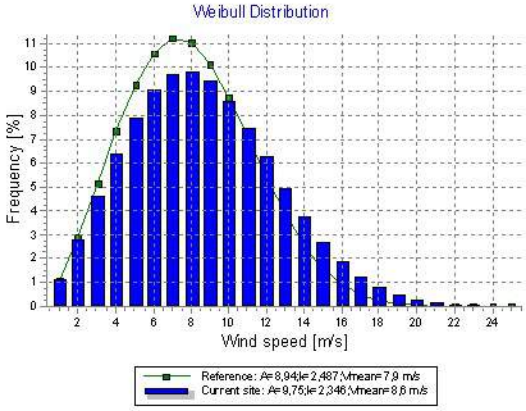
Calculation: Opt OSK autonoomWind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 80,0

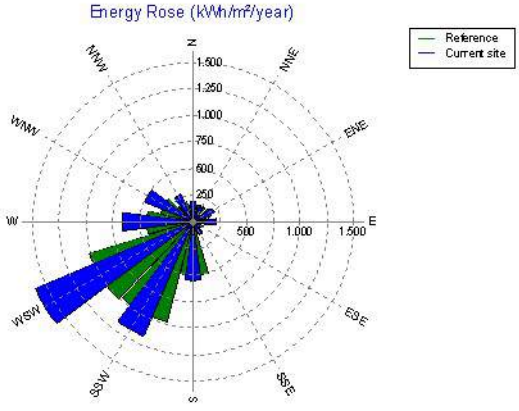
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

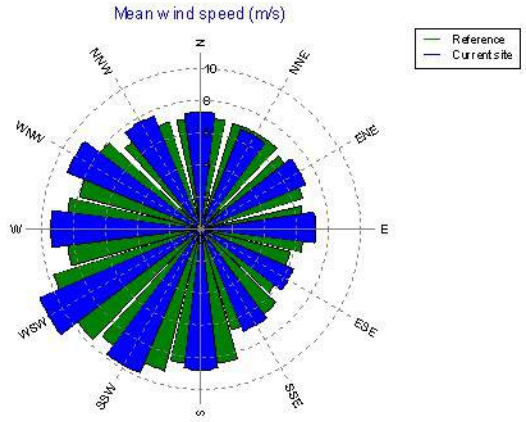
Wind statistics
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

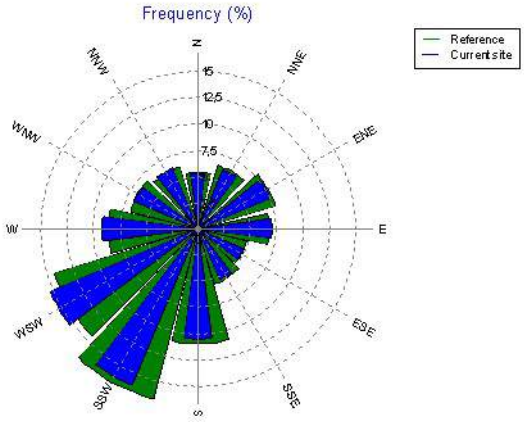
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,19	7,25	2,193	5,3	7,84	2,311	5,4
1 NNE	7,55	6,72	2,732	6,2	7,80	2,809	6,3
2 ENE	8,02	7,14	2,826	7,5	7,48	2,886	7,7
3 E	8,09	7,18	2,541	7,1	7,24	2,608	6,8
4 ESE	7,14	6,33	2,432	4,8	6,55	2,574	4,8
5 SSE	7,76	6,91	2,744	5,2	7,43	2,750	5,4
6 S	9,84	8,77	2,861	10,5	9,44	2,923	11,0
7 SSW	10,98	9,80	2,951	16,2	10,23	3,011	16,8
8 WSW	12,34	10,99	2,826	15,3	10,86	2,886	14,3
9 W	10,63	9,43	2,475	9,2	9,48	2,565	8,6
10 WNW	10,30	9,12	2,115	6,6	8,92	2,198	6,7
11 NNW	8,67	7,68	2,092	6,3	7,86	2,230	6,2
All	9,75	8,64	2,346	100,0	8,94	2,487	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Opt OSK autonoomWind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

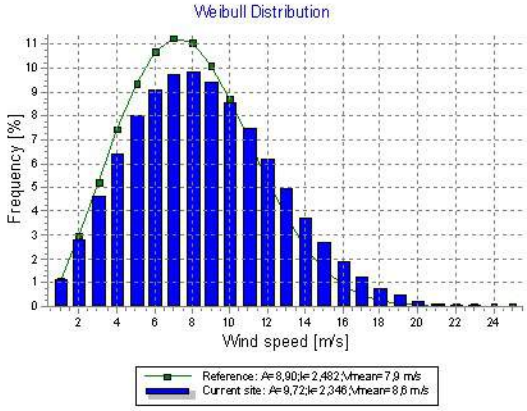
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

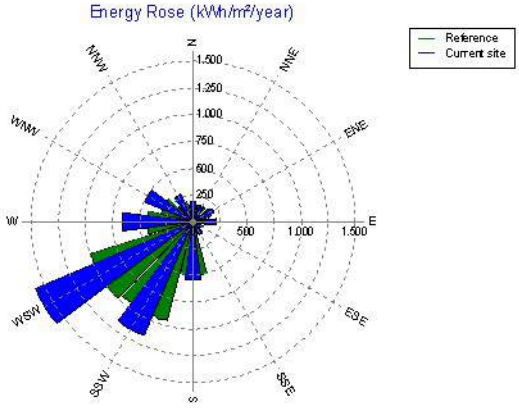
Wind statistics

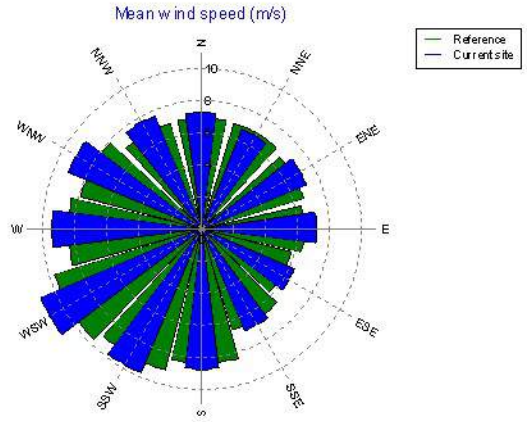
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

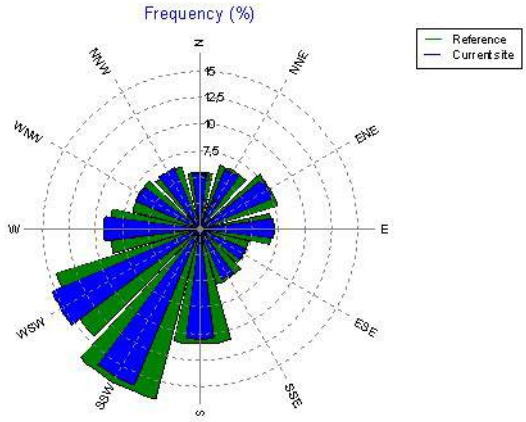
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Opt OSK autonoomWind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 99,0

Site coordinates

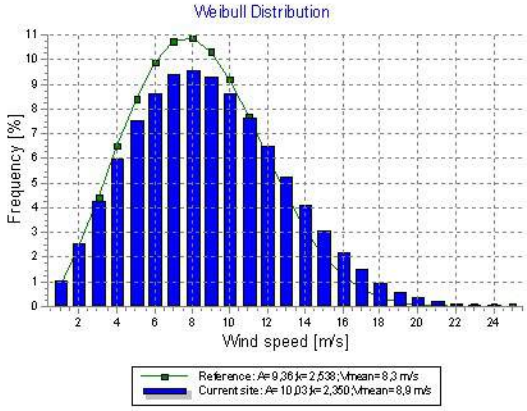
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

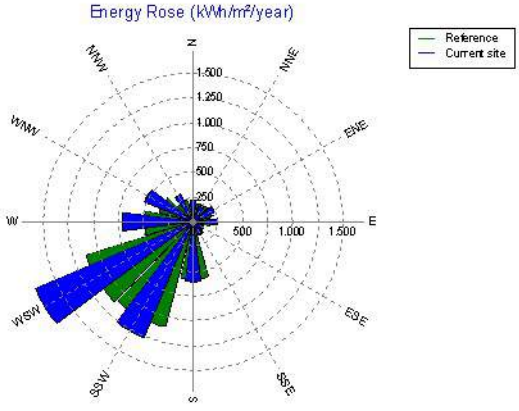
Wind statistics

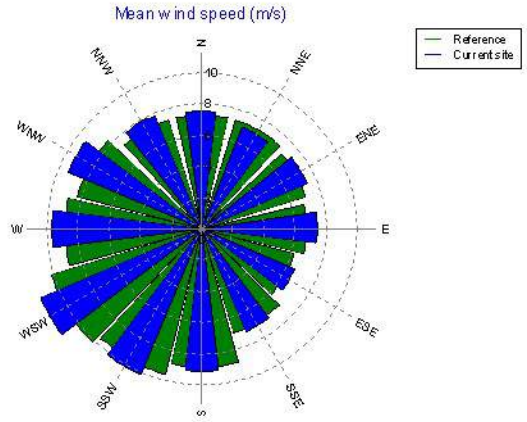
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

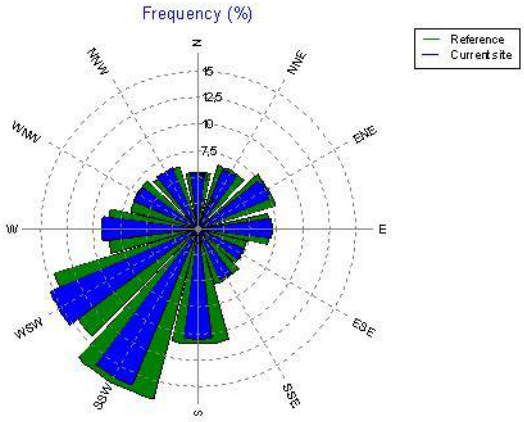
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Current site Wind speed [m/s]	Current site k-parameter	Current site Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	Reference: Roughness class 1 k-parameter	Reference: Roughness class 1 Frequency [%]
0 N	8,49	7,51	2,178	5,3	8,22	2,359	5,4
1 NNE	7,86	6,99	2,740	6,2	8,18	2,866	6,3
2 ENE	8,30	7,39	2,822	7,5	7,85	2,944	7,7
3 E	8,34	7,40	2,521	7,1	7,60	2,663	6,8
4 ESE	7,34	6,51	2,412	4,8	6,87	2,628	4,8
5 SSE	8,03	7,15	2,756	5,2	7,79	2,808	5,4
6 S	10,18	9,08	2,881	10,5	9,90	2,983	11,0
7 SSW	11,30	10,08	2,955	16,2	10,70	3,077	16,8
8 WSW	12,63	11,25	2,814	15,3	11,32	2,952	14,3
9 W	10,89	9,65	2,455	9,2	9,94	2,620	8,6
10 WNW	10,53	9,33	2,100	6,6	9,35	2,246	6,7
11 NNW	8,88	7,87	2,076	6,3	8,24	2,277	6,2
All	10,03	8,89	2,350	100,0	9,36	2,538	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: Opt OSK autonoom

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	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	5	6	6
2,5	320	248	256	245	296	272	263	295	265	203	253	238	217	240
3,5	1.779	1.316	1.340	1.191	1.416	1.373	1.278	1.481	1.333	1.157	1.393	1.336	1.228	1.374
4,5	5.536	4.400	4.501	4.077	4.627	4.504	4.126	4.640	4.453	4.047	4.616	4.500	4.169	4.641
5,5	11.069	9.086	9.254	8.514	9.494	9.283	8.670	9.574	9.191	8.448	9.440	9.244	8.667	9.507
6,5	18.939	15.775	16.054	14.837	16.432	16.064	15.079	16.570	15.917	14.734	16.377	16.025	15.115	16.497
7,5	29.445	24.685	25.112	23.280	25.672	25.097	23.643	25.861	24.878	23.119	25.598	25.063	23.726	25.792
8,5	42.491	36.076	36.616	34.061	37.441	36.598	34.612	37.632	36.296	33.939	37.419	36.628	34.791	37.589
9,5	56.980	49.445	50.085	46.816	51.129	50.014	47.540	51.157	49.585	46.791	51.291	50.213	47.978	51.421
10,5	70.206	62.901	63.699	59.929	64.728	63.359	60.567	64.224	62.765	59.968	65.304	63.851	61.497	65.335
11,5	80.446	74.908	75.705	72.089	76.588	75.342	72.658	75.671	74.641	72.144	77.306	75.988	73.819	77.172
12,5	87.182	84.026	84.729	82.191	85.130	84.383	82.442	84.236	83.605	82.145	85.669	84.928	83.447	85.630
13,5	90.788	89.481	89.798	88.752	90.004	89.569	88.827	89.422	89.163	88.697	90.192	89.865	89.385	90.218
14,5	91.997	91.703	91.777	91.531	91.839	91.700	91.528	91.620	91.599	91.535	91.893	91.791	91.708	91.894
15,5	92.176	92.145	92.153	92.128	92.156	92.145	92.119	92.118	92.130	92.136	92.165	92.160	92.149	92.167
16,5	92.200	92.198	92.198	92.197	92.199	92.198	92.195	92.196	92.197	92.197	92.199	92.199	92.198	92.199
17,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
18,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
19,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
20,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
21,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
22,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
23,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
24,5	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200	92.200
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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: Opt OSK autonoom

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in rotor diameters
1	0,0	3	0,0	333	3,7
2	0,0	1	0,0	417	4,6
3	0,0	1	0,0	333	3,7
4	0,0	5	0,0	355	3,9
5	0,0	4	0,0	355	3,9
6	0,0	5	0,0	397	4,4
7	0,0	4	0,0	401	4,5
8	0,0	9	0,0	465	5,2
9	0,0	8	0,0	465	5,2
10	0,0	9	0,0	477	5,3
11	0,0	10	0,0	525	5,8
12	0,0	15	0,0	300	3,7
13	0,0	14	0,0	290	3,5
14	0,0	13	0,0	290	3,5
15	0,0	12	0,0	300	3,7
16	0,0	17	0,0	530	4,2
17	0,0	18	0,0	496	3,9
18	0,0	17	0,0	496	3,9
19	0,0	22	0,0	502	4,0
20	0,0	23	0,0	506	4,0
21	0,0	24	0,0	524	4,1
22	0,0	23	0,0	501	3,9
23	0,0	22	0,0	501	3,9
24	0,0	21	0,0	524	4,1
25	0,0	26	0,0	431	3,7
26	0,0	25	0,0	431	3,7
27	0,0	26	0,0	448	3,8
28	0,0	27	0,0	553	4,7
Min	0,0		0,0	290	3,5
Max	0,0		0,0	553	5,8

Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: Opt OSK autonoom

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

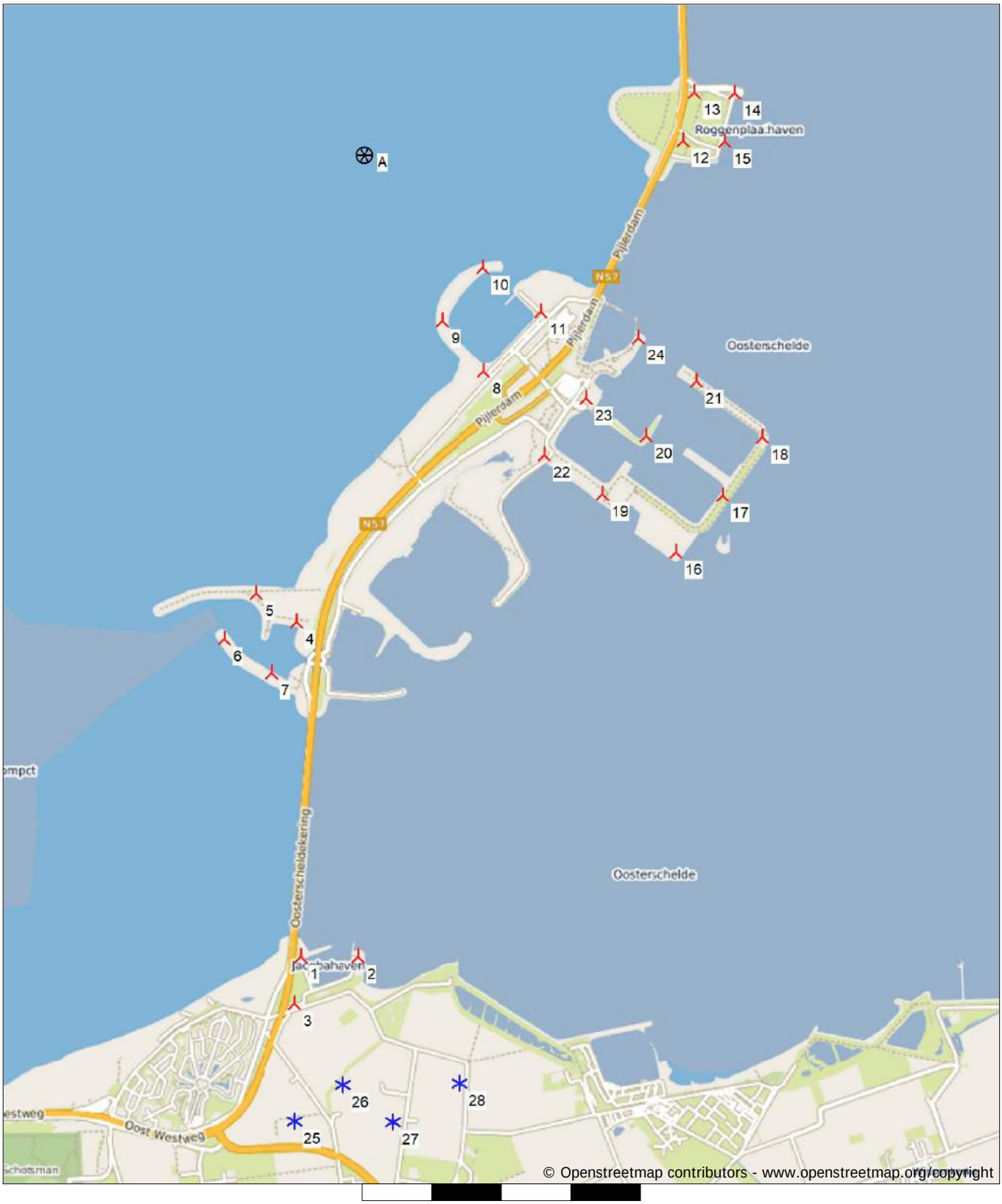
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
3-7-2017 11:06/3.0.654

PARK - Map

Calculation: Opt OSK autonoom



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.400 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	189.635,9	170.672,3	203.074,7	93,4	38,8	11.378,2	3.400	8,5

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 15 new WTGs with total 50,2 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.746,4	7.872	92,44	8,62
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.586,1	7.727	91,83	8,55
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.397,8	7.558	90,70	8,50
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.540,8	7.687	91,72	8,52
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.748,8	15.074	94,07	8,81
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.702,9	15.033	94,90	8,75
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.508,3	14.858	93,76	8,75
8 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.965,7	8.969	91,22	8,56
9 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.190,7	9.172	94,88	8,47
10 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.148,8	9.134	95,56	8,42
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.251,9	14.627	93,78	8,64
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.870,2	15.183	96,91	8,67
13 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.956,5	12.561	91,45	8,19
14 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.295,6	12.866	93,85	8,17
15 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.725,5	12.353	90,53	8,16

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1 New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
2 New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
3 New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)

To be continued on next page...
*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Main Result

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020

...continued from previous page

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
5	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
6	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
7	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
8	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
9	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
10	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
11	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
12	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
13	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
14	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
15	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	189.635,9	170.672,3	203.074,7	93,4	38,8	11.378,2	3.400	8,5

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
16	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
17	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
18	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
19	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
20	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
21	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
22	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
23	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
24	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
25	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
26	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
27	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
16	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
17	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Reference WTGs

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

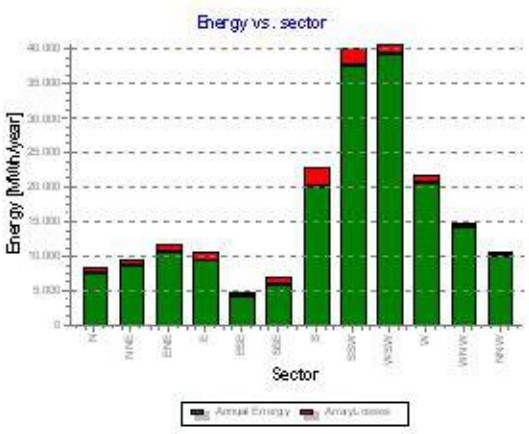
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
18	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
19	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
20	39.716	405.378	0,0	BD1		
21	40.071	405.768	0,0	BD2		
22	40.355	406.180	0,0	BD3		
23	39.195	405.809	0,0	BD4		
24	39.519	406.211	0,0	BD5		
25	39.893	406.586	0,0	BD6		
26	38.781	406.093	0,0	BD7		
27	39.093	406.485	0,0	BD8		
28	39.478	406.907	0,0	BD9		

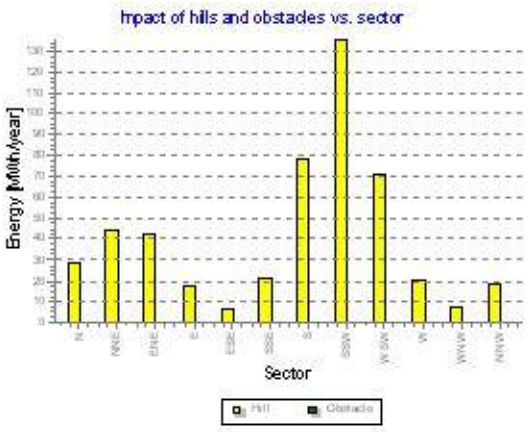
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,233 kg/m³ - 1,236 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]	8.295,4	9.523,5	11.830,3	10.578,5	4.914,6	7.005,9	22.790,0	40.053,0	40.588,1	21.740,0	14.634,9	10.623,7	202.577,7
+Increase due to hills	[MWh]	29,0	44,7	43,1	18,4	6,6	21,3	78,8	135,5	71,8	20,2	8,2	19,3	496,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	523,0	763,8	1.065,1	1.130,0	589,7	1.164,1	2.551,2	2.348,0	1.385,1	1.052,3	336,6	530,0	13.438,9
Resulting energy	[MWh]	7.801,4	8.804,4	10.808,3	9.466,9	4.331,4	5.863,1	20.317,6	37.840,5	39.274,8	20.707,9	14.306,5	10.113,0	189.635,9
Specific energy	[kWh/m²]													1.502
Specific energy	[kWh/kW]													3.778
Increase due to hills	[%]	0,4	0,5	0,4	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,25
Decrease due to array losses	[%]	6,3	8,0	9,0	10,7	12,0	16,6	11,2	5,8	3,4	4,8	2,3	5,0	6,62
Utilization	[%]	30,6	35,1	35,3	33,8	36,5	34,3	30,2	28,9	23,6	24,7	22,6	28,6	27,7
Operational	[Hours/year]	452	525	638	604	405	461	919	1.403	1.254	778	564	536	8.539
Full Load Equivalent	[Hours/year]	155	175	215	189	86	117	405	754	782	413	285	201	3.778

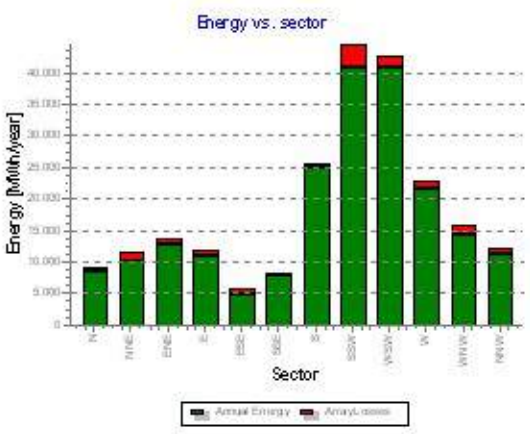


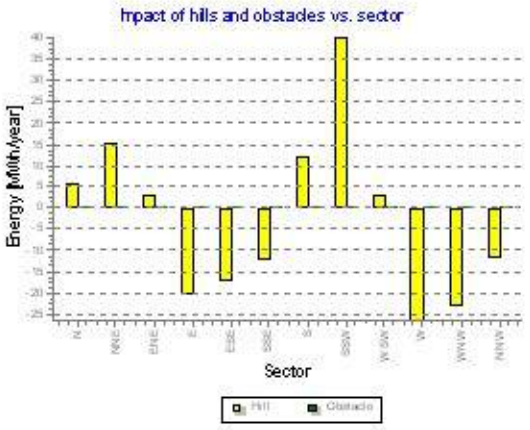


PARK - Production Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,233 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	769,1	1.388,0	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.610,4	1.994,4	1.190,2	1.501,2	937,2	15.198,7
Resulting energy	[MWh]	8.641,0	10.320,7	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.887,6	40.842,5	21.806,2	14.381,8	11.231,5	210.336,7
Specific energy	[kWh/m²]													1.341
Specific energy	[kWh/kW]													4.224
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	8,2	11,9	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,1	4,7	5,2	9,5	7,7	6,74
Utilization	[%]	27,6	29,4	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,3	20,3	21,9	18,3	24,4	24,5
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	174	207	262	223	102	161	501	821	820	438	289	226	4.224





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010, Hub height: 78,3 m

Name: Level 0 - official - OM I - 02/2010
Source: Enercon

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
25-2-2010	EMD	25-11-2009	15-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,44

According to Enercon specification document SIAS-001-ct_E82_E2_2 3MW_Vers 3 1ger-ger.pdf. Revision number of PC is 3.0, Revision number of ct curve is 3.1.

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]	2.771	4.454	6.221	7.904	9.401	10.653
ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010	[MWh]	3.050	4.801	6.614	8.321	9.823	11.062
Check value	[%]	-9	-7	-6	-5	-4	-4

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

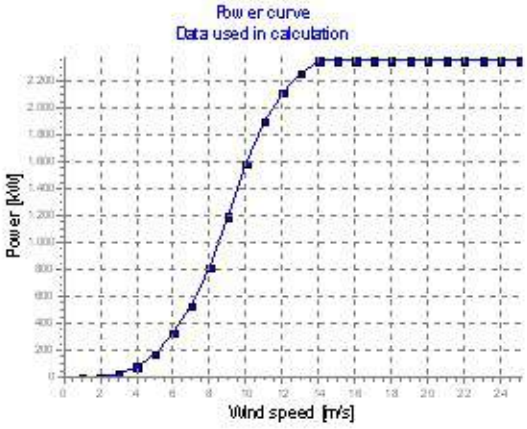
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

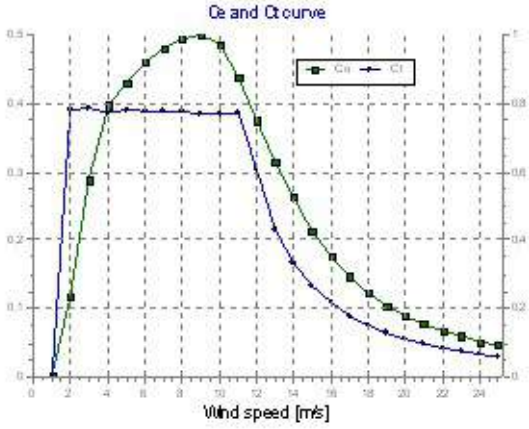
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	1,0	0,00
2,0	3,0	0,12	2,0	0,78
3,0	25,0	0,29	3,0	0,79
4,0	82,0	0,40	4,0	0,77
5,0	174,0	0,43	5,0	0,78
6,0	321,0	0,46	6,0	0,78
7,0	532,0	0,48	7,0	0,78
8,0	815,0	0,49	8,0	0,77
9,0	1.180,0	0,50	9,0	0,77
10,0	1.580,0	0,49	10,0	0,77
11,0	1.890,0	0,44	11,0	0,77
12,0	2.100,0	0,38	12,0	0,61
13,0	2.250,0	0,32	13,0	0,44
14,0	2.350,0	0,26	14,0	0,34
15,0	2.350,0	0,22	15,0	0,27
16,0	2.350,0	0,18	16,0	0,22
17,0	2.350,0	0,15	17,0	0,18
18,0	2.350,0	0,12	18,0	0,15
19,0	2.350,0	0,11	19,0	0,13
20,0	2.350,0	0,09	20,0	0,11
21,0	2.350,0	0,08	21,0	0,10
22,0	2.350,0	0,07	22,0	0,08
23,0	2.350,0	0,06	23,0	0,07
24,0	2.350,0	0,05	24,0	0,07
25,0	2.350,0	0,05	25,0	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,234 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	0,1	0,1	0,0
2,0	3,1	0,12	1,50- 2,50	2,0	2,1	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,7	15,8	0,2
4,0	82,9	0,40	3,50- 4,50	49,8	65,6	0,8
5,0	175,7	0,43	4,50- 5,50	128,1	193,7	2,2
6,0	323,9	0,46	5,50- 6,50	263,5	457,3	5,2
7,0	536,6	0,48	6,50- 7,50	458,4	915,7	10,5
8,0	821,9	0,49	7,50- 8,50	695,8	1.611,5	18,4
9,0	1.189,1	0,50	8,50- 9,50	932,7	2.544,2	29,1
10,0	1.588,8	0,49	9,50-10,50	1.092,1	3.636,3	41,6
11,0	1.897,5	0,44	10,50-11,50	1.114,3	4.750,6	54,3
12,0	2.106,4	0,37	11,50-12,50	1.015,6	5.766,2	65,9
13,0	2.254,7	0,31	12,50-13,50	853,5	6.619,7	75,7
14,0	2.350,0	0,26	13,50-14,50	669,2	7.288,9	83,3
15,0	2.350,0	0,21	14,50-15,50	492,4	7.781,2	89,0
16,0	2.350,0	0,18	15,50-16,50	345,8	8.127,1	92,9
17,0	2.350,0	0,15	16,50-17,50	234,6	8.361,6	95,6
18,0	2.350,0	0,12	17,50-18,50	153,6	8.515,3	97,4
19,0	2.350,0	0,11	18,50-19,50	97,2	8.612,5	98,5
20,0	2.350,0	0,09	19,50-20,50	59,5	8.672,0	99,1
21,0	2.350,0	0,08	20,50-21,50	35,2	8.707,2	99,6
22,0	2.350,0	0,07	21,50-22,50	20,1	8.727,3	99,8
23,0	2.350,0	0,06	22,50-23,50	11,1	8.738,4	99,9
24,0	2.350,0	0,05	23,50-24,50	5,9	8.744,4	100,0
25,0	2.350,0	0,05	24,50-25,50	2,0	8.746,4	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

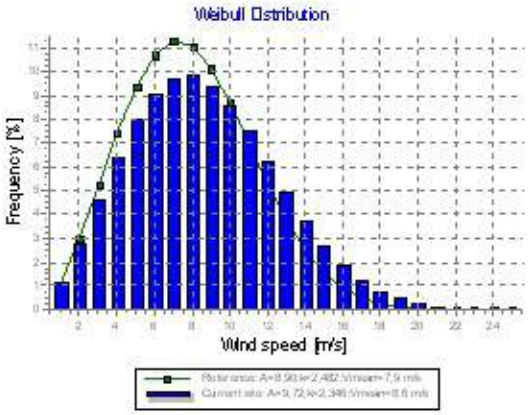
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

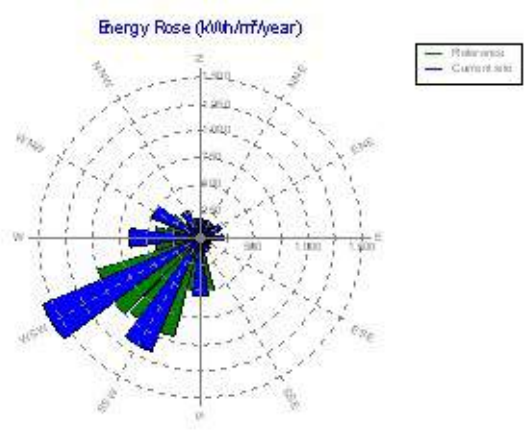
Wind statistics

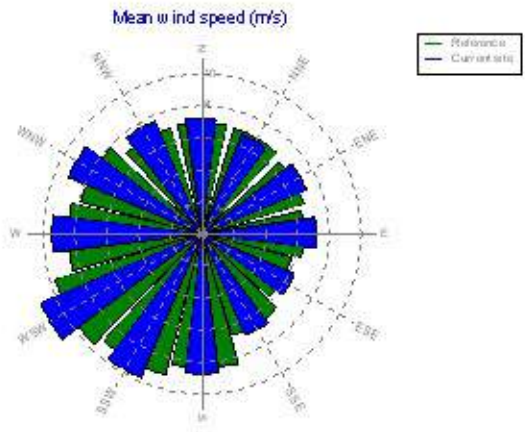
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

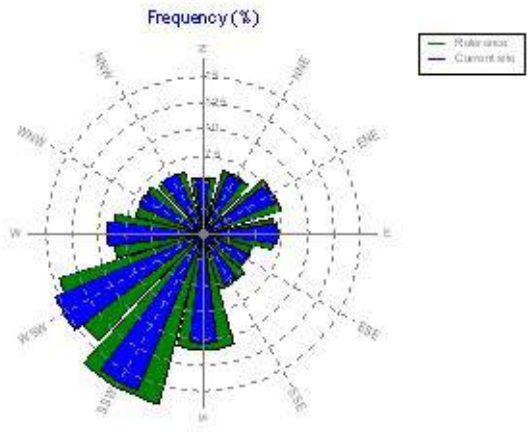
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

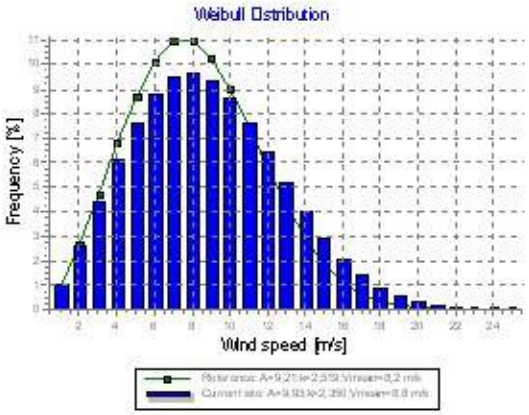
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

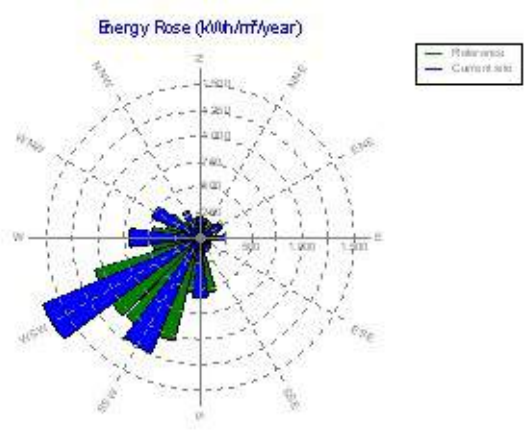
Wind statistics

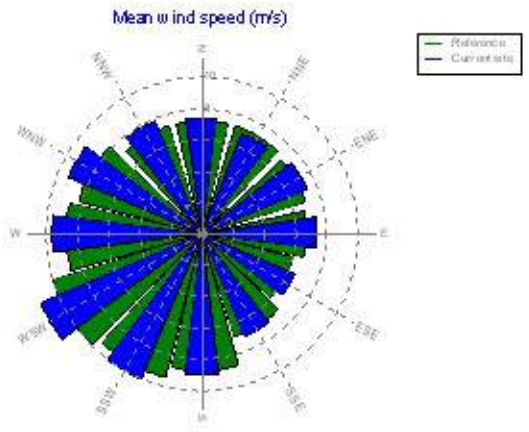
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

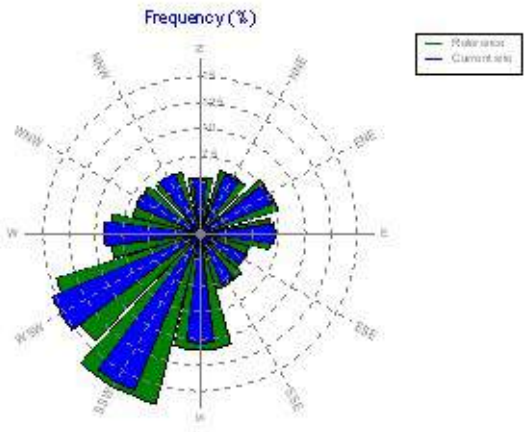
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 80,0

Site coordinates

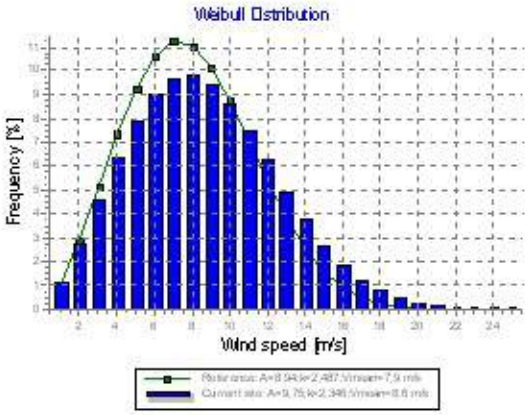
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

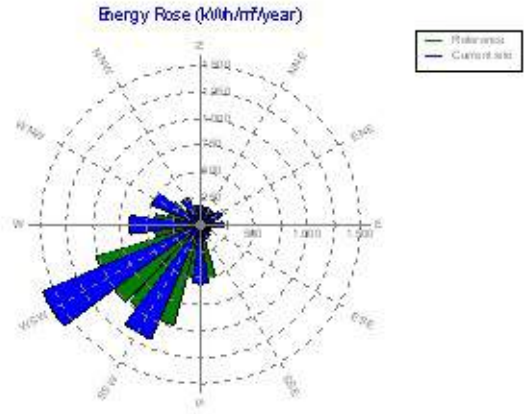
Wind statistics

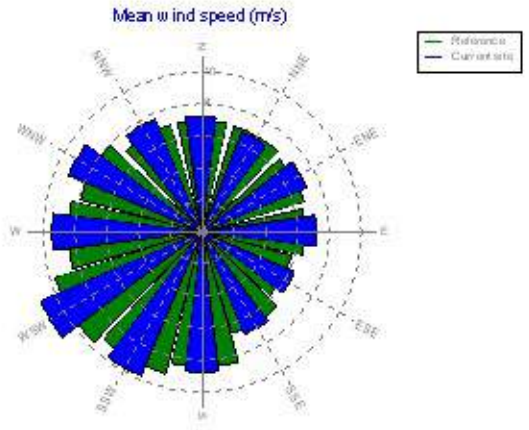
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

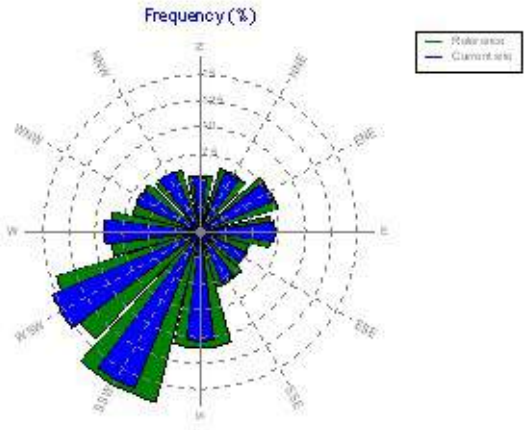
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,19	7,25	2,193	5,3	7,84	2,311	5,4
1 NNE	7,55	6,72	2,732	6,2	7,80	2,809	6,3
2 ENE	8,02	7,14	2,826	7,5	7,48	2,886	7,7
3 E	8,09	7,18	2,541	7,1	7,24	2,608	6,8
4 ESE	7,14	6,33	2,432	4,8	6,55	2,574	4,8
5 SSE	7,76	6,91	2,744	5,2	7,43	2,750	5,4
6 S	9,84	8,77	2,861	10,5	9,44	2,923	11,0
7 SSW	10,98	9,80	2,951	16,2	10,23	3,011	16,8
8 WSW	12,34	10,99	2,826	15,3	10,86	2,886	14,3
9 W	10,63	9,43	2,475	9,2	9,48	2,565	8,6
10 WNW	10,30	9,12	2,115	6,6	8,92	2,198	6,7
11 NNW	8,67	7,68	2,092	6,3	7,86	2,230	6,2
All	9,75	8,64	2,346	100,0	8,94	2,487	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020

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	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6
2,5	320	272	269	259	298	280	274	297	279	239	283	273	262	278
3,5	2.240	1.772	1.818	1.722	1.801	1.777	1.654	1.752	1.739	1.686	1.844	1.827	1.771	1.874
4,5	6.369	5.303	5.364	5.190	5.409	5.378	5.127	5.364	5.360	5.181	5.372	5.366	5.147	5.343
5,5	12.634	10.719	10.833	10.498	10.946	10.882	10.463	10.890	10.853	10.467	10.834	10.811	10.425	10.743
6,5	21.591	18.519	18.735	18.118	18.881	18.762	18.074	18.770	18.709	18.063	18.744	18.701	18.076	18.630
7,5	33.590	29.034	29.365	28.449	29.517	29.335	28.308	29.312	29.227	28.346	29.418	29.358	28.487	29.319
8,5	48.566	42.541	42.964	41.690	43.143	42.866	41.441	42.813	42.677	41.571	43.187	43.083	41.942	43.055
9,5	65.460	58.463	58.874	57.379	59.173	58.726	57.057	58.605	58.418	57.287	59.434	59.166	57.996	59.219
10,5	80.681	74.329	74.775	73.123	75.174	74.494	72.687	74.219	74.028	73.085	75.652	75.043	73.892	75.329
11,5	91.286	87.171	87.732	86.170	87.954	87.436	85.617	86.999	87.087	86.060	88.327	87.826	86.505	87.829
12,5	96.306	94.702	95.074	94.205	95.266	95.076	94.029	94.696	94.802	94.150	95.186	95.013	93.973	94.744
13,5	98.327	97.830	97.938	97.678	98.037	97.955	97.750	97.931	97.869	97.691	97.938	97.886	97.506	97.772
14,5	98.945	98.868	98.883	98.832	98.898	98.883	98.853	98.891	98.882	98.864	98.894	98.874	98.786	98.837
15,5	98.993	98.988	98.987	98.984	98.987	98.992	98.986	98.987	98.991	98.993	98.988	98.990	98.977	98.978
16,5	99.000	99.000	99.000	98.999	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	98.999	98.999
17,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
18,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
19,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
20,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
21,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
22,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
23,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
24,5	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
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.

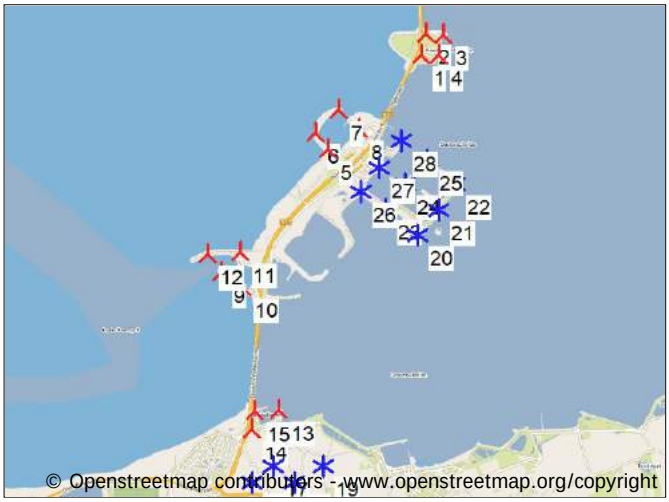
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
6	0,0	5	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	8	0,0	476	5,3	4,1
8	0,0	7	0,0	476	5,3	4,1
9	0,0	12	0,0	376	4,2	3,2
10	0,0	9	0,0	418	4,6	4,6
11	0,0	9	0,0	459	5,1	3,9
12	0,0	9	0,0	376	4,2	3,2
13	0,0	15	0,0	410	3,5	3,5
14	0,0	15	0,0	299	2,6	2,6
15	0,0	14	0,0	299	2,6	2,6
16	0,0	17	0,0	431	3,7	3,7
17	0,0	16	0,0	431	3,7	3,7
18	0,0	17	0,0	448	3,8	3,8
19	0,0	18	0,0	553	4,7	4,7
20	0,0	21	0,0	527	4,2	4,2
21	0,0	22	0,0	500	3,9	3,9
22	0,0	21	0,0	500	3,9	3,9
23	0,0	26	0,0	502	4,0	4,0
24	0,0	27	0,0	506	4,0	4,0
25	0,0	28	0,0	524	4,1	4,1
26	0,0	27	0,0	501	3,9	3,9
27	0,0	26	0,0	501	3,9	3,9
28	0,0	25	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,3	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

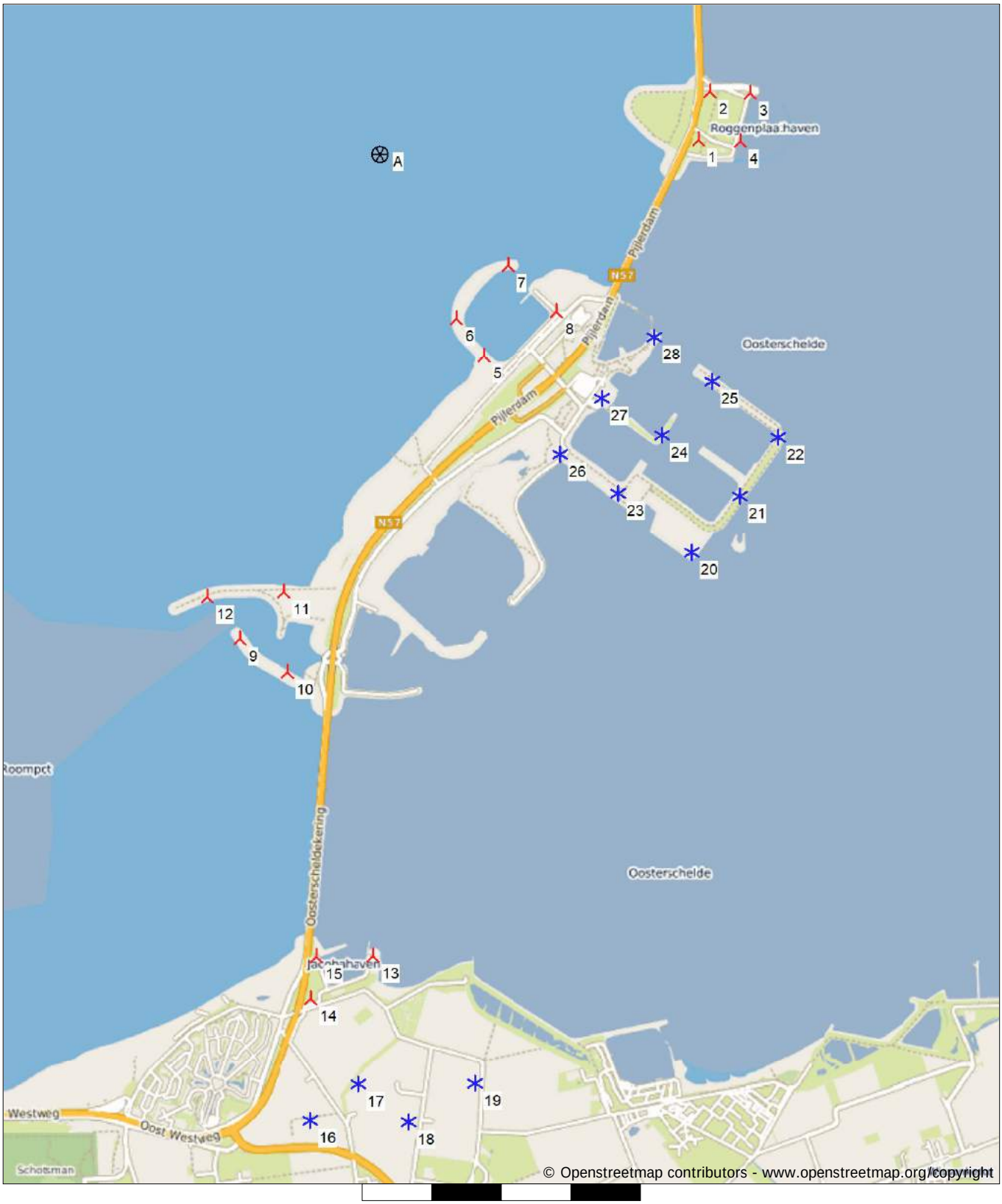
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:40/3.0.654

PARK - Map

Calculation: Enkel Vervanging V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2A V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	300.583,6	270.525,2	327.864,9	91,7	38,5	11.762,0	3.373	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 80,2 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.182,1	8.264	90,41	8,66
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.208,4	8.288	90,94	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.323,0	7.491	87,96	8,62
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.170,0	7.353	87,38	8,55
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.176,6	7.359	88,31	8,50
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.338,6	7.505	89,55	8,52
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.211,0	14.590	91,05	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.463,6	14.817	93,54	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.263,1	14.637	92,36	8,75
10 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.371,7	8.435	85,78	8,56
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.630,6	14.068	88,21	8,77
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.223,4	14.601	93,47	8,64
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.244,4	14.620	94,45	8,59
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.019,7	14.418	92,68	8,62
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.937,2	14.343	92,05	8,63
16 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.097,8	9.088	94,02	8,47
17 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.030,8	9.028	94,45	8,42
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.028,5	14.426	92,49	8,64
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.768,7	15.092	96,33	8,67
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.917,2	12.526	91,20	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.279,3	12.851	93,74	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.008,8	14.408	90,78	8,73
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.689,1	12.320	90,29	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2A V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
2	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
3	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
4	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
5	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
6	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
13	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
14	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
15	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
16	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
17	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
18	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
19	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2A V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	300.583,6	270.525,2	327.864,9	91,7	38,5	11.762,0	3.373	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2A V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

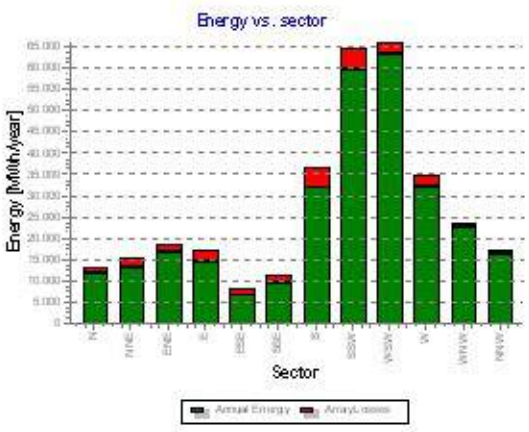
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

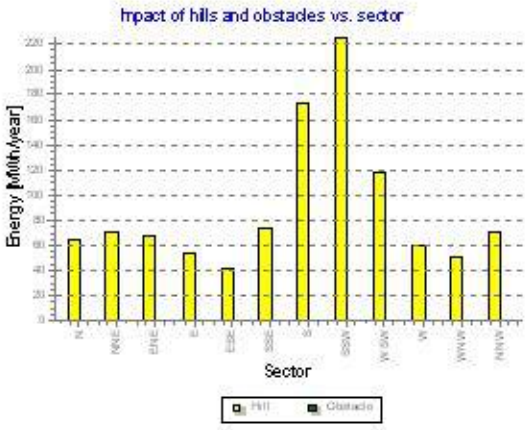
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2A V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.190,7	15.204,0	18.965,2	17.118,9	8.108,7	11.301,7	36.660,8	64.713,8	65.975,3	34.940,2	23.476,7	17.130,4	326.786,4
+Increase due to hills	[MWh]	64,8	72,1	68,5	54,9	42,5	73,8	174,0	225,5	118,5	61,1	51,1	71,8	1.078,5
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.200,4	1.882,1	2.413,7	2.499,4	1.190,6	1.646,3	4.825,6	5.057,4	2.606,6	2.319,2	733,8	906,3	27.281,3
Resulting energy	[MWh]	12.055,2	13.393,9	16.620,0	14.674,4	6.960,6	9.729,3	32.009,2	59.881,8	63.487,1	32.682,1	22.794,0	16.295,9	300.583,7
Specific energy	[kWh/m²]													1.493
Specific energy	[kWh/kW]													3.748
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,33
Decrease due to array losses	[%]	9,1	12,3	12,7	14,6	14,6	14,5	13,1	7,8	3,9	6,6	3,1	5,3	8,32
Utilization	[%]	29,9	33,6	33,9	32,1	35,2	34,9	29,4	28,1	23,2	24,2	22,4	28,4	27,0
Operational	[Hours/year]	453	526	639	605	406	458	917	1.405	1.258	779	565	537	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	150	167	207	183	87	121	399	747	792	408	284	203	3.748

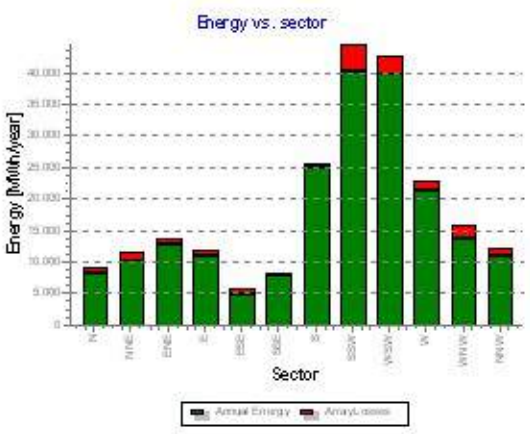


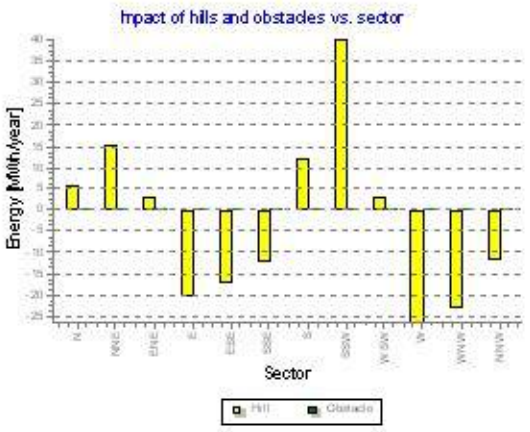


PARK - Production Analysis

Calculation: 2A V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	996,4	1.407,9	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.059,7	2.941,8	1.643,4	1.889,7	1.079,3	17.870,7
Resulting energy	[MWh]	8.413,6	10.300,8	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.438,3	39.895,1	21.352,9	13.993,2	11.089,3	207.664,7
Specific energy	[kWh/m²]													1.324
Specific energy	[kWh/kW]													4.170
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,6	12,0	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	6,9	7,1	11,9	8,9	7,92
Utilization	[%]	26,9	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,8	21,5	17,8	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	500	812	801	429	281	223	4.170





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2A V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

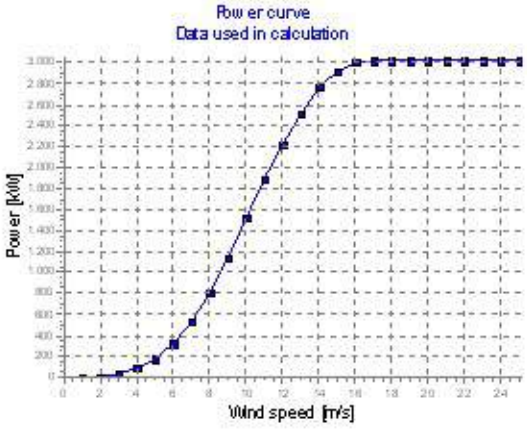
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

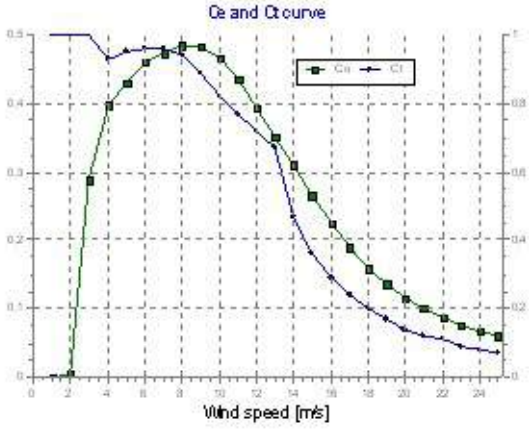
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,7	1,7	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,0	14,7	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	48,3	63,0	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	124,1	187,0	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	254,1	441,1	4,8
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	439,0	880,1	9,6
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	659,5	1.539,6	16,8
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	874,8	2.414,4	26,3
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.032,9	3.447,4	37,5
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.092,9	4.540,2	49,4
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.051,8	5.592,0	60,9
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	940,2	6.532,2	71,1
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	784,2	7.316,4	79,7
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	608,4	7.924,8	86,3
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	443,1	8.367,9	91,1
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	305,8	8.673,8	94,5
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	201,8	8.875,6	96,7
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,3	9.003,9	98,1
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	78,8	9.082,7	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	46,8	9.129,5	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	26,9	9.156,4	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	14,9	9.171,3	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,0	9.179,3	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,8	9.182,1	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2A V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

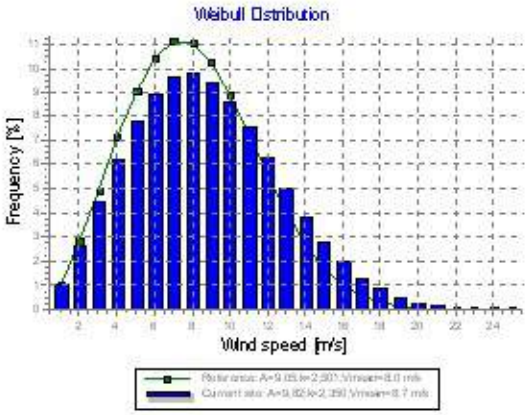
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

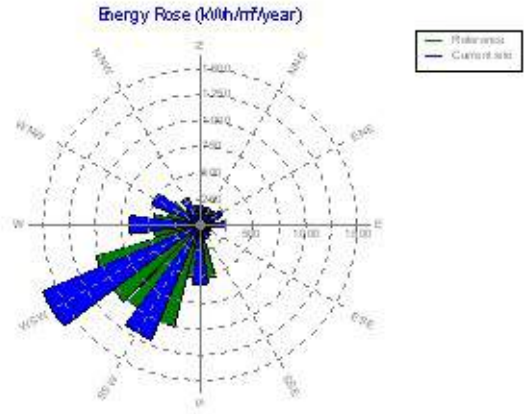
Wind statistics

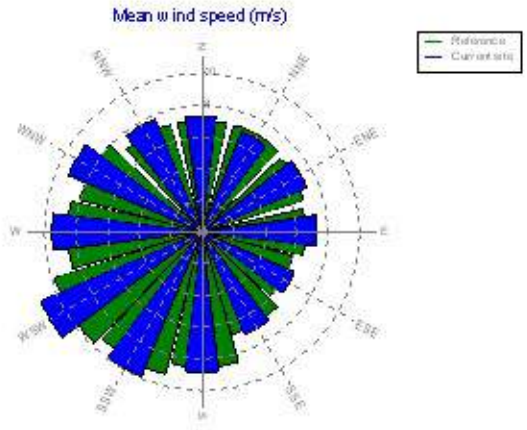
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

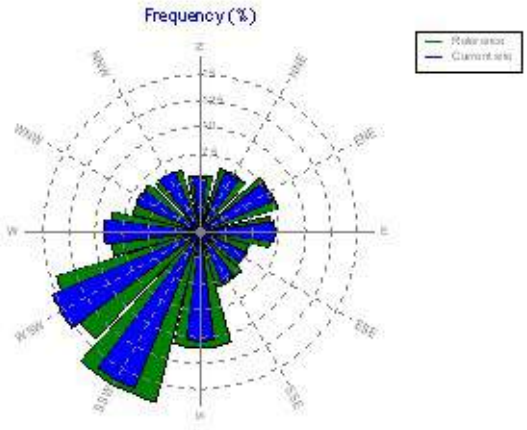
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

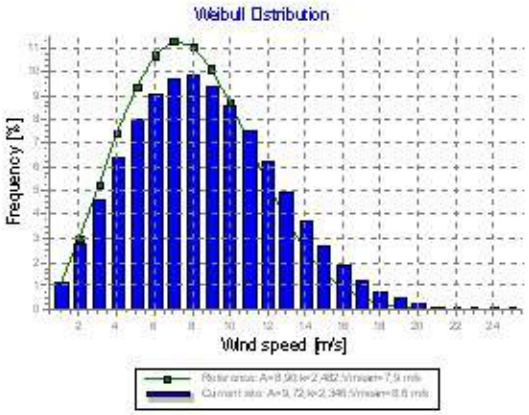
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

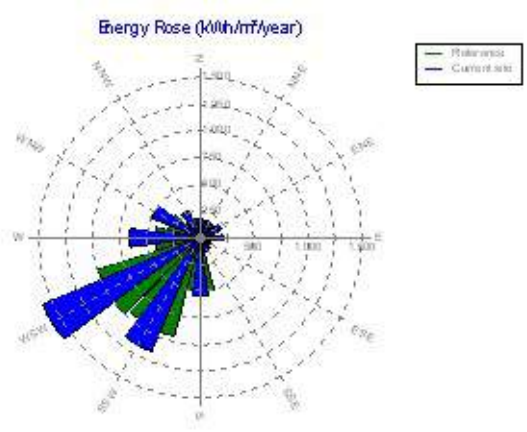
Wind statistics

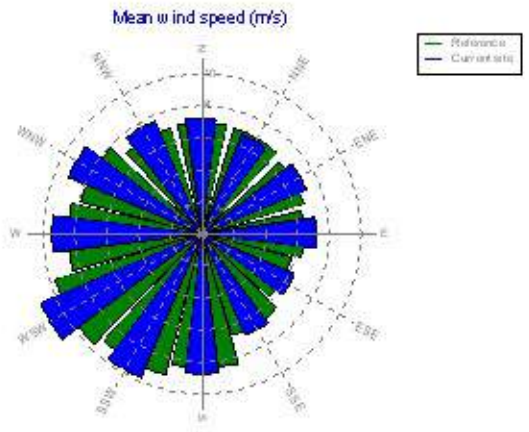
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

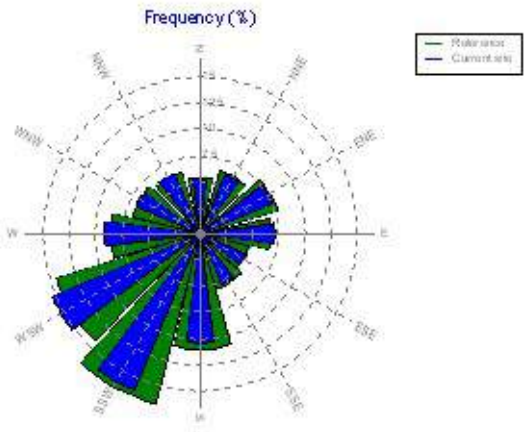
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

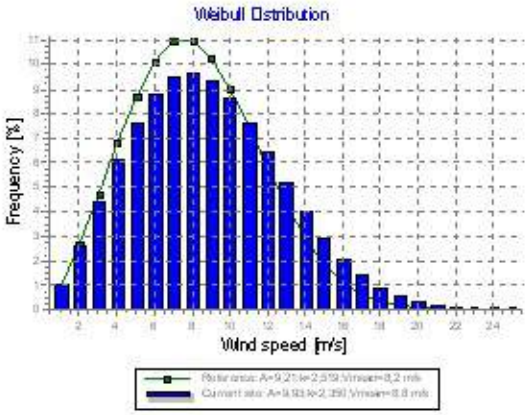
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

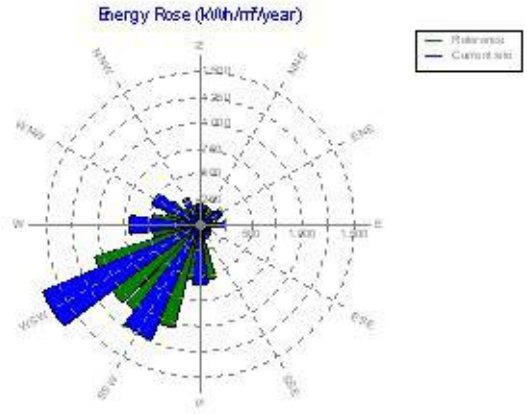
Wind statistics

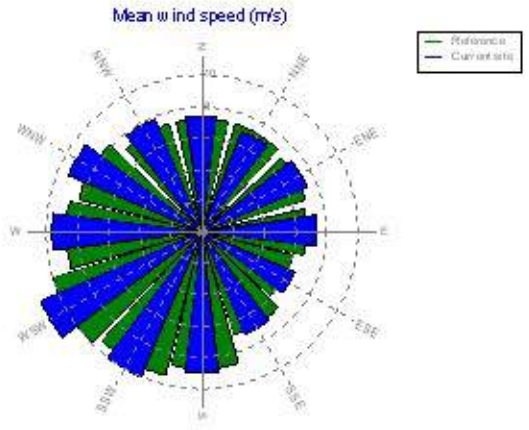
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

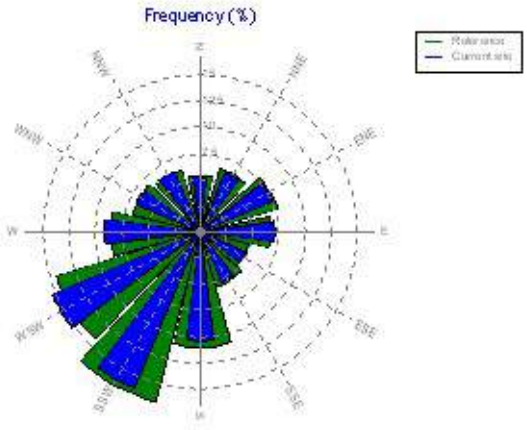
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2A V117 2020

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	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	3	5	6
2,5	345	285	266	282	316	288	292	316	291	257	294	276	273	292
3,5	2.822	2.174	2.174	2.093	2.142	2.114	2.059	2.226	2.104	2.112	2.264	2.221	2.219	2.361
4,5	8.059	6.434	6.406	6.311	6.556	6.471	6.343	6.762	6.416	6.268	6.451	6.411	6.334	6.719
5,5	15.948	12.995	12.944	12.770	13.308	13.113	12.960	13.682	13.018	12.641	12.979	12.877	12.782	13.465
6,5	27.256	22.471	22.416	22.031	22.951	22.617	22.406	23.573	22.474	21.845	22.516	22.322	22.179	23.299
7,5	42.471	35.430	35.348	34.706	35.985	35.494	35.208	36.909	35.315	34.525	35.642	35.279	35.235	36.769
8,5	61.612	52.311	52.198	51.180	52.845	52.158	51.737	54.110	51.989	51.110	52.890	52.271	52.287	54.239
9,5	83.519	72.623	72.481	71.076	73.054	72.090	71.607	74.499	71.956	71.193	73.728	72.756	72.958	75.117
10,5	103.706	93.572	93.618	91.845	93.943	92.606	91.937	94.993	92.566	92.162	95.299	93.834	94.024	96.304
11,5	118.287	111.236	111.599	109.913	111.701	110.368	109.382	112.198	110.510	110.049	112.925	111.395	111.243	113.294
12,5	124.974	122.050	122.453	121.881	122.834	121.752	121.198	122.590	121.653	121.440	122.882	121.748	121.482	122.759
13,5	127.616	126.598	126.716	126.839	126.986	126.441	126.719	126.960	126.057	126.381	126.872	126.403	126.421	126.852
14,5	128.638	128.382	128.354	128.498	128.474	128.185	128.459	128.482	128.068	128.370	128.513	128.370	128.416	128.475
15,5	128.913	128.846	128.816	128.895	128.861	128.744	128.862	128.862	128.724	128.834	128.890	128.908	128.896	128.883
16,5	129.022	129.006	128.991	129.020	129.014	128.967	129.014	129.013	128.968	129.008	129.019	129.022	129.021	129.018
17,5	129.040	129.039	129.037	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
18,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
19,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
20,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
21,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
22,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
23,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
24,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
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.

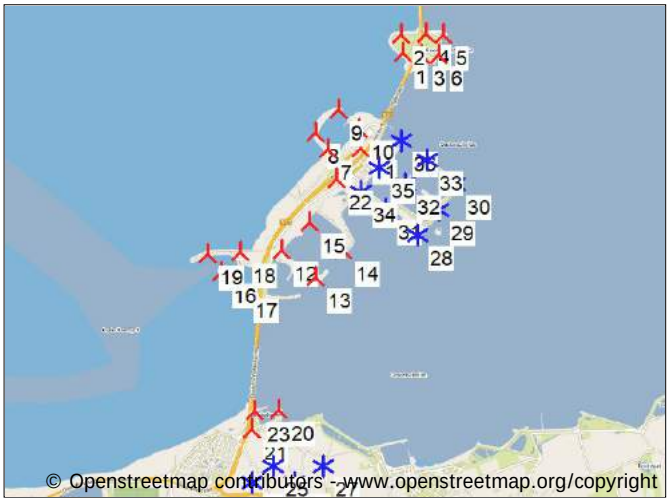
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2A V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	2	0,0	284	3,5	3,5
2	0,0	1	0,0	284	3,5	3,5
3	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
4	0,0	5	0,0	290	3,5	3,5
5	0,0	4	0,0	290	3,5	3,5
6	0,0	3	0,0	300	3,7	3,7
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	476	5,3	4,1
10	0,0	11	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
12	0,0	15	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
16	0,0	19	0,0	376	4,2	3,2
17	0,0	16	0,0	418	4,6	4,6
18	0,0	16	0,0	459	5,1	3,9
19	0,0	16	0,0	376	4,2	3,2
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	34	0,0	438	3,7	3,4
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	22	0,0	438	3,7	3,4
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,5	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2A V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

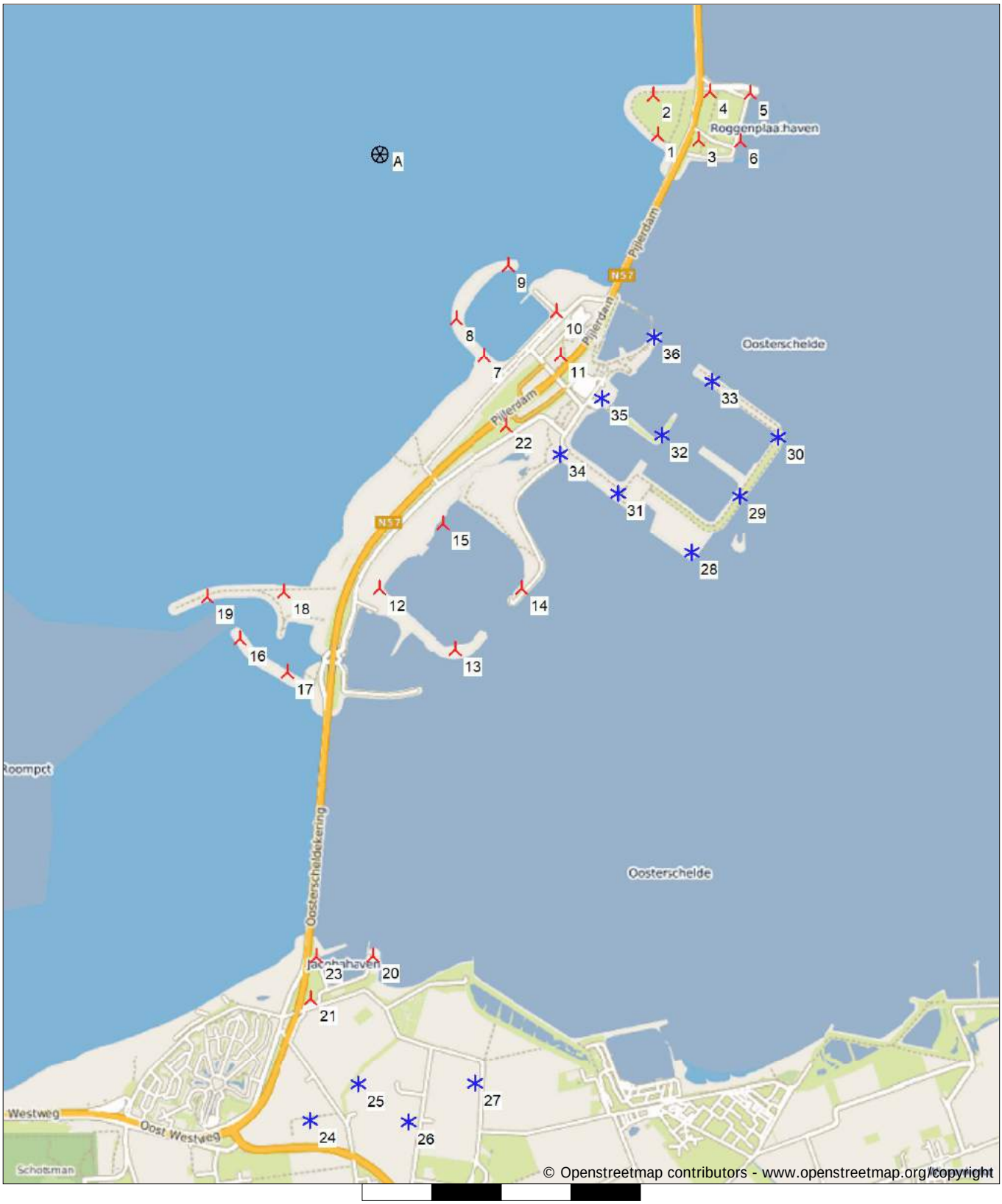
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:48/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2A V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2B V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.441,0	269.496,9	325.120,5	92,1	39,3	12.249,9	3.446	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 78,2 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.552,7	7.697	90,39	8,62
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.334,8	7.501	89,14	8,55
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.297,3	7.468	89,61	8,50
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.423,8	7.581	90,47	8,52
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.619,6	14.958	94,77	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.214,6	14.593	91,07	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.468,7	14.822	93,57	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.271,5	14.644	92,41	8,75
9 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.374,5	8.437	85,81	8,56
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.636,7	14.073	88,24	8,77
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.223,7	14.601	93,47	8,64
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.244,7	14.620	94,46	8,59
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.020,3	14.418	92,68	8,62
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.937,3	14.344	92,05	8,63
15 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.098,0	9.088	94,02	8,47
16 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.030,8	9.028	94,45	8,42
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.029,2	14.426	92,50	8,64
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.769,0	15.092	96,33	8,67
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.917,3	12.526	91,20	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.279,4	12.851	93,74	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.008,1	14.407	90,77	8,73
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.689,2	12.320	90,29	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2B V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
12	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
13	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
14	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
15	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
16	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
17	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
18	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2B V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.441,0	269.496,9	325.120,5	92,1	39,3	12.249,9	3.446	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2B V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

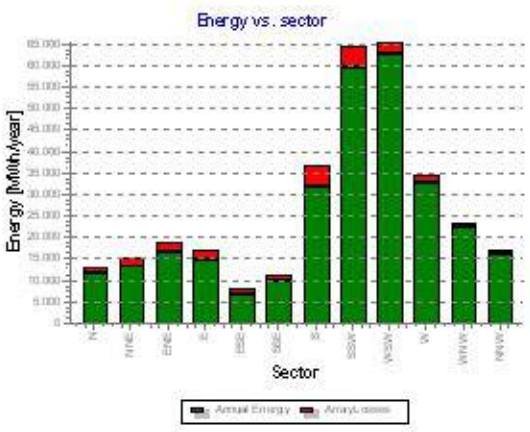
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

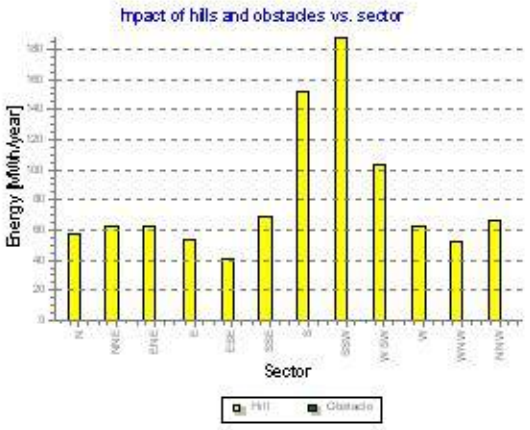
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2B V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.148,4	15.161,5	18.906,0	17.053,6	8.081,9	11.266,5	36.388,8	64.157,7	65.101,3	34.602,0	23.232,8	17.041,1	324.141,6
+Increase due to hills	[MWh]	57,8	63,3	62,7	54,7	42,0	69,8	152,5	188,4	104,6	63,4	52,5	67,2	978,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.081,1	1.858,8	2.342,9	2.305,7	1.205,4	1.599,8	4.485,6	4.895,6	2.419,8	1.907,6	742,3	834,9	25.679,6
Resulting energy	[MWh]	12.125,1	13.366,0	16.625,7	14.802,6	6.918,5	9.736,5	32.055,7	59.450,5	62.786,2	32.757,8	22.543,0	16.273,5	299.441,1
Specific energy	[kWh/m²]													1.486
Specific energy	[kWh/kW]													3.829
Increase due to hills	[%]	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,30
Decrease due to array losses	[%]	8,2	12,2	12,4	13,5	14,8	14,1	12,3	7,6	3,7	5,5	3,2	4,9	7,90
Utilization	[%]	30,1	33,4	33,8	32,3	34,9	34,9	29,4	27,8	22,9	24,2	22,1	28,3	26,9
Operational	[Hours/year]	453	526	638	606	406	459	918	1.405	1.256	780	565	538	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	155	171	213	189	88	125	410	760	803	419	288	208	3.829



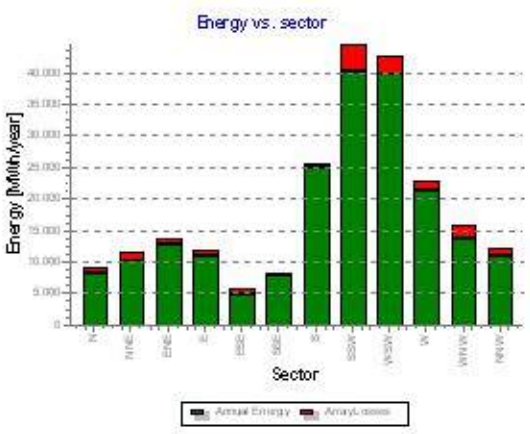


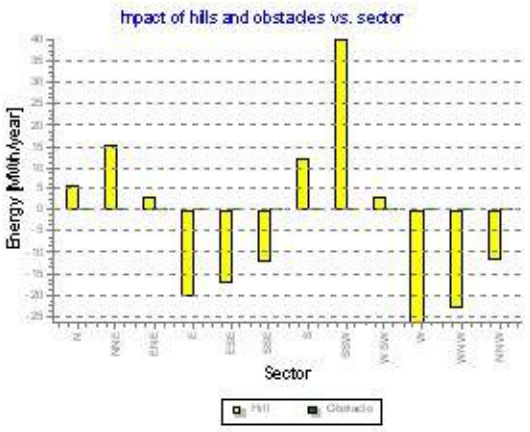
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2B V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	973,1	1.403,0	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.059,7	2.941,8	1.643,4	1.889,7	1.081,7	17.845,0
Resulting energy	[MWh]	8.436,9	10.305,7	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.438,3	39.895,1	21.352,9	13.993,2	11.086,9	207.690,5
Specific energy	[kWh/m²]													1.324
Specific energy	[kWh/kW]													4.170
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,3	12,0	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	6,9	7,1	11,9	8,9	7,91
Utilization	[%]	27,0	29,4	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,8	21,5	17,8	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	500	812	801	429	281	223	4.170





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2B V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010, Hub height: 78,3 m

Name: Level 0 - official - OM I - 02/2010
Source: Enercon

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
25-2-2010	EMD	25-11-2009	15-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,44

According to Enercon specification document SIAS-001-ct_E82_E2_2 3MW_Vers 3 1ger-ger.pdf. Revision number of PC is 3.0, Revision number of ct curve is 3.1.

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]	2.771	4.454	6.221	7.904	9.401	10.653
ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010	[MWh]	3.050	4.801	6.614	8.321	9.823	11.062
Check value	[%]	-9	-7	-6	-5	-4	-4

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

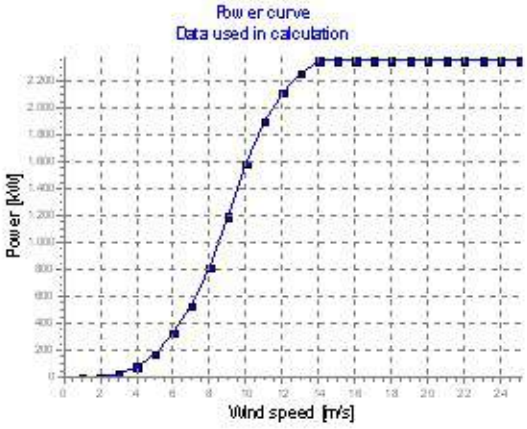
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

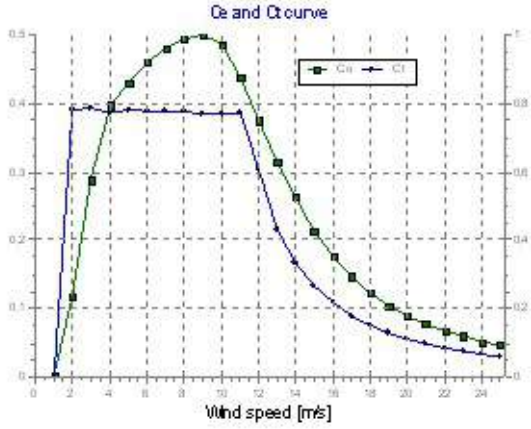
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	1,0	0,00
2,0	3,0	0,12	2,0	0,78
3,0	25,0	0,29	3,0	0,79
4,0	82,0	0,40	4,0	0,77
5,0	174,0	0,43	5,0	0,78
6,0	321,0	0,46	6,0	0,78
7,0	532,0	0,48	7,0	0,78
8,0	815,0	0,49	8,0	0,77
9,0	1.180,0	0,50	9,0	0,77
10,0	1.580,0	0,49	10,0	0,77
11,0	1.890,0	0,44	11,0	0,77
12,0	2.100,0	0,38	12,0	0,61
13,0	2.250,0	0,32	13,0	0,44
14,0	2.350,0	0,26	14,0	0,34
15,0	2.350,0	0,22	15,0	0,27
16,0	2.350,0	0,18	16,0	0,22
17,0	2.350,0	0,15	17,0	0,18
18,0	2.350,0	0,12	18,0	0,15
19,0	2.350,0	0,11	19,0	0,13
20,0	2.350,0	0,09	20,0	0,11
21,0	2.350,0	0,08	21,0	0,10
22,0	2.350,0	0,07	22,0	0,08
23,0	2.350,0	0,06	23,0	0,07
24,0	2.350,0	0,05	24,0	0,07
25,0	2.350,0	0,05	25,0	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,234 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	0,1	0,1	0,0
2,0	3,1	0,12	1,50- 2,50	2,0	2,1	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,4	15,4	0,2
4,0	82,9	0,40	3,50- 4,50	48,7	64,2	0,8
5,0	175,7	0,43	4,50- 5,50	125,3	189,4	2,2
6,0	323,9	0,46	5,50- 6,50	257,7	447,1	5,2
7,0	536,6	0,48	6,50- 7,50	448,3	895,4	10,5
8,0	821,9	0,49	7,50- 8,50	680,4	1.575,8	18,4
9,0	1.189,1	0,50	8,50- 9,50	912,0	2.487,8	29,1
10,0	1.588,8	0,49	9,50-10,50	1.067,9	3.555,8	41,6
11,0	1.897,5	0,44	10,50-11,50	1.089,6	4.645,4	54,3
12,0	2.106,4	0,37	11,50-12,50	993,1	5.638,5	65,9
13,0	2.254,7	0,31	12,50-13,50	834,6	6.473,0	75,7
14,0	2.350,0	0,26	13,50-14,50	654,4	7.127,4	83,3
15,0	2.350,0	0,21	14,50-15,50	481,5	7.608,9	89,0
16,0	2.350,0	0,18	15,50-16,50	338,2	7.947,1	92,9
17,0	2.350,0	0,15	16,50-17,50	229,4	8.176,4	95,6
18,0	2.350,0	0,12	17,50-18,50	150,2	8.326,7	97,4
19,0	2.350,0	0,11	18,50-19,50	95,1	8.421,8	98,5
20,0	2.350,0	0,09	19,50-20,50	58,2	8.479,9	99,1
21,0	2.350,0	0,08	20,50-21,50	34,4	8.514,3	99,6
22,0	2.350,0	0,07	21,50-22,50	19,7	8.534,0	99,8
23,0	2.350,0	0,06	22,50-23,50	10,9	8.544,9	99,9
24,0	2.350,0	0,05	23,50-24,50	5,8	8.550,7	100,0
25,0	2.350,0	0,05	24,50-25,50	2,0	8.552,7	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2B V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2B V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

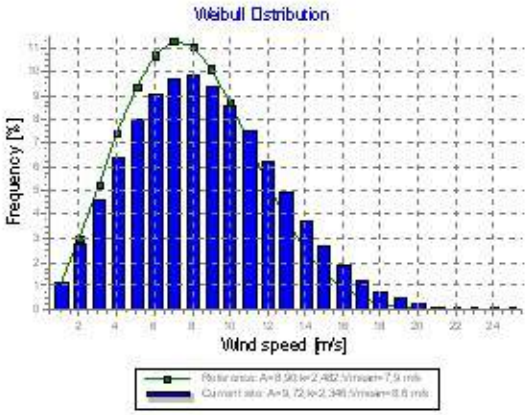
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

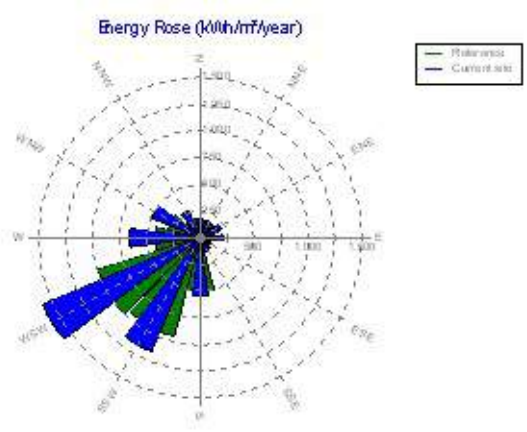
Wind statistics

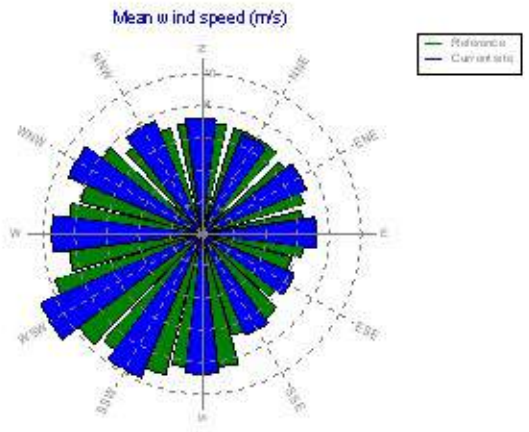
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

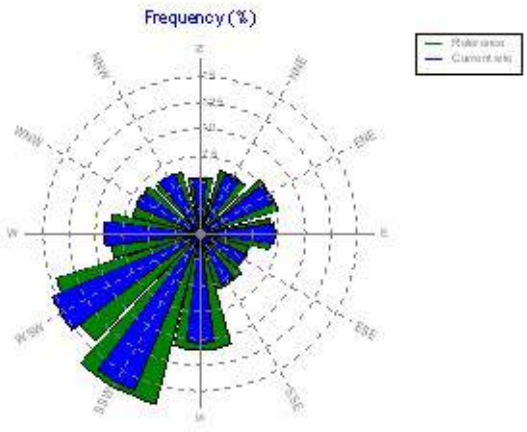
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2B V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

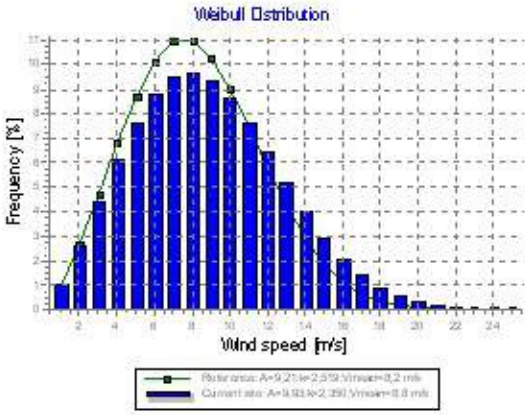
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

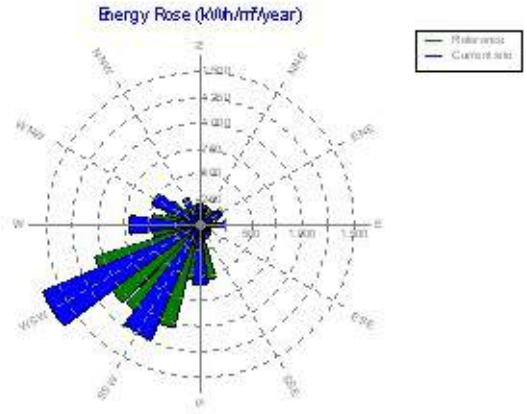
Wind statistics

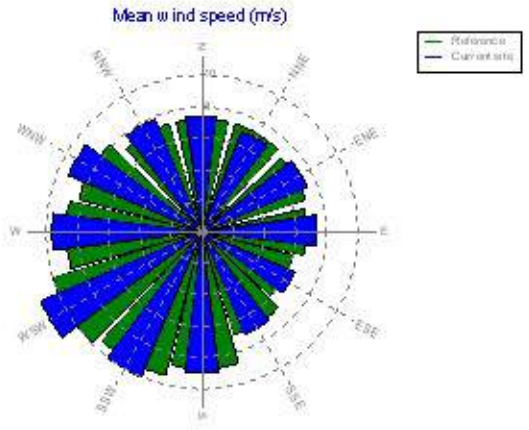
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

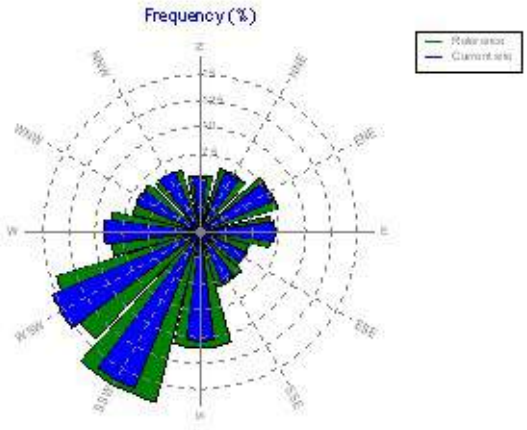
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2B V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 80,0

Site coordinates

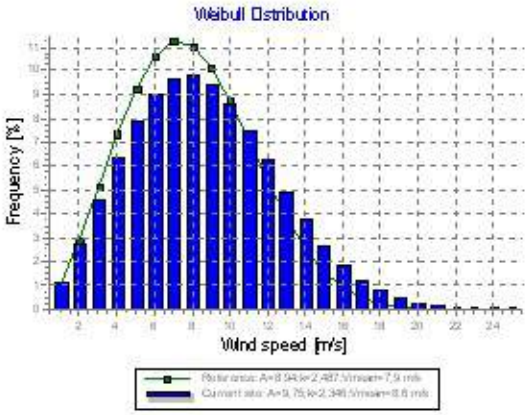
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

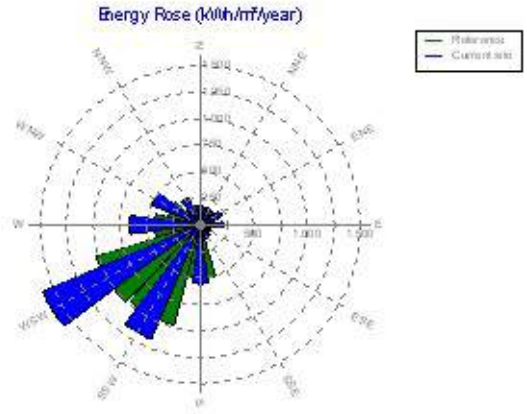
Wind statistics

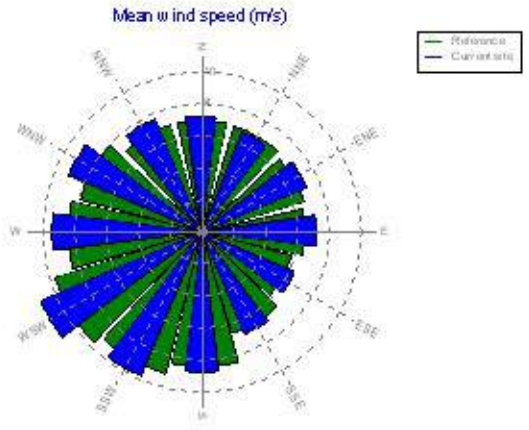
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

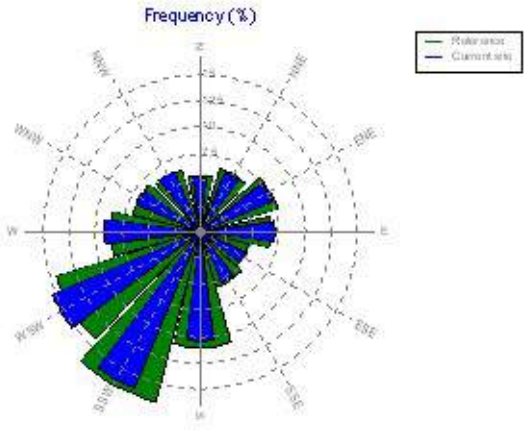
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,19	7,25	2,193	5,3	7,84	2,311	5,4
1 NNE	7,55	6,72	2,732	6,2	7,80	2,809	6,3
2 ENE	8,02	7,14	2,826	7,5	7,48	2,886	7,7
3 E	8,09	7,18	2,541	7,1	7,24	2,608	6,8
4 ESE	7,14	6,33	2,432	4,8	6,55	2,574	4,8
5 SSE	7,76	6,91	2,744	5,2	7,43	2,750	5,4
6 S	9,84	8,77	2,861	10,5	9,44	2,923	11,0
7 SSW	10,98	9,80	2,951	16,2	10,23	3,011	16,8
8 WSW	12,34	10,99	2,826	15,3	10,86	2,886	14,3
9 W	10,63	9,43	2,475	9,2	9,48	2,565	8,6
10 WNW	10,30	9,12	2,115	6,6	8,92	2,198	6,7
11 NNW	8,67	7,68	2,092	6,3	7,86	2,230	6,2
All	9,75	8,64	2,346	100,0	8,94	2,487	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2B V117 2020

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	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6
2,5	320	270	266	259	298	280	274	297	279	238	279	270	258	277
3,5	2.793	2.168	2.205	2.092	2.126	2.112	2.023	2.209	2.102	2.089	2.258	2.248	2.204	2.356
4,5	8.040	6.447	6.462	6.293	6.558	6.511	6.310	6.766	6.451	6.262	6.458	6.493	6.302	6.730
5,5	15.918	13.030	13.048	12.744	13.321	13.202	12.914	13.700	13.099	12.642	13.001	13.038	12.731	13.493
6,5	27.207	22.531	22.602	21.998	22.971	22.768	22.324	23.601	22.607	21.838	22.559	22.602	22.101	23.355
7,5	42.395	35.533	35.673	34.692	36.019	35.721	35.079	36.951	35.522	34.510	35.719	35.732	35.137	36.864
8,5	61.514	52.462	52.667	51.182	52.899	52.488	51.553	54.169	52.275	51.081	53.010	52.917	52.173	54.381
9,5	83.423	72.827	73.074	71.093	73.148	72.553	71.382	74.593	72.330	71.164	73.897	73.566	72.833	75.304
10,5	103.563	93.770	94.211	91.824	94.039	93.186	91.682	95.080	92.999	92.127	95.430	94.629	93.840	96.439
11,5	118.000	111.319	112.014	109.752	111.654	110.960	109.083	112.142	110.885	109.918	112.877	112.101	110.935	113.237
12,5	124.240	121.740	122.321	121.224	122.348	122.050	120.666	122.102	121.722	121.047	122.351	122.027	120.756	122.205
13,5	126.321	125.611	125.840	125.576	125.867	125.852	125.613	125.860	125.451	125.406	125.720	125.646	125.117	125.675
14,5	126.945	126.822	126.871	126.814	126.859	126.870	126.851	126.877	126.723	126.820	126.866	126.823	126.698	126.822
15,5	126.993	126.983	126.987	126.981	126.981	126.990	126.986	126.985	126.957	126.990	126.988	126.990	126.977	126.978
16,5	127.000	126.999	127.000	126.999	126.999	127.000	127.000	127.000	126.996	127.000	127.000	127.000	126.999	126.999
17,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
18,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
19,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
20,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
21,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
22,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
23,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
24,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
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.

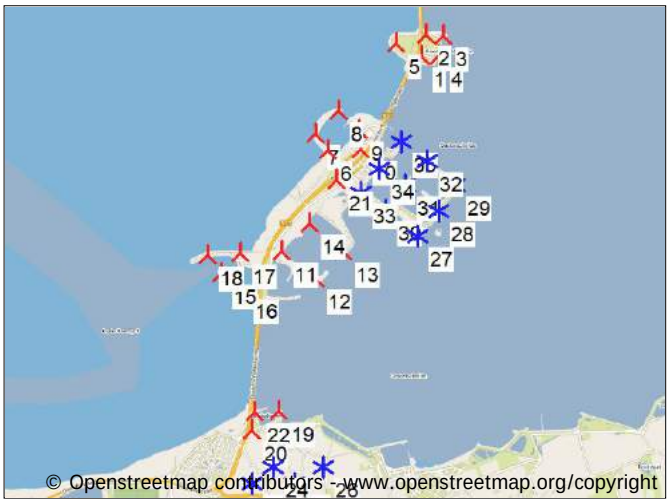
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2B V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	476	5,3	4,1
9	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
10	0,0	9	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
12	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	11	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	18	0,0	376	4,2	3,2
16	0,0	15	0,0	418	4,6	4,6
17	0,0	15	0,0	459	5,1	3,9
18	0,0	15	0,0	376	4,2	3,2
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	33	0,0	438	3,7	3,4
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	21	0,0	438	3,7	3,4
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,6	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2B V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

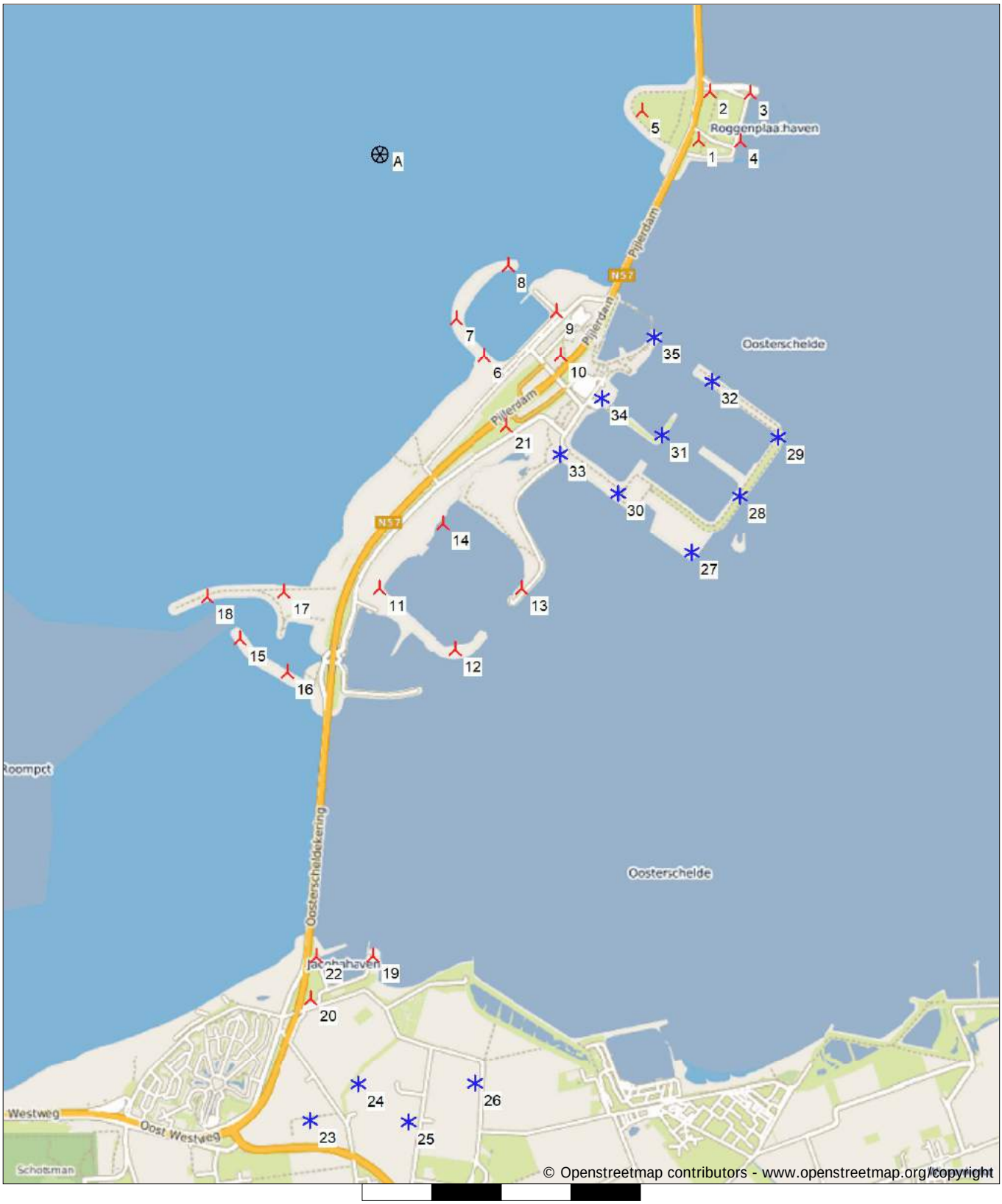
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:51/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2B V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Reguliérenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2C V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	300.529,7	270.476,7	327.955,8	91,6	38,5	11.759,9	3.373	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 80,2 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.178,7	8.261	90,38	8,66
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.206,2	8.286	90,92	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.330,5	7.497	88,04	8,62
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.170,9	7.354	87,39	8,55
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.184,2	7.366	88,39	8,50
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.345,4	7.511	89,62	8,52
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.067,3	14.461	90,24	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.451,4	14.806	93,47	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.260,2	14.634	92,35	8,75
10 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.334,7	8.401	85,44	8,56
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.634,2	14.071	88,23	8,77
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.225,6	14.603	93,48	8,64
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.245,8	14.621	94,46	8,59
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.022,4	14.420	92,69	8,62
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.956,2	14.361	92,16	8,63
16 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.096,4	9.087	94,00	8,47
17 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.029,9	9.027	94,44	8,42
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.024,7	14.422	92,47	8,64
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.766,3	15.090	96,31	8,67
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.917,6	12.526	91,20	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.279,5	12.852	93,74	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.112,4	14.501	90,90	8,77
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.689,3	12.320	90,29	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2C V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
2	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
3	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
4	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
5	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
6	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
13	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
14	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
15	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
16	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
17	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
18	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
19	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2C V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	300.529,7	270.476,7	327.955,8	91,6	38,5	11.759,9	3.373	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2C V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

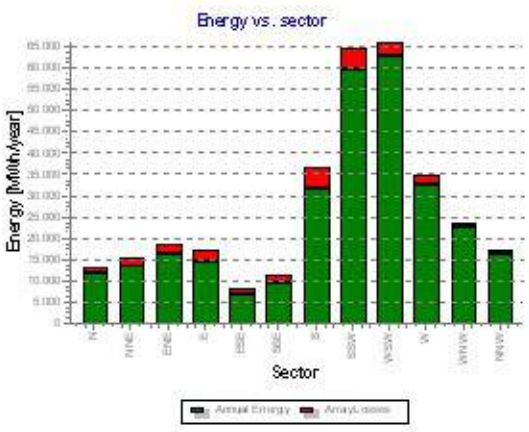
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

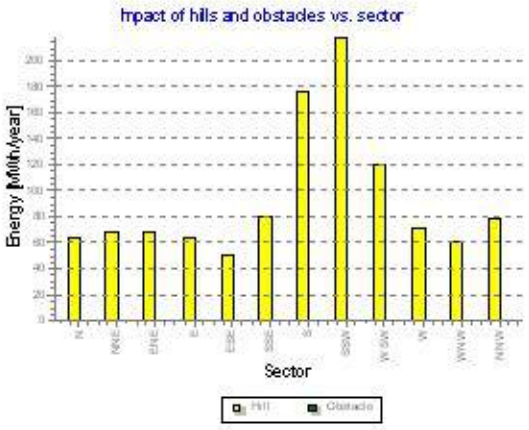
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2C V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.188,8	15.193,7	18.958,2	17.116,6	8.114,4	11.315,6	36.663,3	64.696,2	66.002,3	34.960,4	23.488,2	17.131,9	326.829,7
+Increase due to hills	[MWh]	65,3	68,9	69,5	64,4	50,8	81,6	176,1	217,9	119,7	71,9	61,1	78,9	1.126,1
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.253,1	1.789,6	2.446,4	2.528,1	1.155,5	1.698,4	4.944,1	4.809,2	2.802,4	2.319,2	733,8	946,3	27.426,1
Resulting energy	[MWh]	12.001,0	13.473,1	16.581,2	14.653,0	7.009,8	9.698,8	31.895,3	60.104,9	63.319,6	32.713,2	22.815,5	16.264,5	300.529,8
Specific energy	[kWh/m²]													1.493
Specific energy	[kWh/kW]													3.747
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,34
Decrease due to array losses	[%]	9,5	11,7	12,9	14,7	14,2	14,9	13,4	7,4	4,2	6,6	3,1	5,5	8,36
Utilization	[%]	29,8	33,8	33,8	32,0	35,3	34,7	29,3	28,2	23,1	24,2	22,4	28,3	27,0
Operational	[Hours/year]	453	526	638	605	406	459	917	1.405	1.258	780	565	537	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	150	168	207	183	87	121	398	749	790	408	284	203	3.747



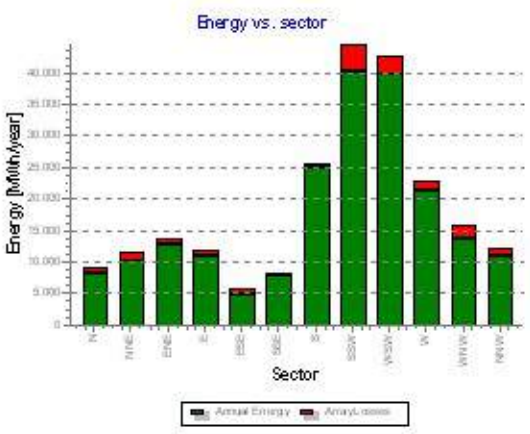


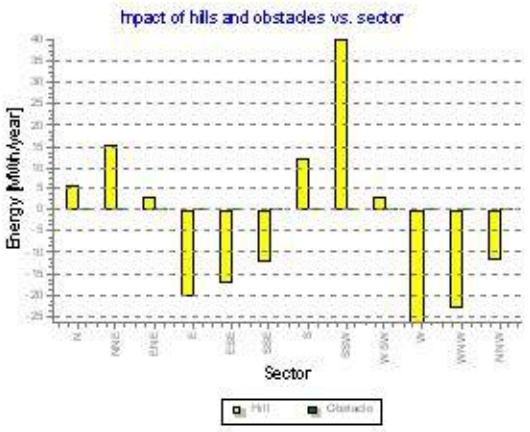
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2C V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	996,6	1.407,6	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.059,7	2.813,6	1.691,1	1.817,1	1.083,1	17.721,3
Resulting energy	[MWh]	8.413,4	10.301,1	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.438,3	40.023,3	21.305,3	14.065,8	11.085,5	207.814,2
Specific energy	[kWh/m²]													1.325
Specific energy	[kWh/kW]													4.173
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,6	12,0	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	6,6	7,4	11,4	8,9	7,86
Utilization	[%]	26,9	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,9	21,4	17,9	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	500	812	804	428	282	223	4.173





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2C V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

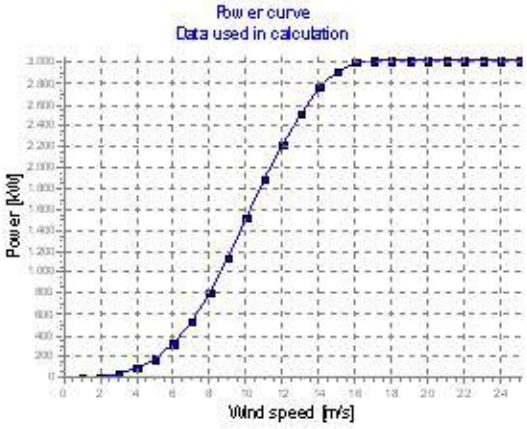
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

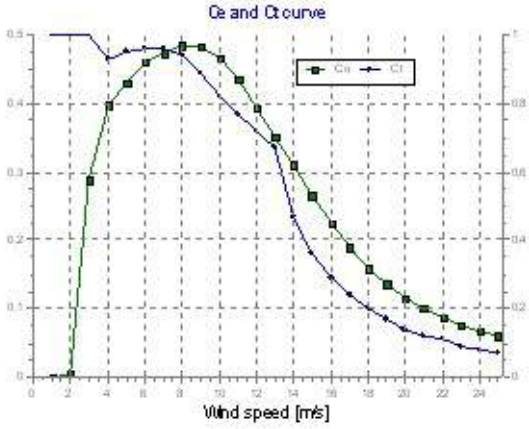
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,7	1,7	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,0	14,7	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	48,2	62,9	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	124,0	187,0	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	254,0	440,9	4,8
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	438,8	879,7	9,6
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	659,3	1.539,0	16,8
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	874,5	2.413,5	26,3
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.032,5	3.446,1	37,5
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.092,5	4.538,5	49,4
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.051,4	5.589,9	60,9
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	939,9	6.529,8	71,1
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	783,9	7.313,7	79,7
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	608,2	7.921,9	86,3
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	443,0	8.364,8	91,1
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	305,7	8.670,6	94,5
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	201,7	8.872,3	96,7
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,3	9.000,5	98,1
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	78,8	9.079,3	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	46,8	9.126,1	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	26,9	9.153,0	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	14,9	9.167,9	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,0	9.175,9	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,8	9.178,7	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2C V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2C V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

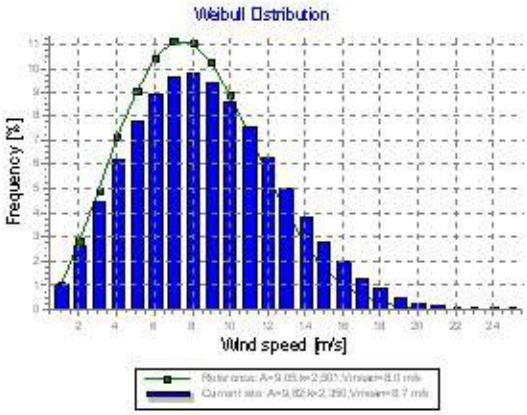
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

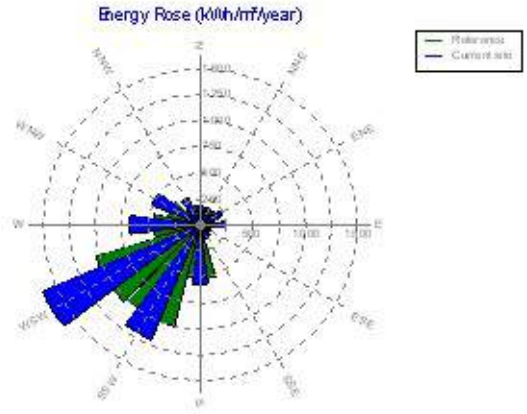
Wind statistics

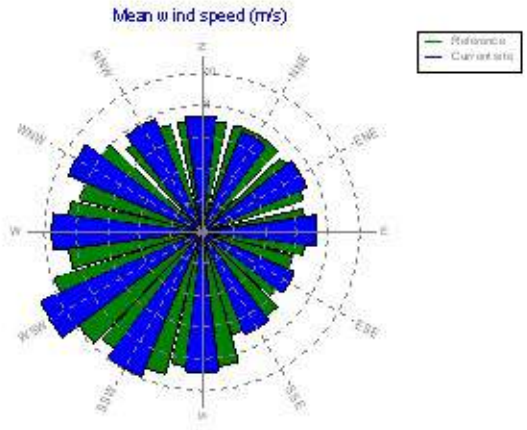
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

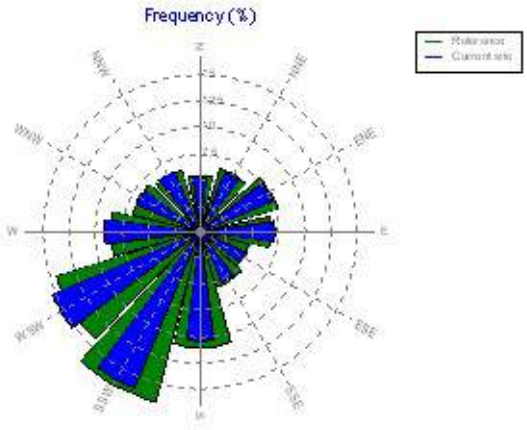
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2C V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

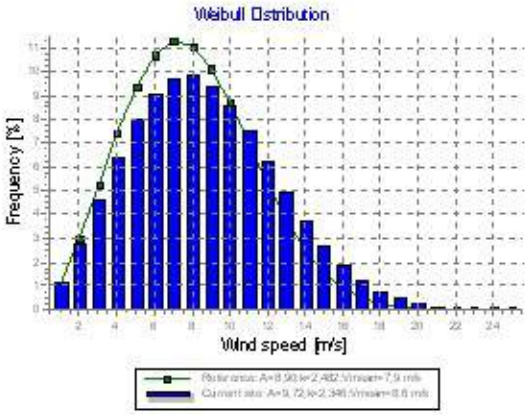
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

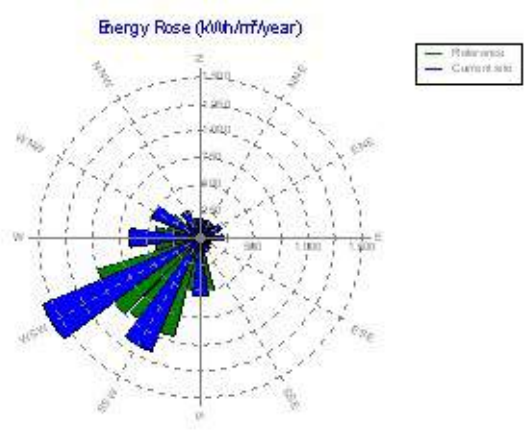
Wind statistics

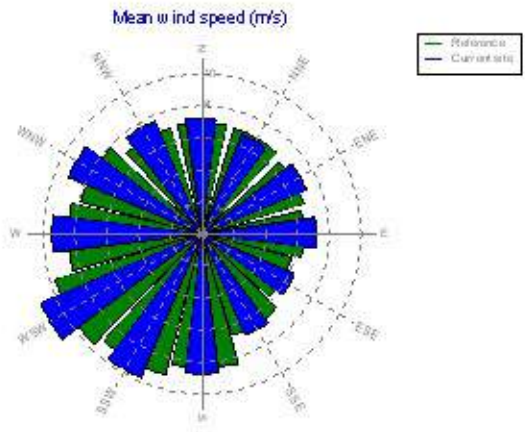
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

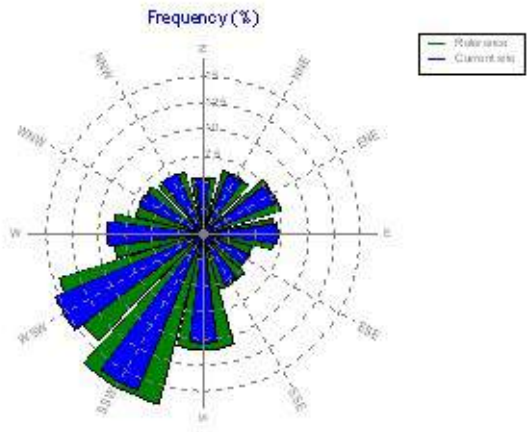
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2C V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

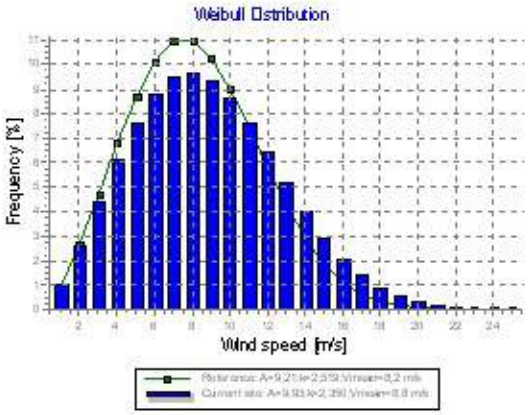
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

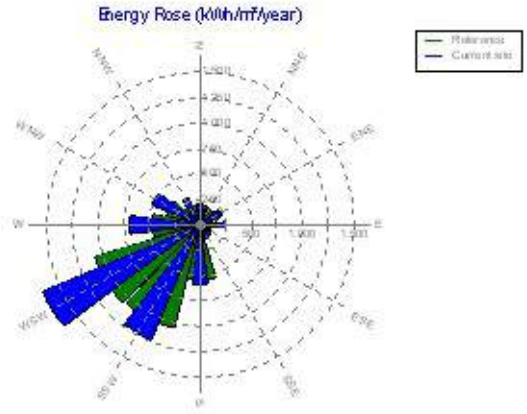
Wind statistics

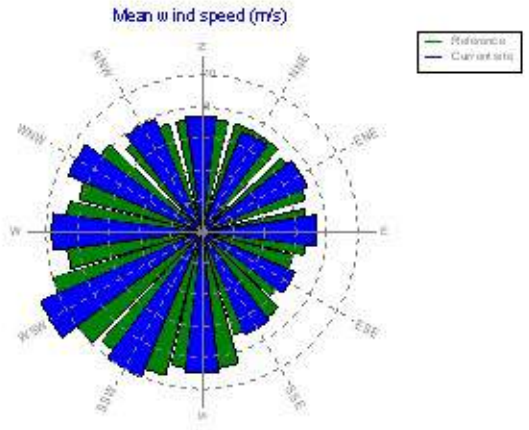
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

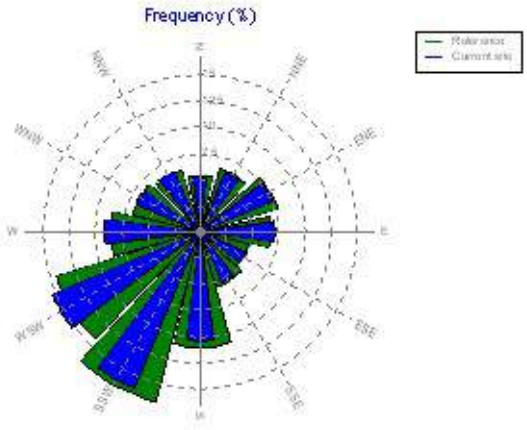
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2C V117 2020

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	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	3	5	6
2,5	345	285	266	282	316	288	292	316	291	257	294	276	273	292
3,5	2.822	2.174	2.164	2.097	2.150	2.106	2.068	2.214	2.096	2.118	2.263	2.214	2.231	2.354
4,5	8.059	6.431	6.372	6.343	6.541	6.458	6.372	6.730	6.384	6.294	6.445	6.385	6.380	6.694
5,5	15.948	12.994	12.878	12.848	13.267	13.093	13.006	13.625	12.962	12.707	12.974	12.829	12.876	13.420
6,5	27.256	22.470	22.309	22.165	22.890	22.583	22.480	23.483	22.380	21.961	22.499	22.246	22.329	23.228
7,5	42.471	35.433	35.189	34.918	35.905	35.443	35.320	36.774	35.181	34.718	35.602	35.175	35.437	36.665
8,5	61.612	52.316	51.985	51.463	52.758	52.085	51.904	53.923	51.809	51.379	52.817	52.150	52.539	54.099
9,5	83.519	72.625	72.217	71.422	72.967	71.994	71.834	74.263	71.727	71.534	73.601	72.630	73.236	74.943
10,5	103.706	93.573	93.342	92.213	93.876	92.498	92.217	94.741	92.317	92.526	95.135	93.730	94.284	96.111
11,5	118.287	111.234	111.378	110.211	111.653	110.282	109.675	111.989	110.292	110.337	112.774	111.329	111.444	113.126
12,5	124.974	122.049	122.352	122.013	122.802	121.720	121.355	122.492	121.533	121.566	122.828	121.718	121.598	122.661
13,5	127.616	126.598	126.709	126.847	126.977	126.440	126.749	126.947	126.044	126.375	126.883	126.394	126.461	126.838
14,5	128.638	128.381	128.354	128.498	128.471	128.185	128.459	128.482	128.068	128.365	128.513	128.370	128.422	128.474
15,5	128.913	128.846	128.816	128.895	128.860	128.744	128.862	128.862	128.724	128.831	128.890	128.908	128.896	128.883
16,5	129.022	129.006	128.991	129.020	129.014	128.967	129.014	129.013	128.968	129.007	129.019	129.022	129.021	129.018
17,5	129.040	129.039	129.037	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
18,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
19,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
20,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
21,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
22,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
23,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
24,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
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.

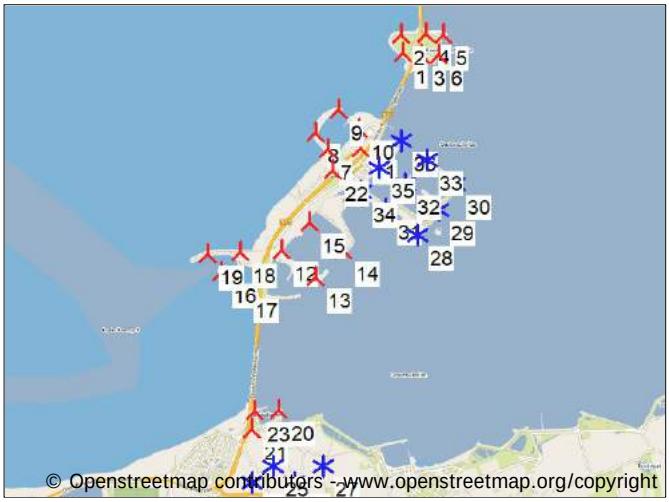
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2C V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	2	0,0	284	3,5	3,5
2	0,0	1	0,0	284	3,5	3,5
3	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
4	0,0	5	0,0	290	3,5	3,5
5	0,0	4	0,0	290	3,5	3,5
6	0,0	3	0,0	300	3,7	3,7
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	476	5,3	4,1
10	0,0	11	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
12	0,0	15	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
16	0,0	19	0,0	376	4,2	3,2
17	0,0	16	0,0	418	4,6	4,6
18	0,0	16	0,0	459	5,1	3,9
19	0,0	16	0,0	376	4,2	3,2
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	7	0,0	363	3,1	3,1
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	35	0,0	501	3,9	3,9
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,5	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2C V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

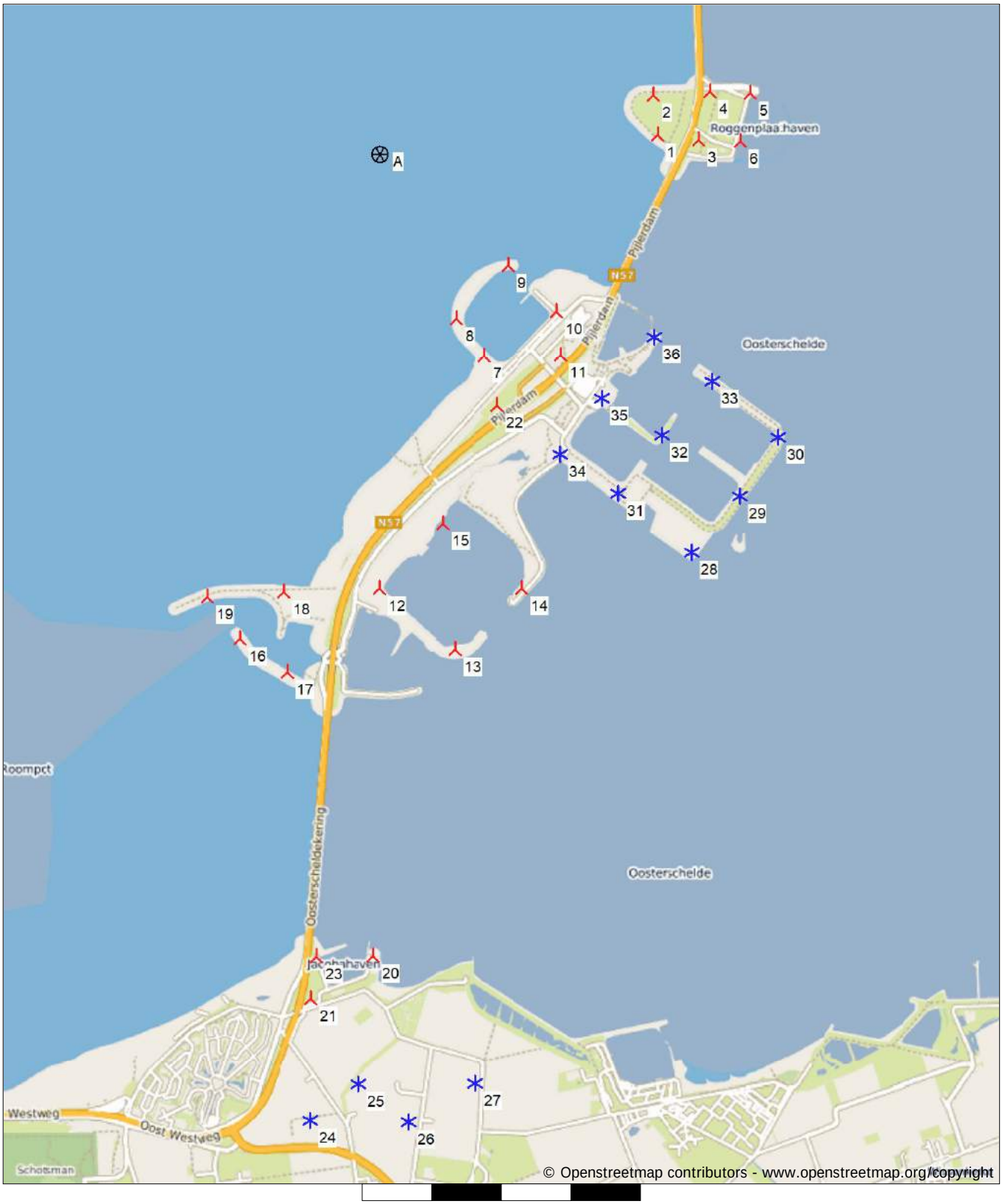
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:01/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2C V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Reguliérenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2D V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.389,3	269.450,4	325.211,4	92,1	39,3	12.247,7	3.446	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 78,2 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.560,1	7.704	90,47	8,62
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.335,7	7.502	89,15	8,55
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.305,0	7.475	89,69	8,50
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.430,6	7.588	90,54	8,52
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.616,0	14.954	94,75	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.070,9	14.464	90,26	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.456,5	14.811	93,50	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.268,6	14.642	92,40	8,75
9 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.337,4	8.404	85,47	8,56
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.640,4	14.076	88,26	8,77
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.226,1	14.603	93,49	8,64
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.245,9	14.621	94,46	8,59
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.022,9	14.421	92,69	8,62
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.956,2	14.361	92,16	8,63
15 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.096,6	9.087	94,01	8,47
16 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.029,9	9.027	94,44	8,42
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.025,4	14.423	92,48	8,64
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.766,5	15.090	96,31	8,67
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.917,6	12.526	91,20	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.279,5	12.852	93,74	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.111,9	14.501	90,89	8,77
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.689,4	12.320	90,29	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2D V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
12	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
13	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
14	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
15	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
16	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
17	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
18	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2D V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.389,3	269.450,4	325.211,4	92,1	39,3	12.247,7	3.446	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2D V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

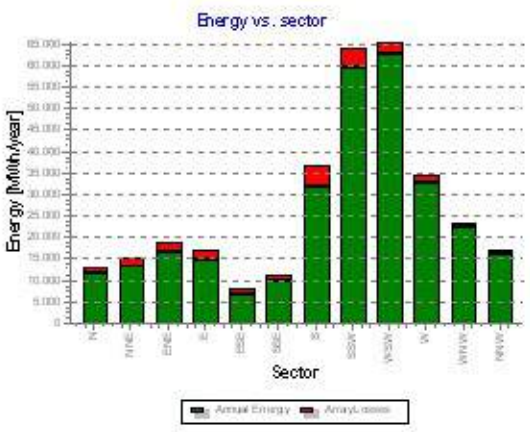
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

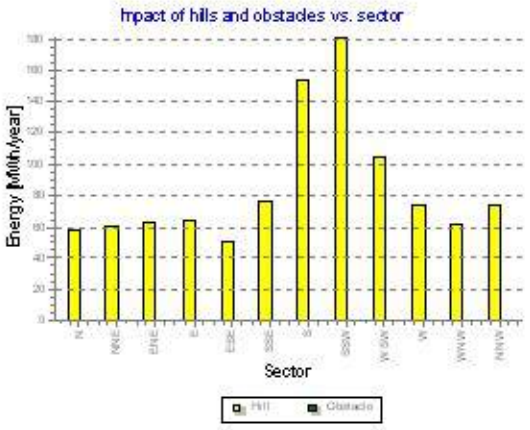
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2D V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.146,5	15.151,3	18.899,0	17.051,4	8.087,6	11.280,4	36.391,3	64.140,1	65.128,3	34.622,2	23.244,3	17.042,6	324.184,9
+Increase due to hills	[MWh]	58,3	60,1	63,6	64,2	50,4	77,5	154,6	180,8	105,9	74,2	62,5	74,3	1.026,4
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.133,9	1.765,9	2.375,7	2.334,4	1.170,4	1.652,0	4.604,1	4.645,3	2.615,6	1.907,6	742,3	874,9	25.822,0
Resulting energy	[MWh]	12.070,9	13.445,5	16.586,9	14.781,2	6.967,7	9.705,9	31.941,8	59.675,5	62.618,6	32.788,8	22.564,5	16.242,0	299.389,4
Specific energy	[kWh/m²]													1.486
Specific energy	[kWh/kW]													3.829
Increase due to hills	[%]	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,32
Decrease due to array losses	[%]	8,6	11,6	12,5	13,6	14,4	14,5	12,6	7,2	4,0	5,5	3,2	5,1	7,94
Utilization	[%]	29,9	33,7	33,7	32,2	35,0	34,7	29,2	27,9	22,8	24,2	22,1	28,2	26,8
Operational	[Hours/year]	452	525	638	606	406	459	918	1.404	1.256	780	565	538	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	154	172	212	189	89	124	408	763	801	419	289	208	3.829



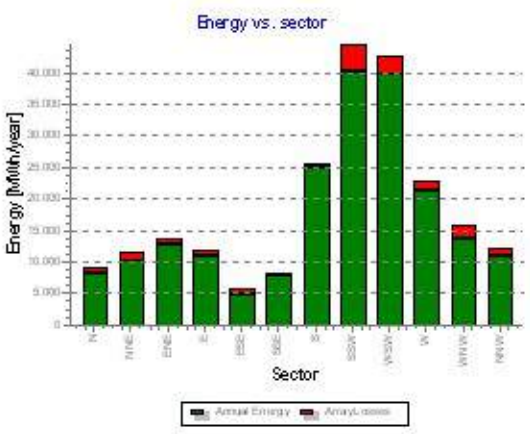


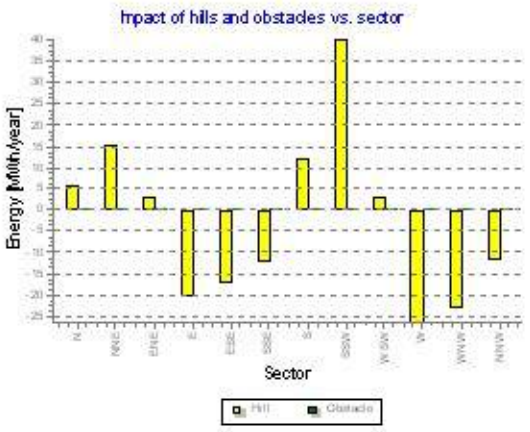
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2D V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	973,3	1.402,6	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.059,7	2.813,6	1.691,1	1.817,1	1.085,5	17.695,5
Resulting energy	[MWh]	8.436,7	10.306,1	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.438,3	40.023,3	21.305,3	14.065,8	11.083,1	207.839,9
Specific energy	[kWh/m²]													1.325
Specific energy	[kWh/kW]													4.173
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,3	12,0	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	6,6	7,4	11,4	8,9	7,85
Utilization	[%]	27,0	29,4	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,9	21,4	17,9	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	500	812	804	428	282	223	4.173





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2D V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010, Hub height: 78,3 m

Name: Level 0 - official - OM I - 02/2010
Source: Enercon

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
25-2-2010	EMD	25-11-2009	15-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,44

According to Enercon specification document SIAS-001-ct_E82_E2_2 3MW_Vers 3 1ger-ger.pdf. Revision number of PC is 3.0, Revision number of ct curve is 3.1.

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]	2.771	4.454	6.221	7.904	9.401	10.653
ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010	[MWh]	3.050	4.801	6.614	8.321	9.823	11.062
Check value	[%]	-9	-7	-6	-5	-4	-4

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

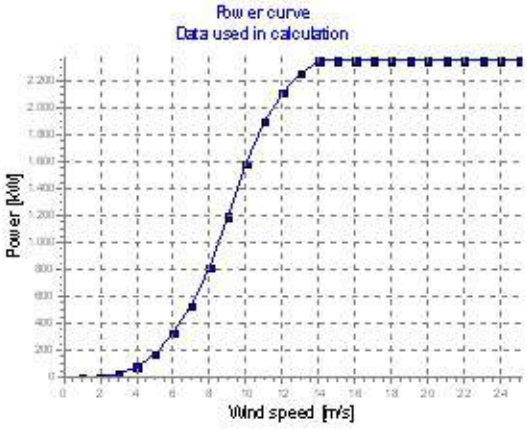
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

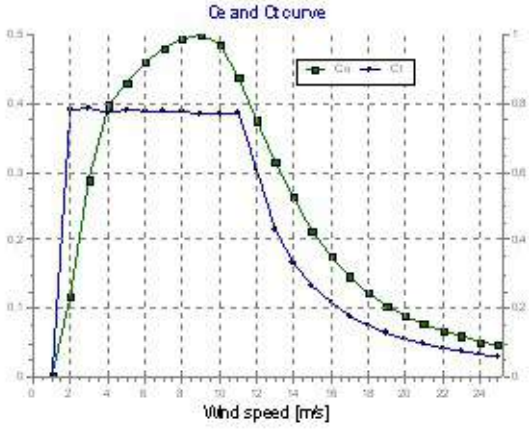
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	1,0	0,00
2,0	3,0	0,12	2,0	0,78
3,0	25,0	0,29	3,0	0,79
4,0	82,0	0,40	4,0	0,77
5,0	174,0	0,43	5,0	0,78
6,0	321,0	0,46	6,0	0,78
7,0	532,0	0,48	7,0	0,78
8,0	815,0	0,49	8,0	0,77
9,0	1.180,0	0,50	9,0	0,77
10,0	1.580,0	0,49	10,0	0,77
11,0	1.890,0	0,44	11,0	0,77
12,0	2.100,0	0,38	12,0	0,61
13,0	2.250,0	0,32	13,0	0,44
14,0	2.350,0	0,26	14,0	0,34
15,0	2.350,0	0,22	15,0	0,27
16,0	2.350,0	0,18	16,0	0,22
17,0	2.350,0	0,15	17,0	0,18
18,0	2.350,0	0,12	18,0	0,15
19,0	2.350,0	0,11	19,0	0,13
20,0	2.350,0	0,09	20,0	0,11
21,0	2.350,0	0,08	21,0	0,10
22,0	2.350,0	0,07	22,0	0,08
23,0	2.350,0	0,06	23,0	0,07
24,0	2.350,0	0,05	24,0	0,07
25,0	2.350,0	0,05	25,0	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,234 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	0,1	0,1	0,0
2,0	3,1	0,12	1,50- 2,50	2,0	2,1	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,4	15,5	0,2
4,0	82,9	0,40	3,50- 4,50	48,8	64,2	0,8
5,0	175,7	0,43	4,50- 5,50	125,4	189,6	2,2
6,0	323,9	0,46	5,50- 6,50	257,9	447,5	5,2
7,0	536,6	0,48	6,50- 7,50	448,7	896,2	10,5
8,0	821,9	0,49	7,50- 8,50	681,0	1.577,2	18,4
9,0	1.189,1	0,50	8,50- 9,50	912,8	2.490,0	29,1
10,0	1.588,8	0,49	9,50-10,50	1.068,9	3.558,9	41,6
11,0	1.897,5	0,44	10,50-11,50	1.090,5	4.649,4	54,3
12,0	2.106,4	0,37	11,50-12,50	994,0	5.643,4	65,9
13,0	2.254,7	0,31	12,50-13,50	835,3	6.478,7	75,7
14,0	2.350,0	0,26	13,50-14,50	655,0	7.133,6	83,3
15,0	2.350,0	0,21	14,50-15,50	481,9	7.615,5	89,0
16,0	2.350,0	0,18	15,50-16,50	338,5	7.954,0	92,9
17,0	2.350,0	0,15	16,50-17,50	229,6	8.183,5	95,6
18,0	2.350,0	0,12	17,50-18,50	150,4	8.333,9	97,4
19,0	2.350,0	0,11	18,50-19,50	95,2	8.429,1	98,5
20,0	2.350,0	0,09	19,50-20,50	58,2	8.487,3	99,1
21,0	2.350,0	0,08	20,50-21,50	34,4	8.521,8	99,6
22,0	2.350,0	0,07	21,50-22,50	19,7	8.541,4	99,8
23,0	2.350,0	0,06	22,50-23,50	10,9	8.552,3	99,9
24,0	2.350,0	0,05	23,50-24,50	5,8	8.558,1	100,0
25,0	2.350,0	0,05	24,50-25,50	2,0	8.560,1	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2D V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2D V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

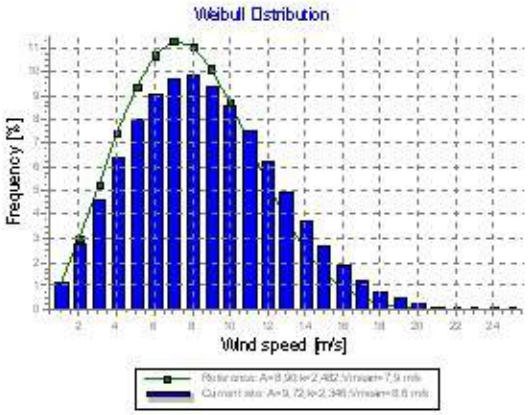
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

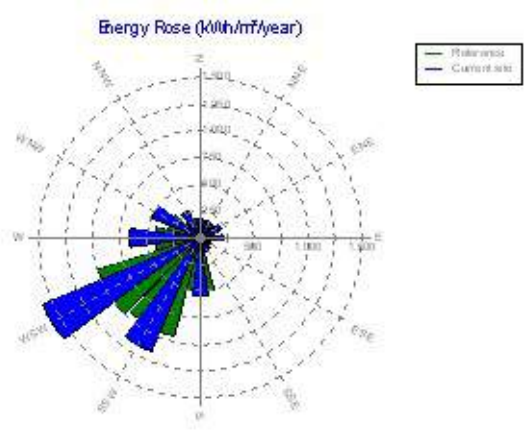
Wind statistics

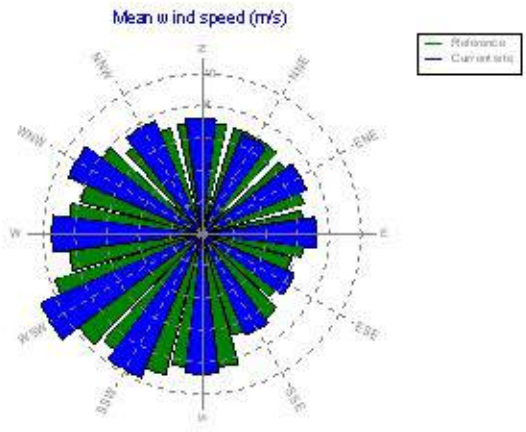
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

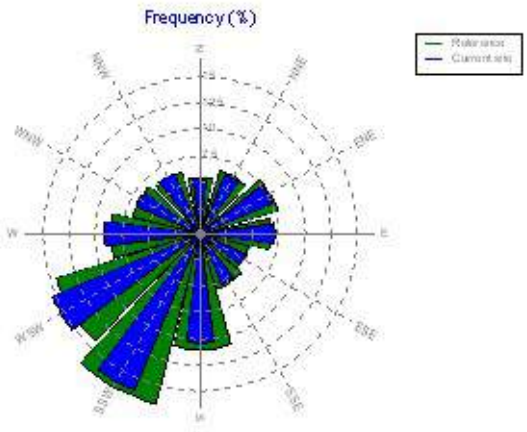
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2D V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

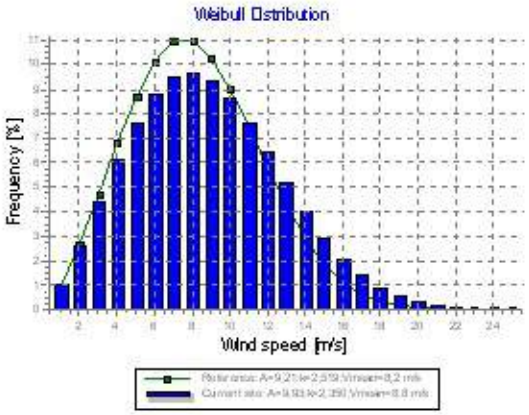
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

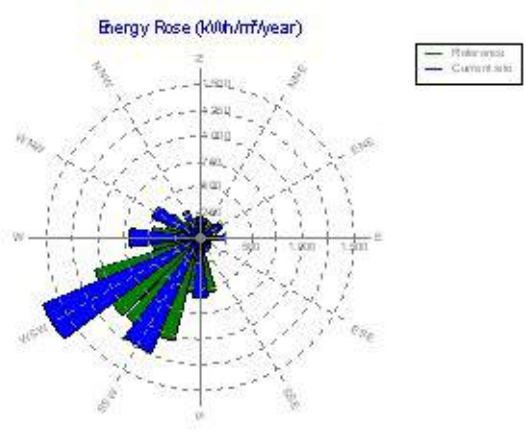
Wind statistics

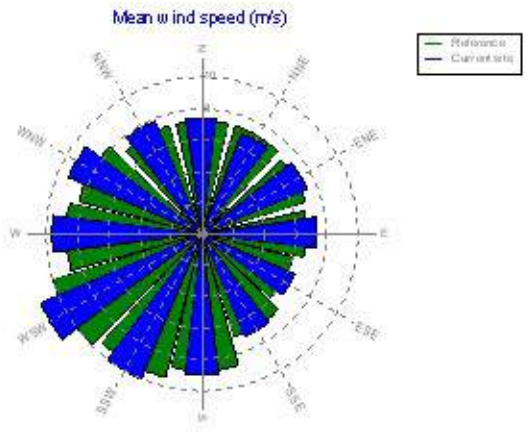
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

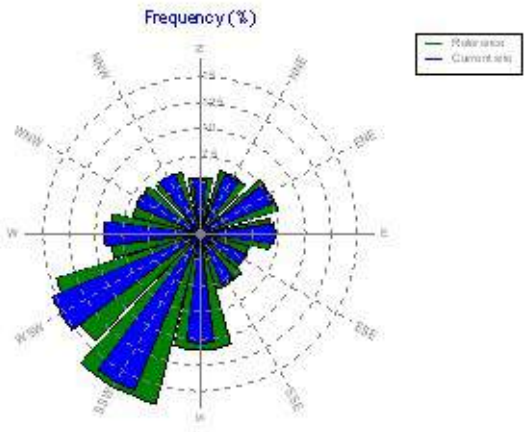
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2D V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 80,0

Site coordinates

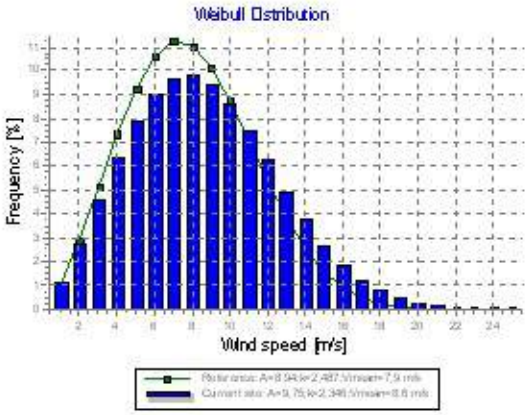
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

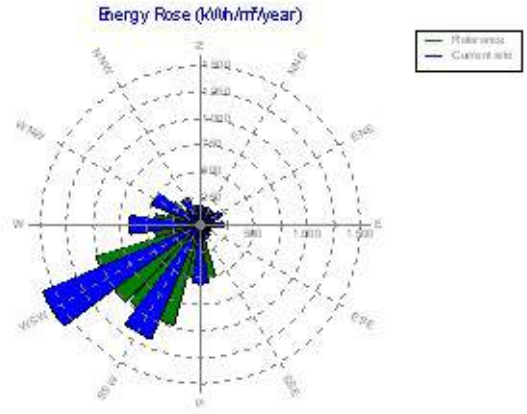
Wind statistics

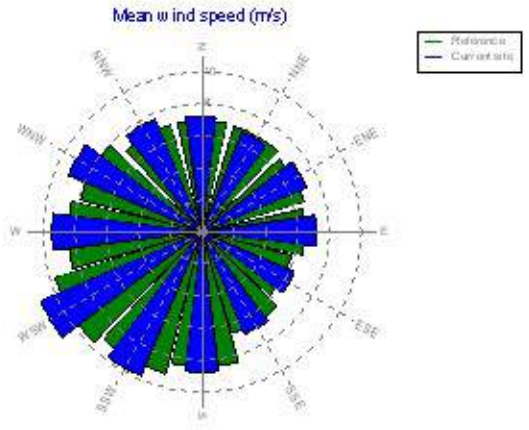
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

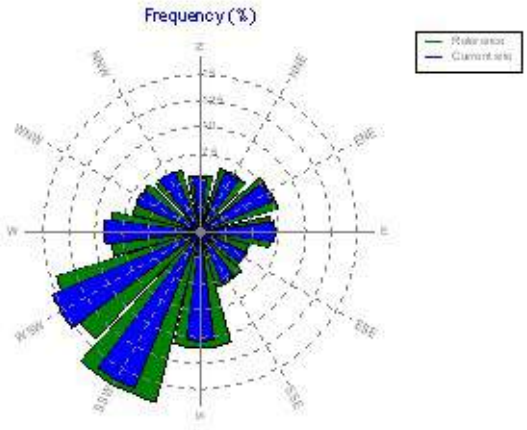
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,19	7,25	2,193	5,3	7,84	2,311	5,4
1 NNE	7,55	6,72	2,732	6,2	7,80	2,809	6,3
2 ENE	8,02	7,14	2,826	7,5	7,48	2,886	7,7
3 E	8,09	7,18	2,541	7,1	7,24	2,608	6,8
4 ESE	7,14	6,33	2,432	4,8	6,55	2,574	4,8
5 SSE	7,76	6,91	2,744	5,2	7,43	2,750	5,4
6 S	9,84	8,77	2,861	10,5	9,44	2,923	11,0
7 SSW	10,98	9,80	2,951	16,2	10,23	3,011	16,8
8 WSW	12,34	10,99	2,826	15,3	10,86	2,886	14,3
9 W	10,63	9,43	2,475	9,2	9,48	2,565	8,6
10 WNW	10,30	9,12	2,115	6,6	8,92	2,198	6,7
11 NNW	8,67	7,68	2,092	6,3	7,86	2,230	6,2
All	9,75	8,64	2,346	100,0	8,94	2,487	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2D V117 2020

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	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6
2,5	320	270	266	259	298	280	274	297	279	238	279	269	259	277
3,5	2.793	2.168	2.196	2.097	2.134	2.104	2.032	2.196	2.094	2.096	2.257	2.242	2.216	2.349
4,5	8.040	6.445	6.428	6.325	6.543	6.499	6.339	6.734	6.419	6.288	6.452	6.468	6.349	6.705
5,5	15.918	13.029	12.982	12.823	13.280	13.182	12.960	13.643	13.043	12.709	12.996	12.991	12.824	13.449
6,5	27.207	22.531	22.495	22.131	22.910	22.734	22.398	23.511	22.514	21.954	22.542	22.525	22.250	23.283
7,5	42.395	35.535	35.515	34.902	35.939	35.669	35.192	36.816	35.387	34.703	35.680	35.628	35.340	36.761
8,5	61.514	52.466	52.454	51.465	52.812	52.415	51.720	53.982	52.095	51.349	52.938	52.796	52.425	54.241
9,5	83.423	72.828	72.810	71.441	73.060	72.457	71.608	74.358	72.101	71.505	73.769	73.440	73.111	75.130
10,5	103.563	93.772	93.934	92.197	93.972	93.079	91.962	94.828	92.750	92.494	95.266	94.524	94.100	96.247
11,5	118.000	111.319	111.793	110.055	111.607	110.873	109.376	111.933	110.668	110.210	112.725	112.035	111.136	113.069
12,5	124.240	121.740	122.220	121.359	122.316	122.018	120.823	122.004	121.602	121.178	122.297	121.997	120.871	122.108
13,5	126.321	125.612	125.833	125.583	125.858	125.852	125.643	125.847	125.438	125.405	125.730	125.637	125.157	125.661
14,5	126.945	126.822	126.871	126.815	126.855	126.870	126.851	126.876	126.723	126.816	126.867	126.823	126.705	126.821
15,5	126.993	126.982	126.987	126.982	126.980	126.990	126.986	126.985	126.957	126.988	126.988	126.990	126.977	126.978
16,5	127.000	126.999	127.000	126.999	126.999	127.000	127.000	127.000	126.996	127.000	127.000	127.000	126.999	126.999
17,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
18,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
19,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
20,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
21,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
22,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
23,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
24,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
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.

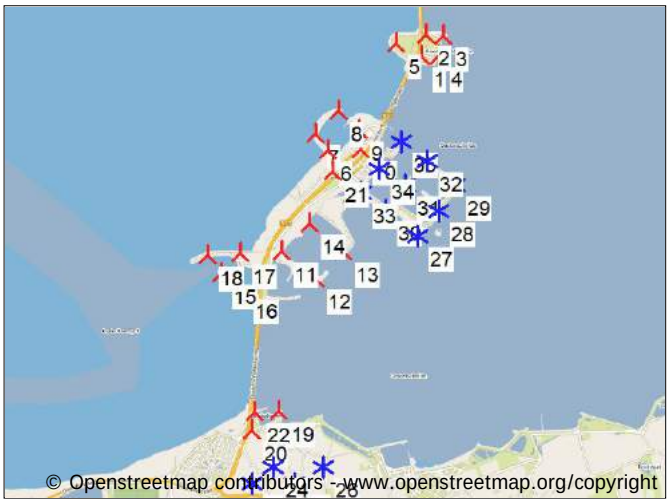
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2D V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	476	5,3	4,1
9	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
10	0,0	9	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
12	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	11	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	18	0,0	376	4,2	3,2
16	0,0	15	0,0	418	4,6	4,6
17	0,0	15	0,0	459	5,1	3,9
18	0,0	15	0,0	376	4,2	3,2
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	6	0,0	363	3,1	3,1
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	34	0,0	501	3,9	3,9
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,6	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2D V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

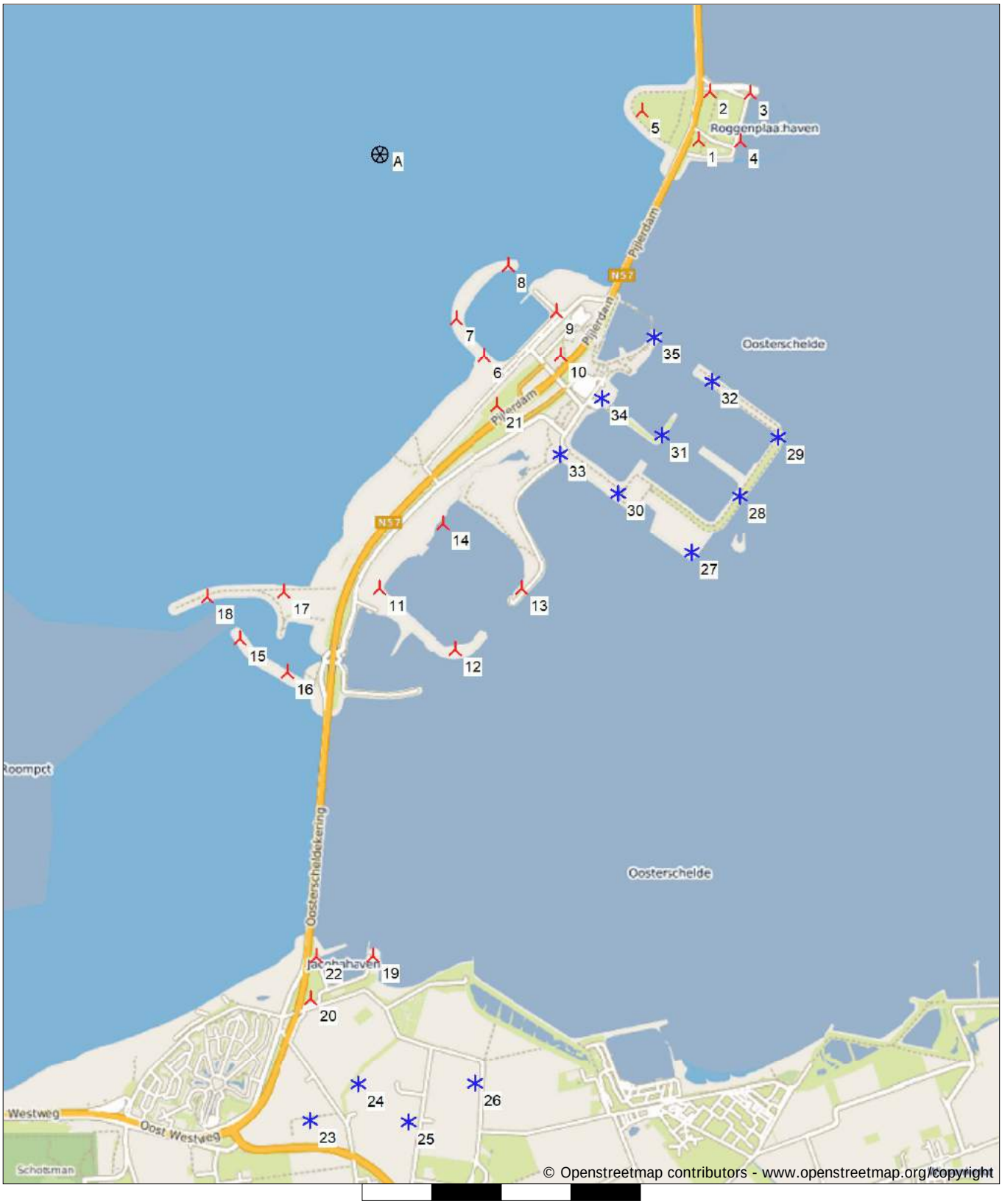
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:54/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2D V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3A V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.772,9	269.795,6	327.707,1	91,5	38,4	11.730,2	3.364	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 80,2 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.189,0	8.270	90,48	8,66
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.214,7	8.293	91,00	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.339,7	7.506	88,14	8,62
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.175,4	7.358	87,44	8,55
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.190,2	7.371	88,45	8,50
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.353,3	7.518	89,71	8,52
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.120,9	14.509	90,54	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.487,7	14.839	93,67	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.288,0	14.659	92,51	8,75
10 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.354,5	8.419	85,62	8,56
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.681,3	14.113	88,50	8,77
12 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.066,2	9.060	93,72	8,47
13 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.890,9	8.902	93,13	8,42
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.924,4	14.332	91,89	8,64
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.755,3	15.080	96,25	8,67
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.131,0	14.518	93,55	8,60
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.997,8	14.398	93,40	8,56
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.680,2	14.112	90,93	8,60
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.825,2	14.243	91,54	8,62
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.904,5	12.514	91,11	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.270,0	12.843	93,68	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.260,9	14.635	91,73	8,77
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.671,9	12.305	90,18	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3A V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
2	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
3	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
4	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
5	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
6	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
13	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
14	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
15	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
16	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
17	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
18	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
19	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3A V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.772,9	269.795,6	327.707,1	91,5	38,4	11.730,2	3.364	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3A V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

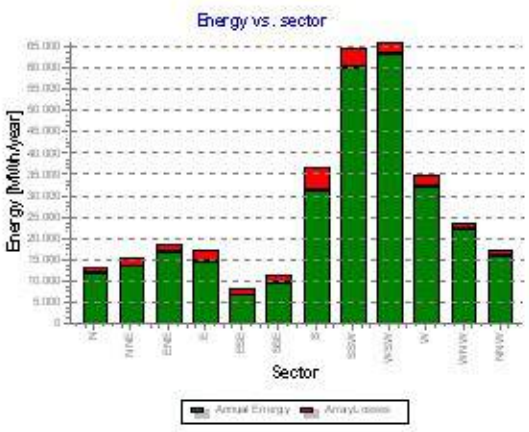
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

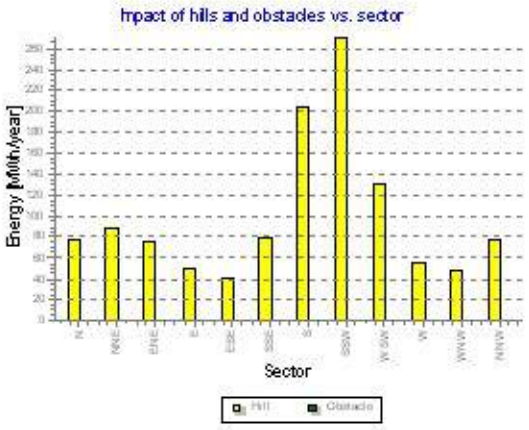
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3A V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.260,7	15.222,8	18.974,0	17.100,6	8.061,4	11.265,5	36.620,9	64.630,3	65.835,3	34.933,3	23.469,7	17.129,4	326.503,8
+Increase due to hills	[MWh]	77,3	88,5	75,6	51,4	40,9	79,8	204,7	270,2	131,4	57,0	48,6	78,0	1.203,3
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.312,4	1.666,1	2.180,2	2.655,6	1.298,7	1.850,8	5.278,8	4.512,9	2.534,1	2.617,7	943,7	1.083,2	27.934,2
Resulting energy	[MWh]	12.025,5	13.645,3	16.869,5	14.496,4	6.803,6	9.494,5	31.546,7	60.387,5	63.432,5	32.372,6	22.574,6	16.124,2	299.773,0
Specific energy	[kWh/m²]													1.489
Specific energy	[kWh/kW]													3.738
Increase due to hills	[%]	0,6	0,6	0,4	0,3	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,37
Decrease due to array losses	[%]	9,8	10,9	11,4	15,5	16,0	16,3	14,3	7,0	3,8	7,5	4,0	6,3	8,52
Utilization	[%]	29,5	34,1	34,3	31,8	34,6	34,2	29,0	28,4	23,3	23,9	22,2	28,1	27,0
Operational	[Hours/year]	453	526	638	605	406	459	918	1.406	1.257	779	565	537	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	150	170	210	181	85	118	393	753	791	404	281	201	3.738



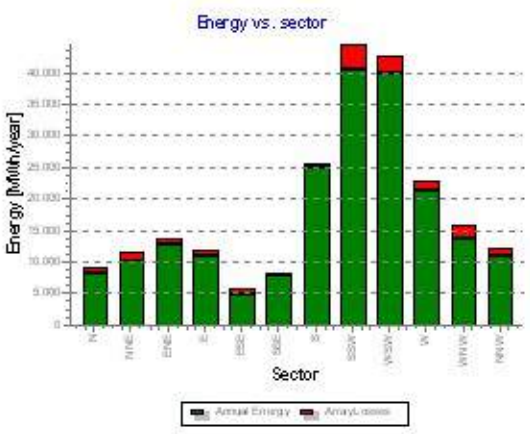


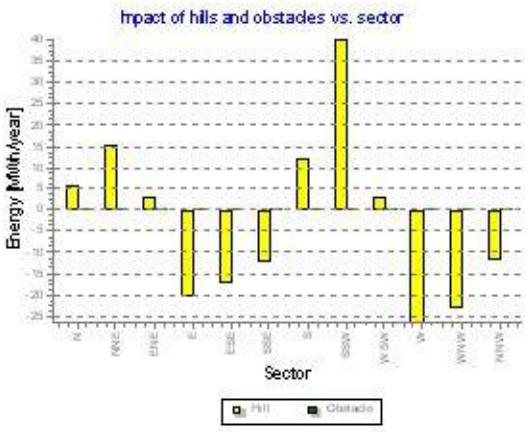
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3A V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.012,3	1.401,0	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,1	2.613,8	1.571,5	1.817,1	1.089,5	17.243,6
Resulting energy	[MWh]	8.397,7	10.307,7	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,8	40.223,1	21.424,9	14.065,8	11.079,2	208.291,8
Specific energy	[kWh/m²]													1.328
Specific energy	[kWh/kW]													4.183
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,8	12,0	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,1	6,8	11,4	9,0	7,65
Utilization	[%]	26,8	29,4	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	20,0	21,5	17,9	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	501	815	808	430	282	222	4.183





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3A V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

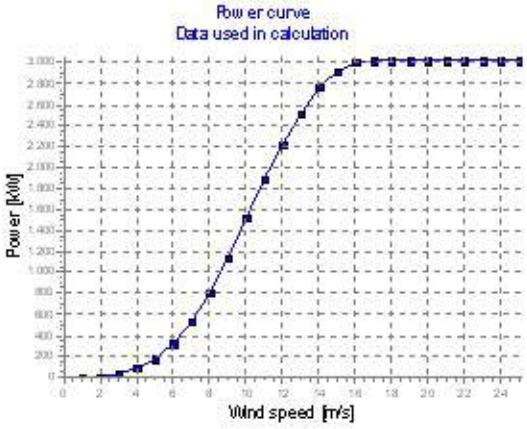
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

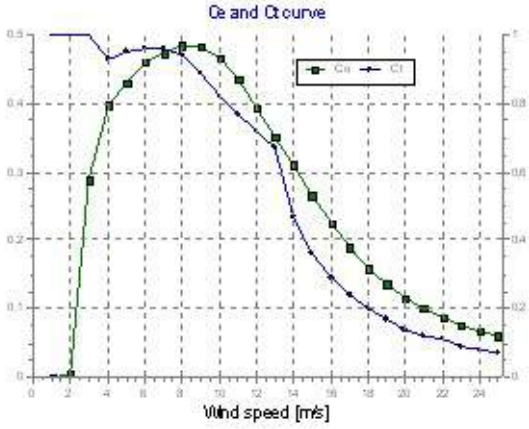
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,7	1,7	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,0	14,7	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	48,3	63,0	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	124,2	187,2	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	254,2	441,4	4,8
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	439,3	880,7	9,6
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	660,0	1.540,7	16,8
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	875,5	2.416,2	26,3
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.033,7	3.449,9	37,5
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.093,7	4.543,6	49,4
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.052,6	5.596,2	60,9
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	940,9	6.537,1	71,1
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	784,8	7.321,9	79,7
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	608,9	7.930,8	86,3
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	443,5	8.374,2	91,1
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	306,1	8.680,3	94,5
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	201,9	8.882,2	96,7
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,4	9.010,6	98,1
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	78,9	9.089,5	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	46,9	9.136,4	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	26,9	9.163,3	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	14,9	9.178,2	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,0	9.186,2	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,8	9.189,0	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3A V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3A V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

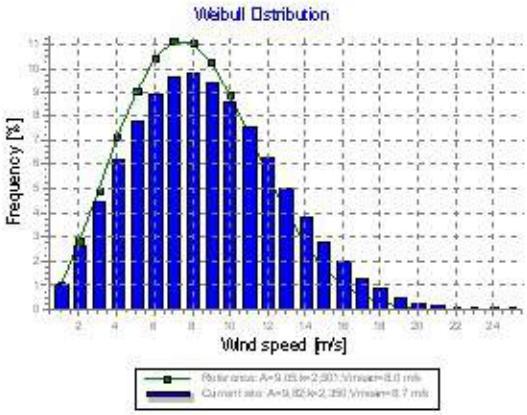
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

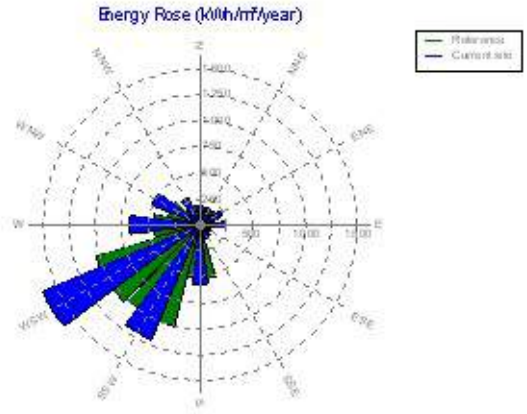
Wind statistics

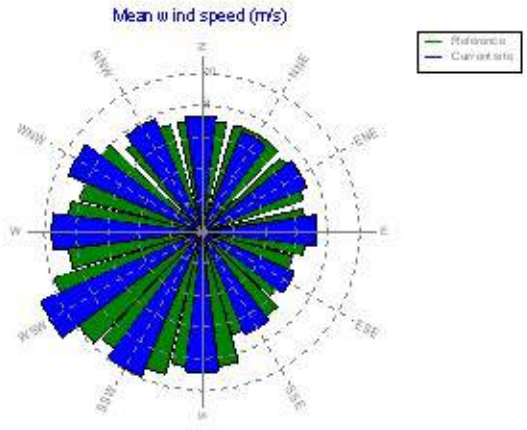
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

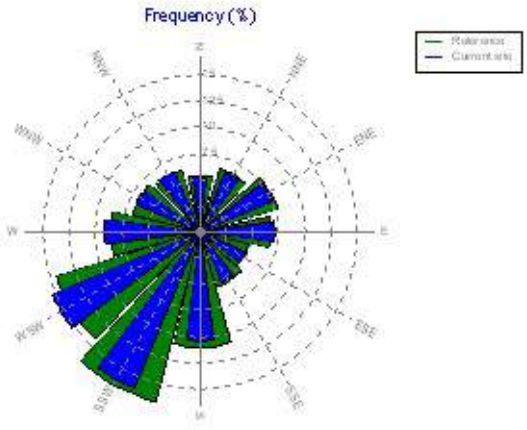
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Current site Wind speed [m/s]	Current site k-parameter	Current site Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	Reference: Roughness class 1 k-parameter	Reference: Roughness class 1 Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3A V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

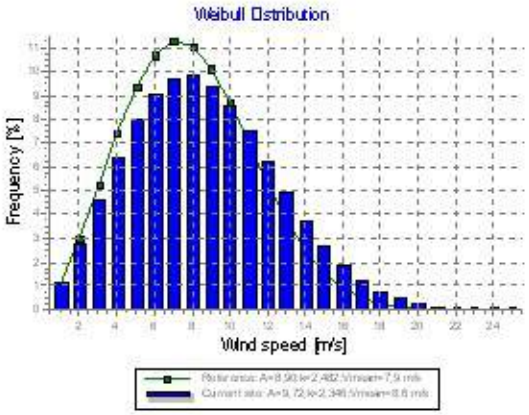
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

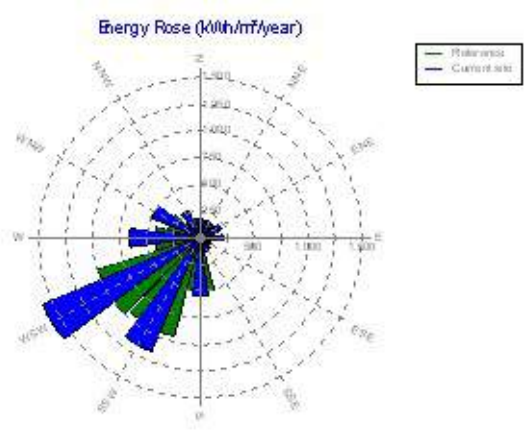
Wind statistics

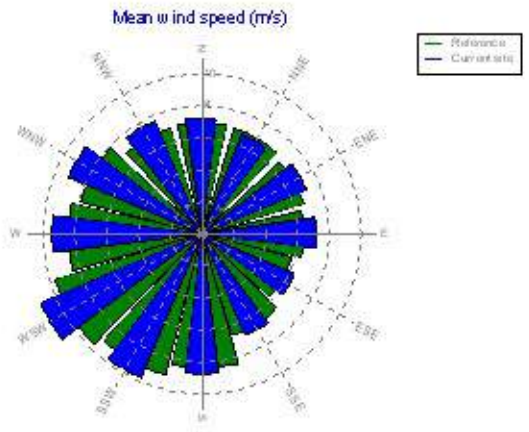
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

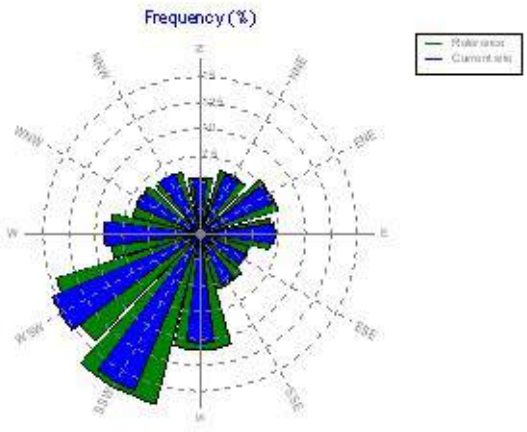
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3A V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

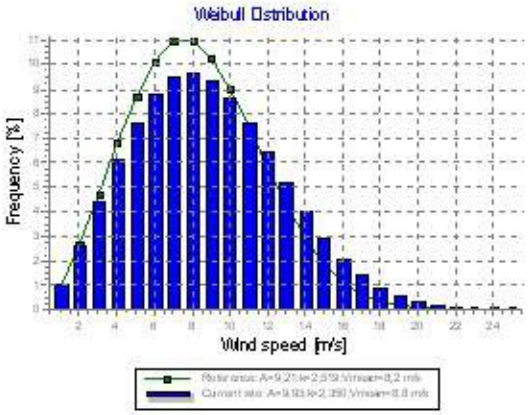
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

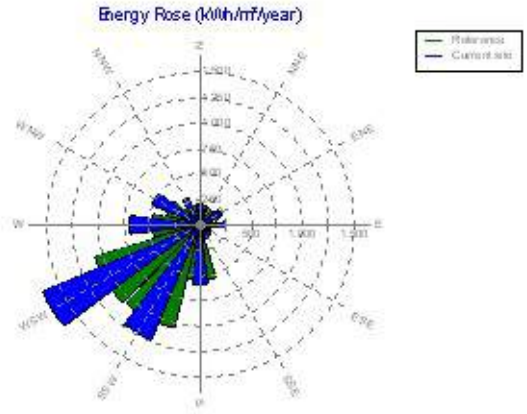
Wind statistics

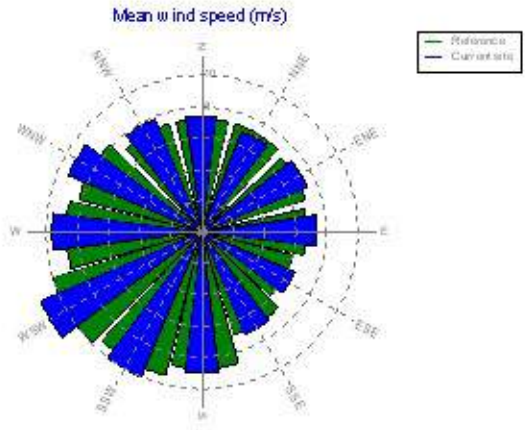
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

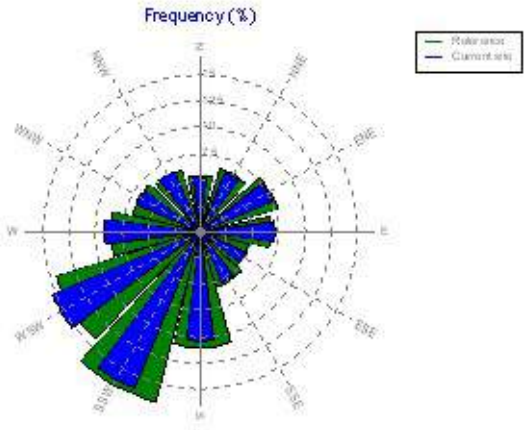
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









PARK - Park power curve

Calculation: 3A V117 2020

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	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	3	5	6
2,5	345	285	266	282	316	288	292	316	291	257	295	276	273	292
3,5	2.822	2.169	2.159	2.128	2.193	2.104	2.040	2.184	2.057	2.137	2.285	2.178	2.176	2.330
4,5	8.059	6.422	6.315	6.402	6.635	6.365	6.231	6.620	6.319	6.381	6.564	6.308	6.252	6.592
5,5	15.948	12.989	12.771	12.960	13.447	12.945	12.766	13.427	12.858	12.865	13.195	12.733	12.658	13.238
6,5	27.256	22.467	22.141	22.355	23.192	22.360	22.103	23.160	22.208	22.225	22.870	22.080	21.976	22.931
7,5	42.471	35.431	34.958	35.212	36.368	35.164	34.796	36.320	34.895	35.101	36.133	34.930	34.912	36.252
8,5	61.612	52.307	51.701	51.873	53.399	51.757	51.221	53.336	51.386	51.867	53.510	51.774	51.811	53.569
9,5	83.519	72.603	71.876	71.941	73.784	71.616	71.008	73.580	71.146	72.114	74.414	72.106	72.325	74.324
10,5	103.706	93.537	92.957	92.754	94.751	92.121	91.353	94.119	91.669	93.072	95.914	93.166	93.373	95.548
11,5	118.287	111.196	111.095	110.627	112.359	109.941	108.927	111.559	109.830	110.693	113.349	110.878	110.748	112.729
12,5	124.974	122.033	122.201	122.169	123.047	121.459	120.883	122.403	121.379	121.731	123.058	121.579	121.352	122.574
13,5	127.616	126.600	126.701	126.847	126.979	126.338	126.541	126.945	126.061	126.435	126.936	126.405	126.445	126.835
14,5	128.638	128.379	128.353	128.497	128.468	128.154	128.396	128.482	128.073	128.379	128.519	128.370	128.422	128.474
15,5	128.913	128.846	128.816	128.895	128.860	128.739	128.851	128.862	128.726	128.835	128.890	128.908	128.896	128.883
16,5	129.022	129.006	128.991	129.020	129.014	128.967	129.013	129.013	128.968	129.008	129.019	129.022	129.021	129.018
17,5	129.040	129.039	129.037	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
18,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
19,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
20,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
21,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
22,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
23,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
24,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
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.

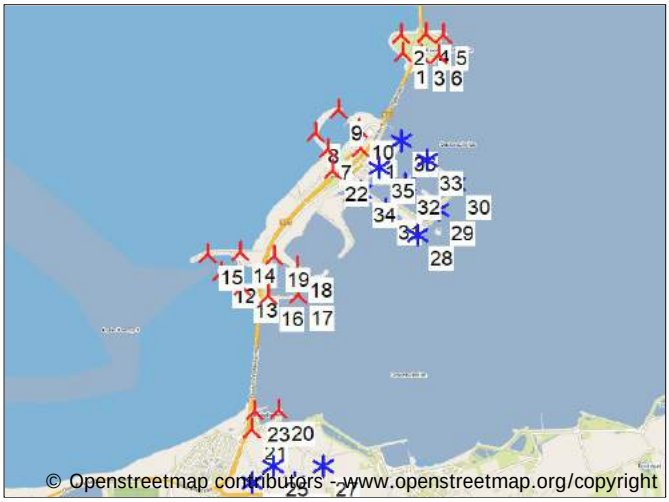
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3A V117 2020

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
	[m]		[m]	[m]		
1	0,0	2	0,0	284	3,5	3,5
2	0,0	1	0,0	284	3,5	3,5
3	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
4	0,0	5	0,0	290	3,5	3,5
5	0,0	4	0,0	290	3,5	3,5
6	0,0	3	0,0	300	3,7	3,7
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	476	5,3	4,1
10	0,0	11	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
12	0,0	15	0,0	376	4,2	3,2
13	0,0	12	0,0	418	4,6	4,6
14	0,0	12	0,0	459	5,1	3,9
15	0,0	12	0,0	376	4,2	3,2
16	0,0	13	0,0	456	5,1	3,9
17	0,0	18	0,0	465	4,0	4,0
18	0,0	19	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	7	0,0	363	3,1	3,1
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	35	0,0	501	3,9	3,9
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,3	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3A V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

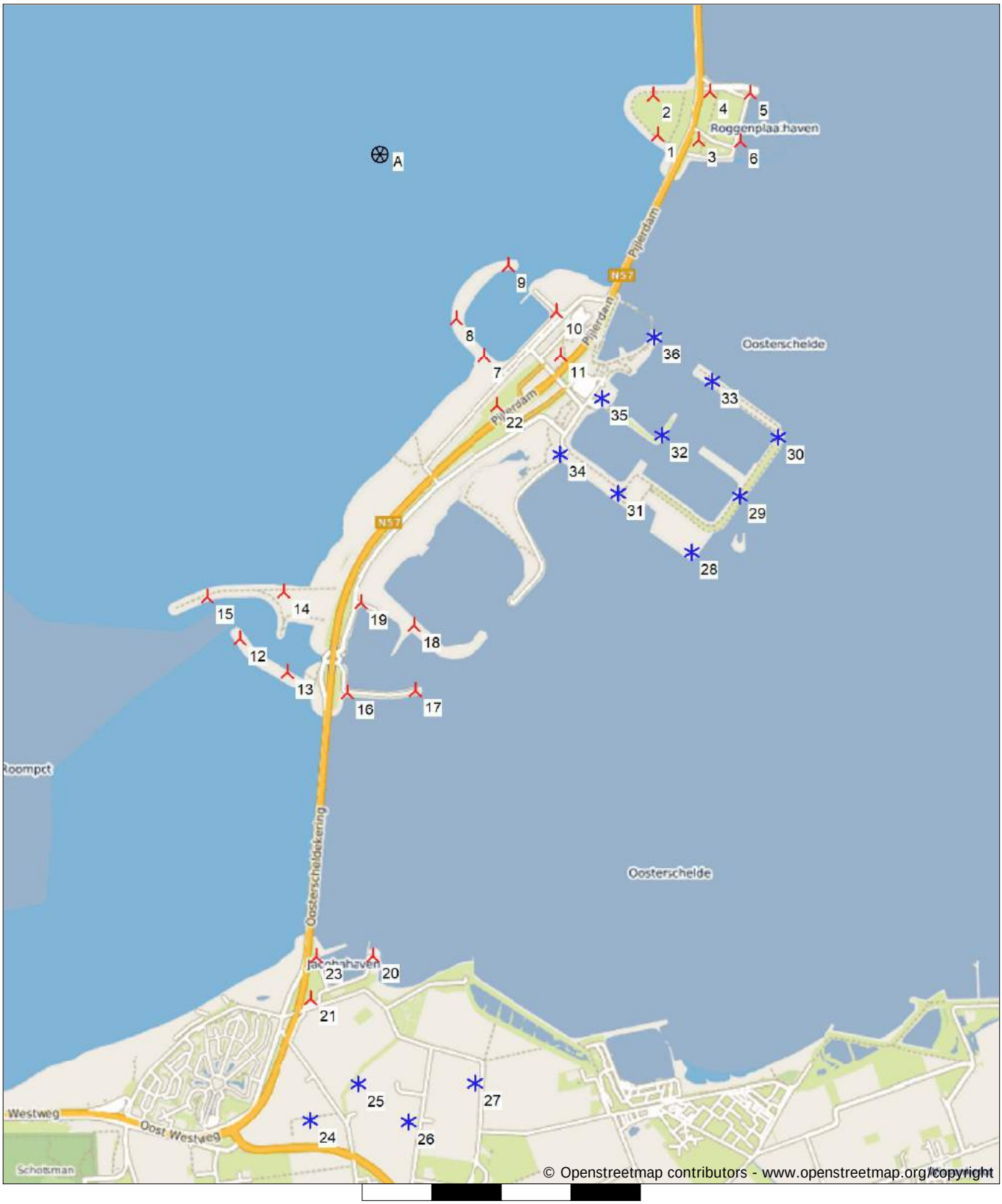
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:04/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3A V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3B V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	298.753,4	268.878,1	324.871,9	92,0	39,2	12.221,7	3.438	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 78,2 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.565,6	7.709	90,53	8,62
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.341,5	7.507	89,22	8,55
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.305,1	7.475	89,69	8,50
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.433,4	7.590	90,57	8,52
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.628,5	14.966	94,82	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.267,1	14.640	91,36	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.507,5	14.857	93,79	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.296,2	14.667	92,55	8,75
9 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.388,2	8.449	85,93	8,56
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.703,7	14.133	88,62	8,77
11 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.067,7	9.061	93,74	8,47
12 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.890,8	8.902	93,13	8,42
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.928,8	14.336	91,92	8,64
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.758,0	15.082	96,27	8,67
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.129,7	14.517	93,54	8,60
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.994,0	14.395	93,38	8,56
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.675,3	14.108	90,90	8,60
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.822,0	14.240	91,52	8,62
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.904,3	12.514	91,11	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.269,7	12.843	93,68	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.205,0	14.585	91,89	8,73
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.671,4	12.304	90,17	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3B V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008 X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
12	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
13	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
14	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
15	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
16	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
17	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
18	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3B V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	298.753,4	268.878,1	324.871,9	92,0	39,2	12.221,7	3.438	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3B V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

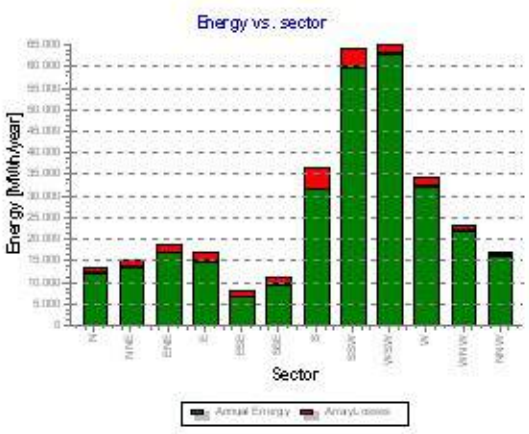
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

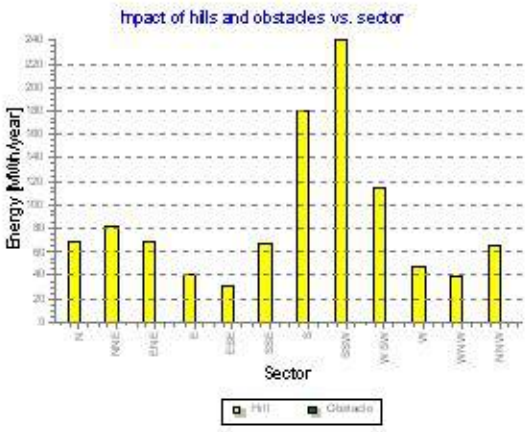
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3B V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.220,3	15.190,6	18.921,8	17.037,6	8.028,9	11.216,4	36.346,3	64.091,8	64.934,4	34.574,9	23.214,3	17.038,7	323.815,8
+Increase due to hills	[MWh]	69,8	82,9	68,8	41,6	32,1	68,0	181,1	240,6	116,3	48,5	40,1	66,3	1.056,1
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.137,3	1.728,2	2.077,3	2.433,2	1.348,6	1.753,3	4.800,7	4.556,0	2.153,2	2.206,2	952,2	972,2	26.118,5
Resulting energy	[MWh]	12.152,7	13.545,2	16.913,3	14.645,9	6.712,4	9.531,1	31.726,8	59.776,4	62.897,5	32.417,2	22.302,1	16.132,8	298.753,5
Specific energy	[kWh/m²]													1.483
Specific energy	[kWh/kW]													3.820
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,4	0,2	0,4	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2	0,4	0,33
Decrease due to array losses	[%]	8,6	11,3	10,9	14,2	16,7	15,5	13,1	7,1	3,3	6,4	4,1	5,7	8,04
Utilization	[%]	29,8	33,7	34,3	32,0	34,1	34,3	29,1	28,0	23,1	24,0	21,9	28,0	26,8
Operational	[Hours/year]	453	526	638	605	406	459	919	1.406	1.255	779	565	538	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	155	173	216	187	86	122	406	764	804	415	285	206	3.820



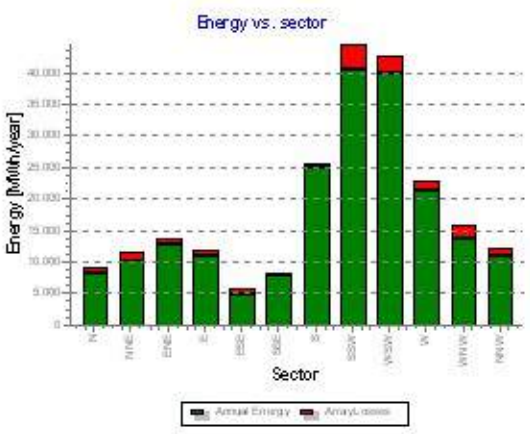


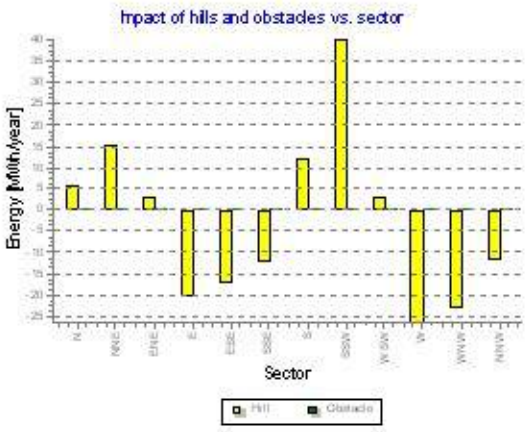
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3B V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	988,8	1.396,4	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,1	2.742,9	1.523,8	1.889,7	1.088,1	17.368,2
Resulting energy	[MWh]	8.421,2	10.312,3	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,8	40.093,9	21.472,5	13.993,2	11.080,6	208.167,2
Specific energy	[kWh/m²]													1.327
Specific energy	[kWh/kW]													4.180
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,5	11,9	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,4	6,6	11,9	8,9	7,70
Utilization	[%]	26,9	29,4	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,6	17,8	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	501	815	805	431	281	223	4.180





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3B V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010, Hub height: 78,3 m

Name: Level 0 - official - OM I - 02/2010
Source: Enercon

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
25-2-2010	EMD	25-11-2009	15-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,44

According to Enercon specification document SIAS-001-ct_E82_E2_2 3MW_Vers 3 1ger-ger.pdf. Revision number of PC is 3.0, Revision number of ct curve is 3.1.

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]	2.771	4.454	6.221	7.904	9.401	10.653
ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010	[MWh]	3.050	4.801	6.614	8.321	9.823	11.062
Check value	[%]	-9	-7	-6	-5	-4	-4

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

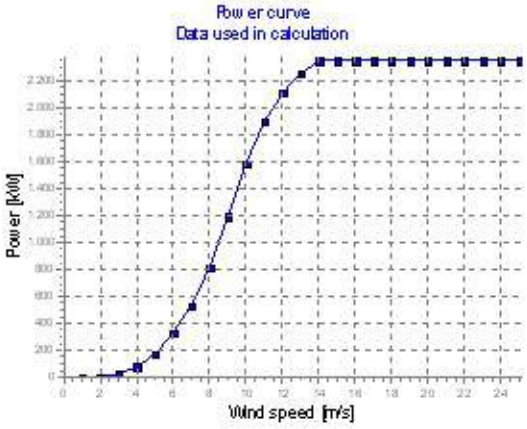
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

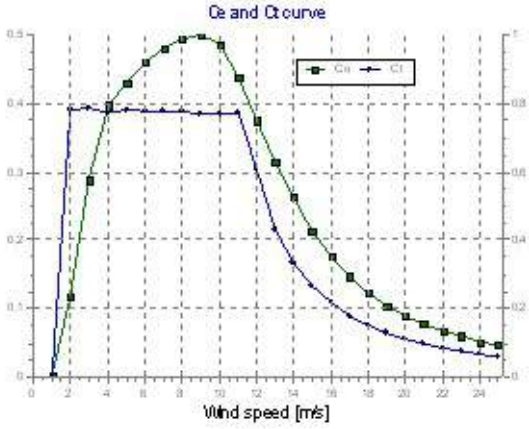
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	1,0	0,00
2,0	3,0	0,12	2,0	0,78
3,0	25,0	0,29	3,0	0,79
4,0	82,0	0,40	4,0	0,77
5,0	174,0	0,43	5,0	0,78
6,0	321,0	0,46	6,0	0,78
7,0	532,0	0,48	7,0	0,78
8,0	815,0	0,49	8,0	0,77
9,0	1.180,0	0,50	9,0	0,77
10,0	1.580,0	0,49	10,0	0,77
11,0	1.890,0	0,44	11,0	0,77
12,0	2.100,0	0,38	12,0	0,61
13,0	2.250,0	0,32	13,0	0,44
14,0	2.350,0	0,26	14,0	0,34
15,0	2.350,0	0,22	15,0	0,27
16,0	2.350,0	0,18	16,0	0,22
17,0	2.350,0	0,15	17,0	0,18
18,0	2.350,0	0,12	18,0	0,15
19,0	2.350,0	0,11	19,0	0,13
20,0	2.350,0	0,09	20,0	0,11
21,0	2.350,0	0,08	21,0	0,10
22,0	2.350,0	0,07	22,0	0,08
23,0	2.350,0	0,06	23,0	0,07
24,0	2.350,0	0,05	24,0	0,07
25,0	2.350,0	0,05	25,0	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,234 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	0,1	0,1	0,0
2,0	3,1	0,12	1,50- 2,50	2,0	2,1	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,4	15,5	0,2
4,0	82,9	0,40	3,50- 4,50	48,8	64,3	0,8
5,0	175,7	0,43	4,50- 5,50	125,5	189,7	2,2
6,0	323,9	0,46	5,50- 6,50	258,1	447,8	5,2
7,0	536,6	0,48	6,50- 7,50	449,0	896,8	10,5
8,0	821,9	0,49	7,50- 8,50	681,4	1.578,2	18,4
9,0	1.189,1	0,50	8,50- 9,50	913,4	2.491,6	29,1
10,0	1.588,8	0,49	9,50-10,50	1.069,6	3.561,2	41,6
11,0	1.897,5	0,44	10,50-11,50	1.091,2	4.652,4	54,3
12,0	2.106,4	0,37	11,50-12,50	994,6	5.647,0	65,9
13,0	2.254,7	0,31	12,50-13,50	835,8	6.482,8	75,7
14,0	2.350,0	0,26	13,50-14,50	655,4	7.138,2	83,3
15,0	2.350,0	0,21	14,50-15,50	482,2	7.620,4	89,0
16,0	2.350,0	0,18	15,50-16,50	338,7	7.959,1	92,9
17,0	2.350,0	0,15	16,50-17,50	229,7	8.188,8	95,6
18,0	2.350,0	0,12	17,50-18,50	150,5	8.339,3	97,4
19,0	2.350,0	0,11	18,50-19,50	95,2	8.434,5	98,5
20,0	2.350,0	0,09	19,50-20,50	58,3	8.492,8	99,1
21,0	2.350,0	0,08	20,50-21,50	34,5	8.527,3	99,6
22,0	2.350,0	0,07	21,50-22,50	19,7	8.546,9	99,8
23,0	2.350,0	0,06	22,50-23,50	10,9	8.557,8	99,9
24,0	2.350,0	0,05	23,50-24,50	5,8	8.563,6	100,0
25,0	2.350,0	0,05	24,50-25,50	2,0	8.565,6	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3B V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3B V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

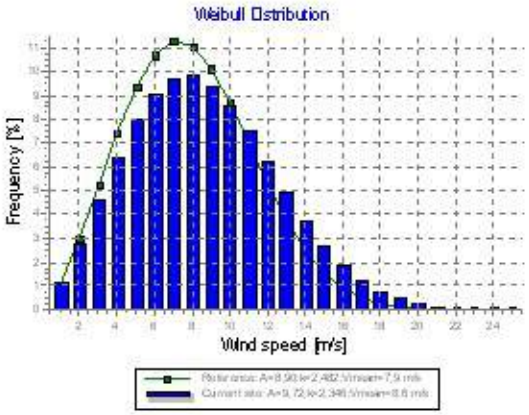
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

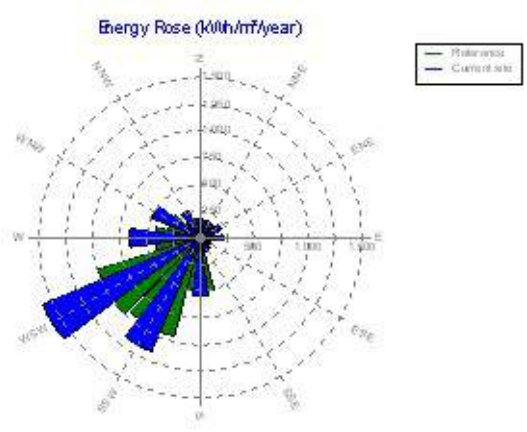
Wind statistics

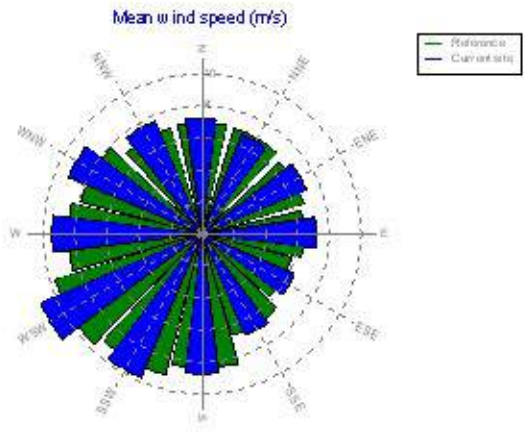
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

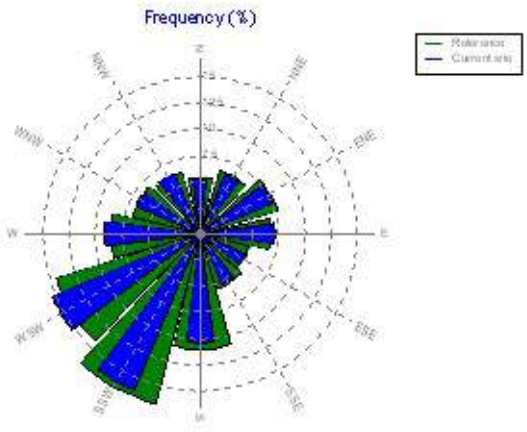
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3B V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

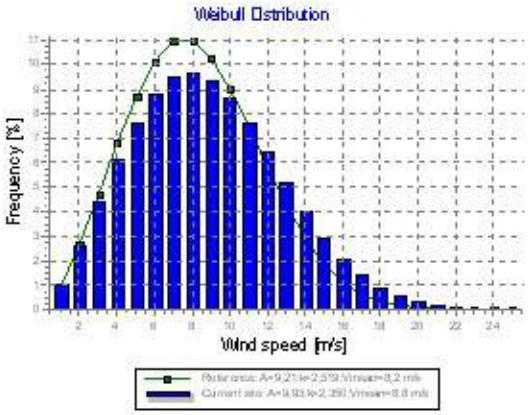
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

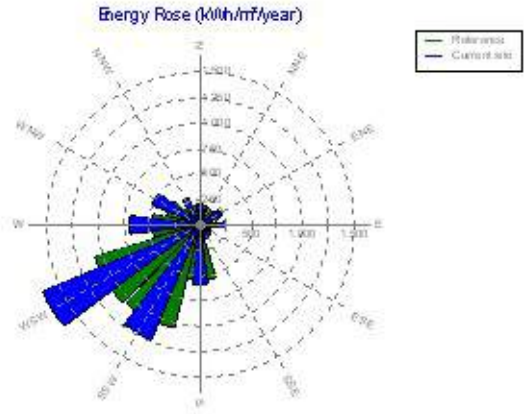
Wind statistics

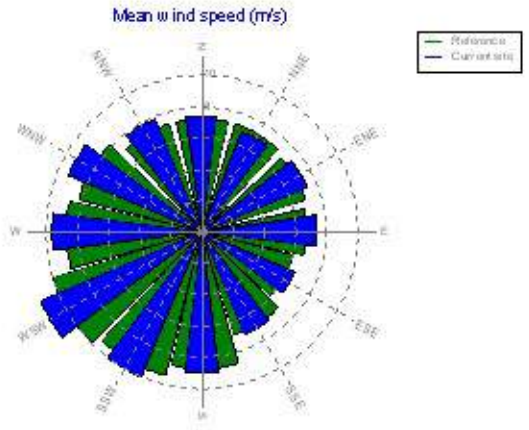
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

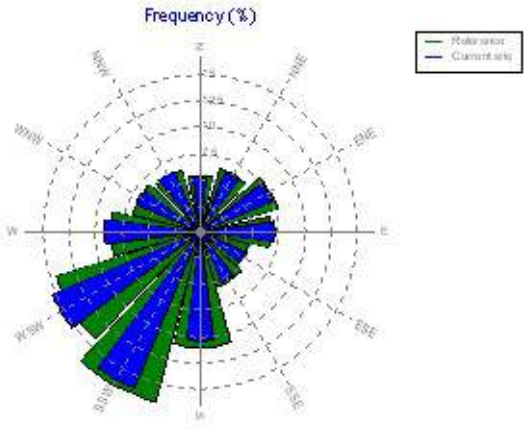
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3B V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 80,0

Site coordinates

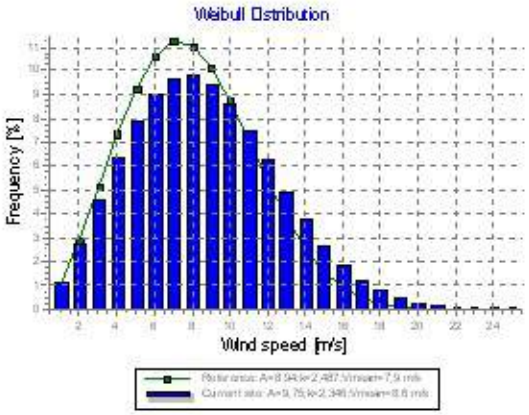
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

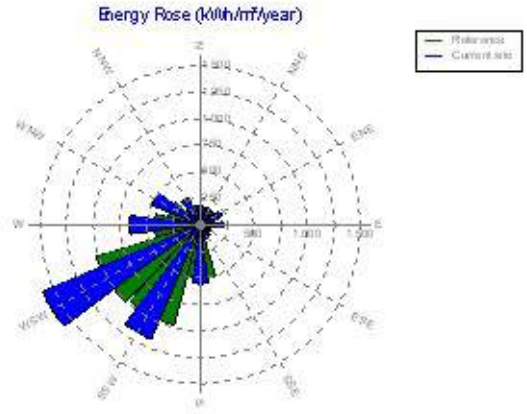
Wind statistics

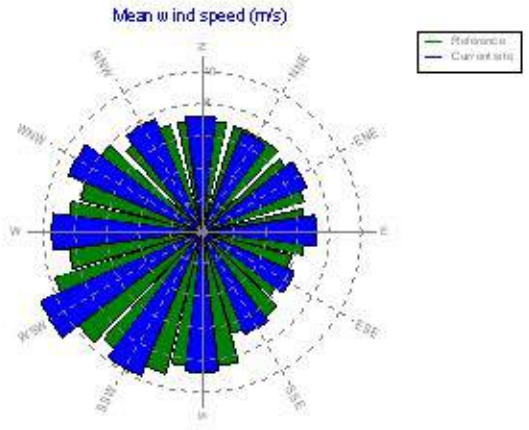
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

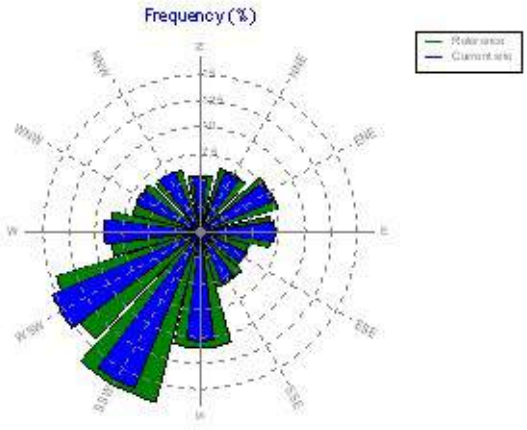
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,19	7,25	2,193	5,3	7,84	2,311	5,4
1 NNE	7,55	6,72	2,732	6,2	7,80	2,809	6,3
2 ENE	8,02	7,14	2,826	7,5	7,48	2,886	7,7
3 E	8,09	7,18	2,541	7,1	7,24	2,608	6,8
4 ESE	7,14	6,33	2,432	4,8	6,55	2,574	4,8
5 SSE	7,76	6,91	2,744	5,2	7,43	2,750	5,4
6 S	9,84	8,77	2,861	10,5	9,44	2,923	11,0
7 SSW	10,98	9,80	2,951	16,2	10,23	3,011	16,8
8 WSW	12,34	10,99	2,826	15,3	10,86	2,886	14,3
9 W	10,63	9,43	2,475	9,2	9,48	2,565	8,6
10 WNW	10,30	9,12	2,115	6,6	8,92	2,198	6,7
11 NNW	8,67	7,68	2,092	6,3	7,86	2,230	6,2
All	9,75	8,64	2,346	100,0	8,94	2,487	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 3B V117 2020

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	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6
2,5	320	270	266	259	298	280	274	297	279	238	280	271	258	277
3,5	2.793	2.164	2.201	2.123	2.169	2.110	1.995	2.179	2.065	2.108	2.280	2.212	2.150	2.332
4,5	8.040	6.439	6.414	6.346	6.652	6.418	6.169	6.655	6.396	6.344	6.577	6.417	6.174	6.628
5,5	15.918	13.027	12.948	12.856	13.500	13.055	12.674	13.502	13.011	12.804	13.219	12.942	12.513	13.310
6,5	27.207	22.532	22.447	22.188	23.272	22.544	21.948	23.277	22.460	22.111	22.928	22.437	21.748	23.057
7,5	42.395	35.539	35.454	34.998	36.480	35.443	34.555	36.494	35.269	34.919	36.246	35.486	34.612	36.450
8,5	61.514	52.466	52.393	51.614	53.538	52.160	50.871	53.579	51.894	51.614	53.698	52.542	51.445	53.849
9,5	83.423	72.820	72.744	71.641	73.963	72.175	70.556	73.905	71.796	71.803	74.705	73.042	71.921	74.684
10,5	103.563	93.753	93.832	92.412	94.912	92.809	90.819	94.453	92.388	92.748	96.204	94.065	92.929	95.873
11,5	118.000	111.294	111.735	110.211	112.358	110.619	108.336	111.707	110.436	110.334	113.450	111.649	110.238	112.838
12,5	124.240	121.730	122.167	121.422	122.592	121.789	120.194	122.010	121.541	121.252	122.581	121.888	120.510	122.117
13,5	126.321	125.610	125.831	125.578	125.868	125.750	125.406	125.857	125.456	125.456	125.773	125.658	125.102	125.673
14,5	126.945	126.819	126.870	126.812	126.855	126.840	126.788	126.877	126.726	126.827	126.873	126.823	126.697	126.822
15,5	126.993	126.982	126.987	126.981	126.980	126.985	126.975	126.985	126.958	126.990	126.988	126.990	126.977	126.978
16,5	127.000	126.999	127.000	126.999	126.999	127.000	126.999	127.000	126.996	127.000	127.000	127.000	126.999	126.999
17,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
18,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
19,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
20,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
21,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
22,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
23,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
24,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
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.

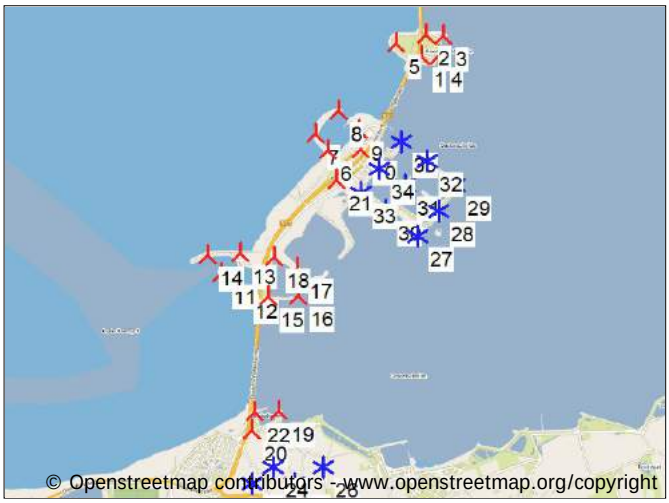
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3B V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	476	5,3	4,1
9	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
10	0,0	9	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	14	0,0	376	4,2	3,2
12	0,0	11	0,0	418	4,6	4,6
13	0,0	11	0,0	459	5,1	3,9
14	0,0	11	0,0	376	4,2	3,2
15	0,0	12	0,0	456	5,1	3,9
16	0,0	17	0,0	465	4,0	4,0
17	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
18	0,0	17	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	33	0,0	438	3,7	3,4
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	21	0,0	438	3,7	3,4
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,6	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3B V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

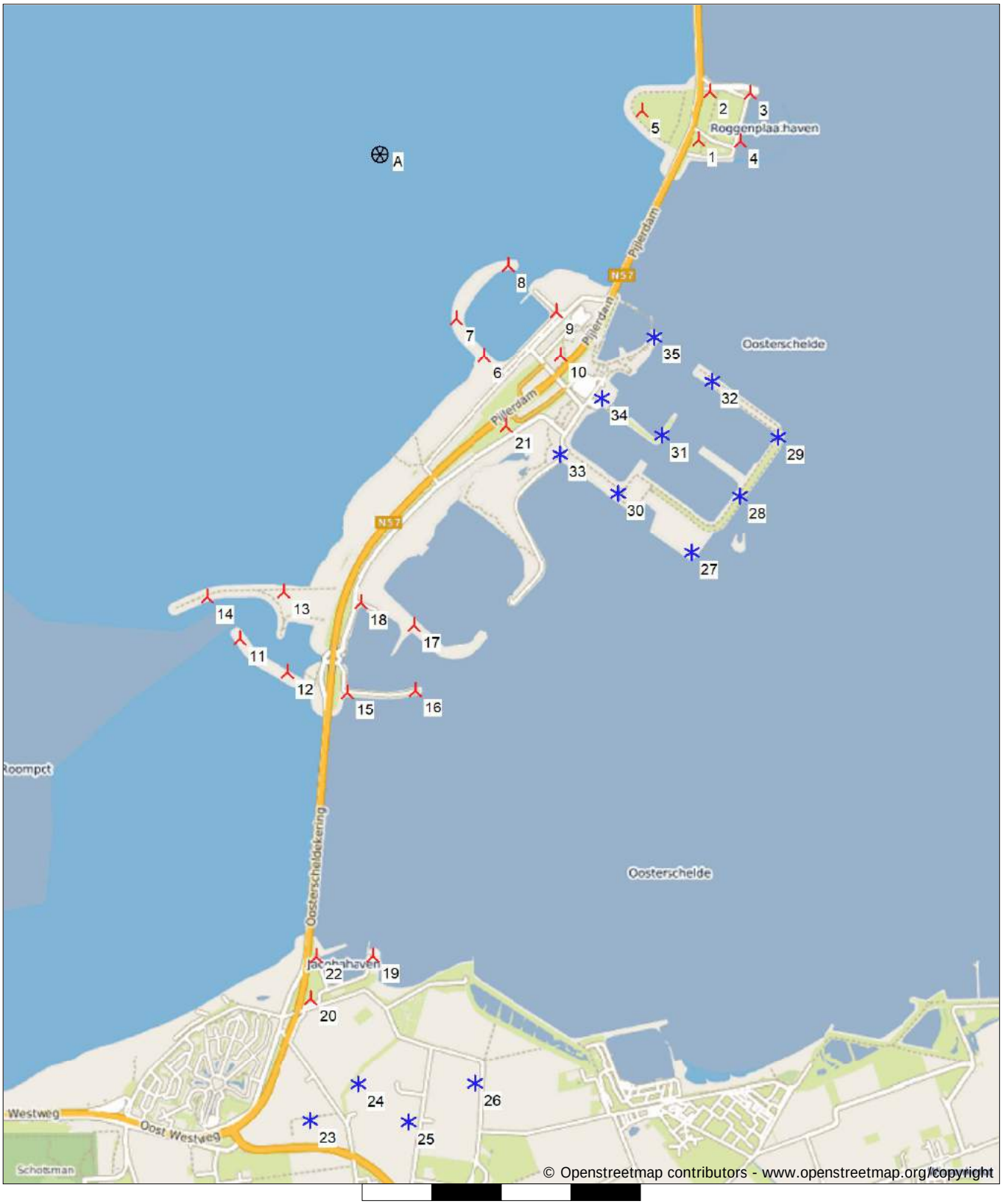
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:09/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3B V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3C V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.903,3	269.912,9	327.616,3	91,5	38,4	11.735,3	3.365	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 80,2 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.192,6	8.273	90,52	8,66
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.214,0	8.293	91,00	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.336,0	7.502	88,10	8,62
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.176,7	7.359	87,45	8,55
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.184,3	7.366	88,39	8,50
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.348,1	7.513	89,65	8,52
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.263,5	14.637	91,34	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.502,4	14.852	93,76	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.287,8	14.659	92,50	8,75
10 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.385,5	8.447	85,91	8,56
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.697,6	14.128	88,59	8,77
12 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.067,4	9.061	93,73	8,47
13 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.890,8	8.902	93,13	8,42
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.928,1	14.335	91,91	8,64
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.757,7	15.082	96,26	8,67
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.129,4	14.516	93,54	8,60
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.993,6	14.394	93,37	8,56
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.674,8	14.107	90,90	8,60
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.821,8	14.240	91,52	8,62
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.904,2	12.514	91,11	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.269,7	12.843	93,68	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.205,7	14.585	91,89	8,73
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.671,3	12.304	90,17	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3C V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
2	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
3	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
4	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
5	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
6	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
13	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
14	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
15	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
16	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
17	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
18	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
19	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3C V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	299.903,3	269.912,9	327.616,3	91,5	38,4	11.735,3	3.365	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3C V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

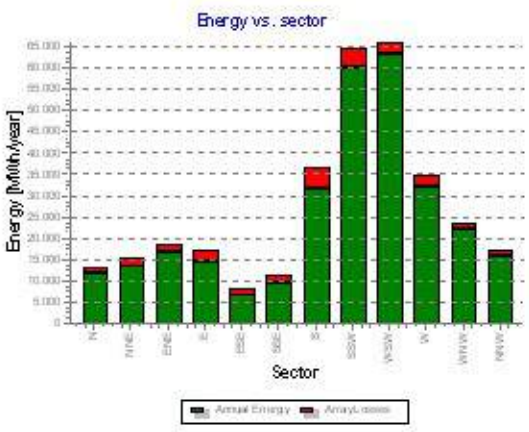
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

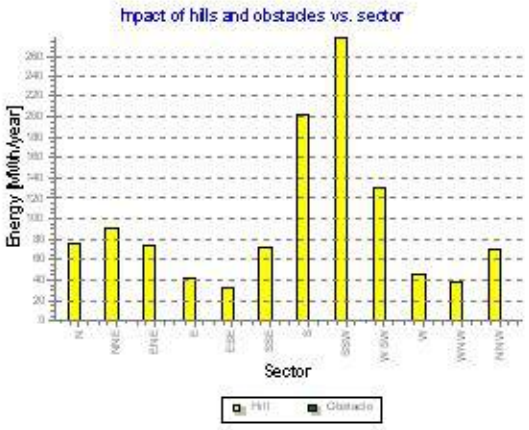
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3C V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.262,6	15.233,0	18.981,0	17.102,8	8.055,7	11.251,6	36.618,4	64.647,9	65.808,3	34.913,1	23.458,2	17.128,0	326.460,5
+Increase due to hills	[MWh]	76,8	91,7	74,7	41,9	32,6	72,0	202,6	277,7	130,1	46,1	38,6	70,9	1.155,7
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.256,8	1.751,3	2.148,1	2.627,0	1.333,8	1.799,7	5.141,8	4.709,5	2.340,0	2.617,7	943,7	1.043,6	27.713,1
Resulting energy	[MWh]	12.082,5	13.573,4	16.907,6	14.517,7	6.754,5	9.523,9	31.679,2	60.216,1	63.598,4	32.341,5	22.553,1	16.155,3	299.903,3
Specific energy	[kWh/m²]													1.490
Specific energy	[kWh/kW]													3.739
Increase due to hills	[%]	0,6	0,6	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,4	0,2	0,1	0,2	0,4	0,35
Decrease due to array losses	[%]	9,4	11,4	11,3	15,3	16,5	15,9	14,0	7,3	3,5	7,5	4,0	6,1	8,46
Utilization	[%]	29,7	33,9	34,4	31,8	34,5	34,4	29,1	28,3	23,4	24,0	22,2	28,2	27,0
Operational	[Hours/year]	453	526	638	605	406	459	918	1.406	1.257	779	565	537	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	151	169	211	181	84	119	395	751	793	403	281	201	3.739



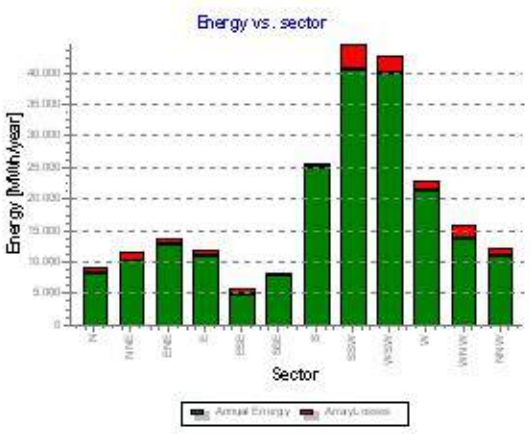


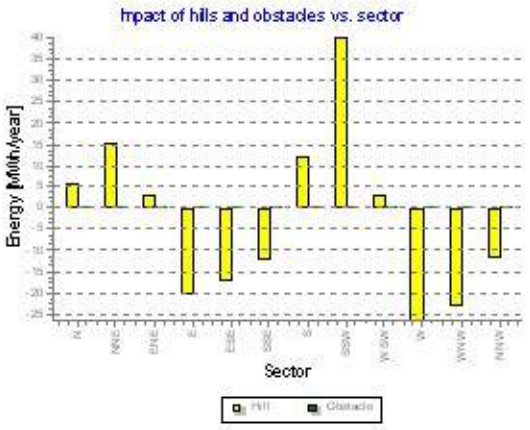
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3C V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.012,1	1.401,4	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,1	2.742,9	1.523,8	1.889,7	1.085,7	17.394,0
Resulting energy	[MWh]	8.397,9	10.307,3	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,8	40.093,9	21.472,5	13.993,2	11.083,0	208.141,4
Specific energy	[kWh/m²]													1.327
Specific energy	[kWh/kW]													4.180
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,8	12,0	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,4	6,6	11,9	8,9	7,71
Utilization	[%]	26,8	29,4	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,6	17,8	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	501	815	805	431	281	223	4.180





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3C V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

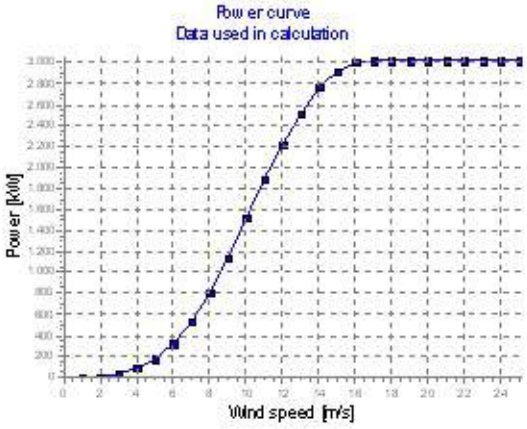
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

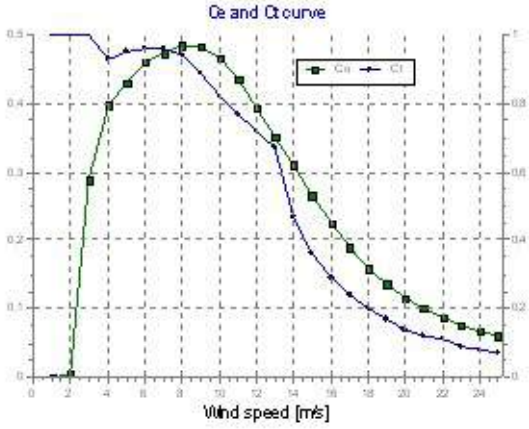
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,7	1,7	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,0	14,7	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	48,3	63,0	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	124,2	187,3	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	254,3	441,6	4,8
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	439,5	881,1	9,6
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	660,3	1.541,4	16,8
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	875,8	2.417,2	26,3
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.034,1	3.451,3	37,5
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.094,1	4.545,4	49,4
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.053,0	5.598,4	60,9
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	941,3	6.539,7	71,1
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	785,1	7.324,8	79,7
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	609,1	7.933,9	86,3
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	443,6	8.377,5	91,1
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	306,2	8.683,7	94,5
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	202,0	8.885,8	96,7
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,5	9.014,2	98,1
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	78,9	9.093,1	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	46,9	9.140,0	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	26,9	9.166,9	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	14,9	9.181,9	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,0	9.189,9	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,8	9.192,6	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3C V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3C V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

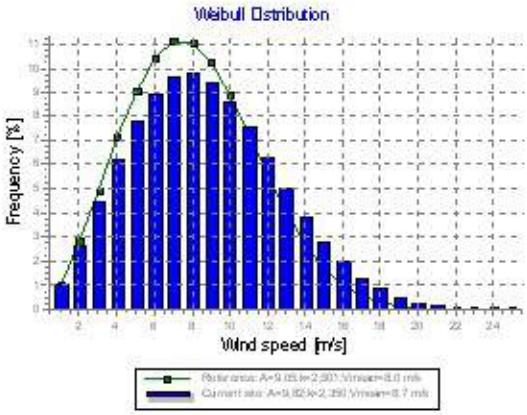
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

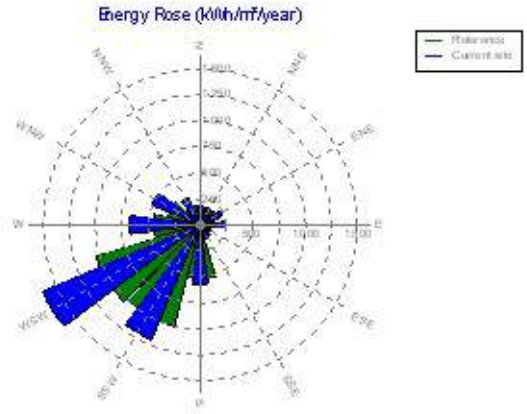
Wind statistics

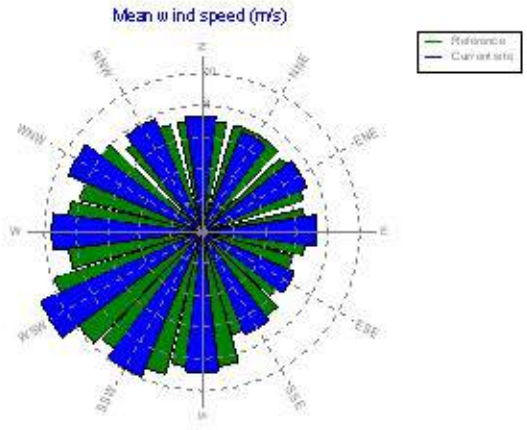
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

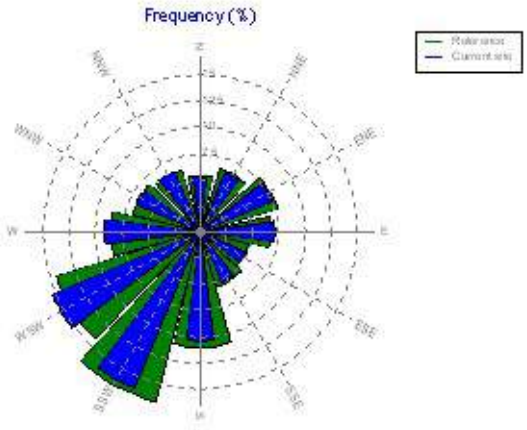
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3C V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

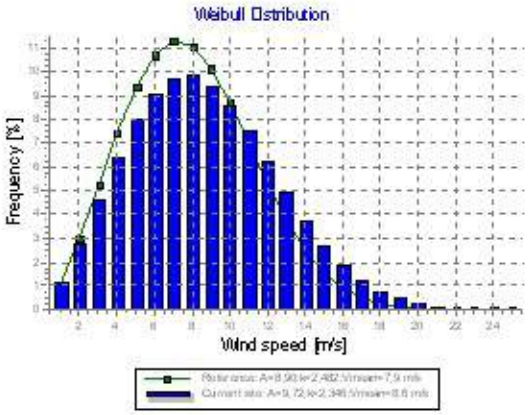
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

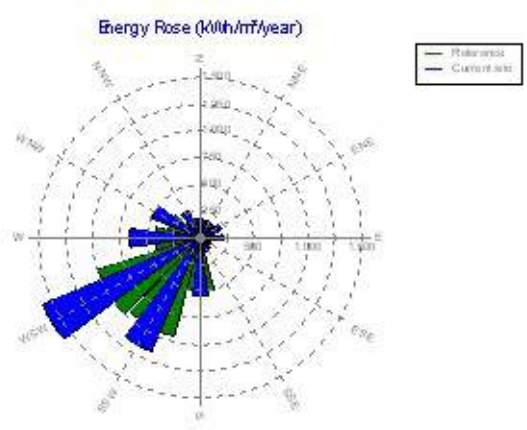
Wind statistics

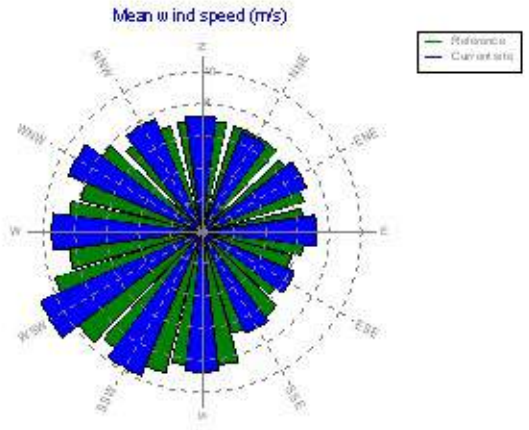
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

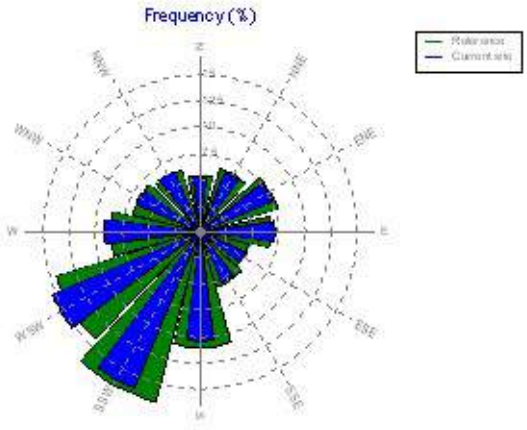
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3C V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

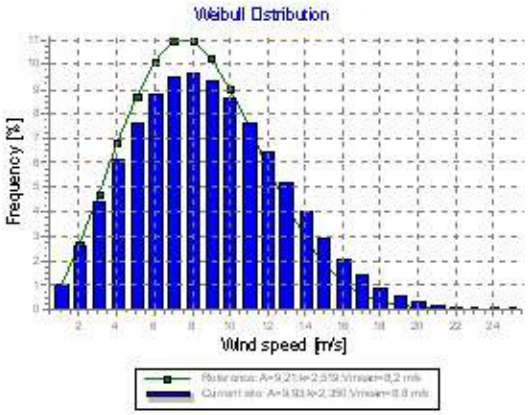
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

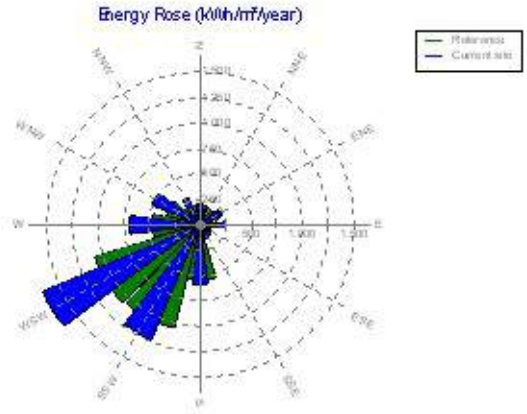
Wind statistics

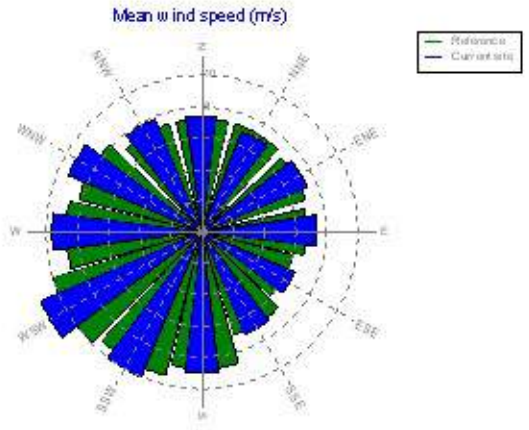
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

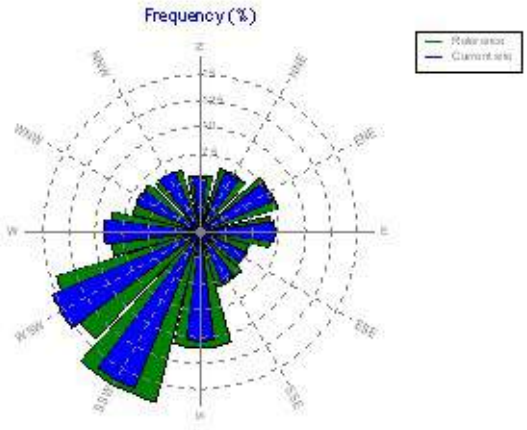
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 3C V117 2020

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	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	3	5	6
2,5	345	285	266	282	316	288	292	316	291	257	295	277	273	292
3,5	2.822	2.170	2.170	2.123	2.185	2.112	2.031	2.196	2.067	2.130	2.286	2.184	2.164	2.337
4,5	8.059	6.426	6.357	6.364	6.650	6.377	6.202	6.652	6.360	6.352	6.570	6.334	6.206	6.617
5,5	15.948	12.992	12.844	12.882	13.487	12.966	12.720	13.483	12.930	12.805	13.197	12.780	12.564	13.282
6,5	27.256	22.472	22.259	22.219	23.252	22.394	22.030	23.249	22.325	22.120	22.884	22.157	21.827	23.001
7,5	42.471	35.437	35.127	35.011	36.447	35.216	34.683	36.452	35.061	34.937	36.168	35.033	34.710	36.355
8,5	61.612	52.316	51.923	51.611	53.484	51.830	51.055	53.520	51.605	51.647	53.578	51.896	51.559	53.707
9,5	83.519	72.617	72.149	71.624	73.870	71.712	70.782	73.811	71.418	71.838	74.537	72.232	72.047	74.496
10,5	103.706	93.556	93.238	92.435	94.816	92.228	91.073	94.366	91.952	92.791	96.073	93.271	93.113	95.738
11,5	118.287	111.213	111.319	110.379	112.405	110.028	108.635	111.763	110.057	110.478	113.498	110.943	110.547	112.895
12,5	124.974	122.043	122.298	122.083	123.078	121.491	120.726	122.498	121.478	121.658	123.112	121.609	121.237	122.671
13,5	127.616	126.599	126.707	126.842	126.987	126.339	126.512	126.958	126.067	126.441	126.925	126.415	126.405	126.850
14,5	128.638	128.379	128.353	128.495	128.471	128.154	128.396	128.482	128.073	128.381	128.519	128.370	128.415	128.475
15,5	128.913	128.846	128.816	128.895	128.860	128.739	128.851	128.862	128.726	128.836	128.890	128.908	128.896	128.883
16,5	129.022	129.006	128.991	129.020	129.014	128.967	129.013	129.013	128.968	129.008	129.019	129.022	129.021	129.018
17,5	129.040	129.039	129.037	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.034	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
18,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
19,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
20,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
21,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
22,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
23,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
24,5	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040	129.040
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.

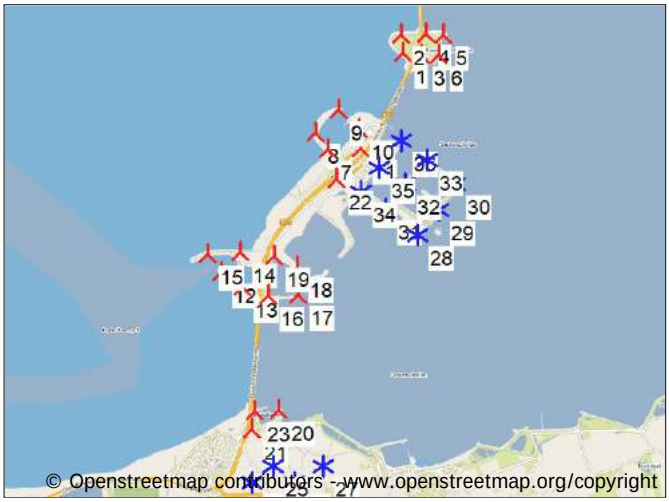
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3C V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	2	0,0	284	3,5	3,5
2	0,0	1	0,0	284	3,5	3,5
3	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
4	0,0	5	0,0	290	3,5	3,5
5	0,0	4	0,0	290	3,5	3,5
6	0,0	3	0,0	300	3,7	3,7
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	476	5,3	4,1
10	0,0	11	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
12	0,0	15	0,0	376	4,2	3,2
13	0,0	12	0,0	418	4,6	4,6
14	0,0	12	0,0	459	5,1	3,9
15	0,0	12	0,0	376	4,2	3,2
16	0,0	13	0,0	456	5,1	3,9
17	0,0	18	0,0	465	4,0	4,0
18	0,0	19	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	34	0,0	438	3,7	3,4
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	22	0,0	438	3,7	3,4
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,3	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3C V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

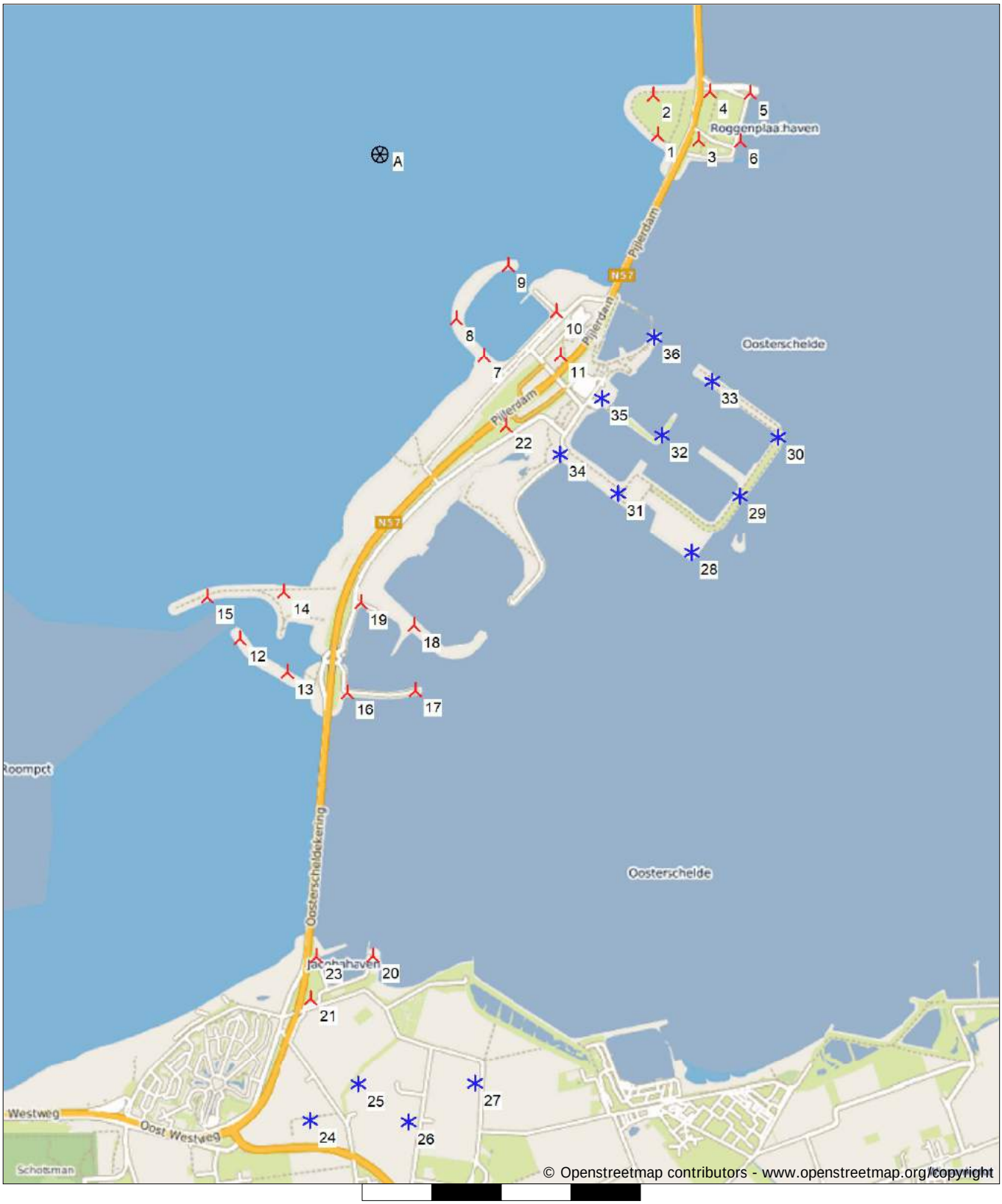
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:12/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3C V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3D V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	298.627,8	268.765,0	324.962,7	91,9	39,2	12.216,6	3.437	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 78,2 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.569,3	7.712	90,57	8,62
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.340,2	7.506	89,20	8,55
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.310,9	7.480	89,76	8,50
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - official - OM I - 02/2010	8.438,6	7.595	90,63	8,52
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.629,8	14.967	94,83	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.124,5	14.512	90,56	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.492,8	14.843	93,70	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.296,4	14.667	92,55	8,75
9 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.357,2	8.421	85,65	8,56
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.687,4	14.119	88,53	8,77
11 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.066,4	9.060	93,73	8,47
12 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.890,9	8.902	93,13	8,42
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.925,1	14.333	91,90	8,64
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.755,5	15.080	96,25	8,67
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.131,2	14.518	93,55	8,60
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.998,3	14.399	93,40	8,56
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.680,5	14.112	90,93	8,60
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.825,5	14.243	91,54	8,62
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.904,6	12.514	91,11	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.270,1	12.843	93,68	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.260,4	14.634	91,73	8,77
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.672,0	12.305	90,18	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3D V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
12	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
13	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
14	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
15	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
16	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
17	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
18	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3D V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	298.627,8	268.765,0	324.962,7	91,9	39,2	12.216,6	3.437	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3D V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

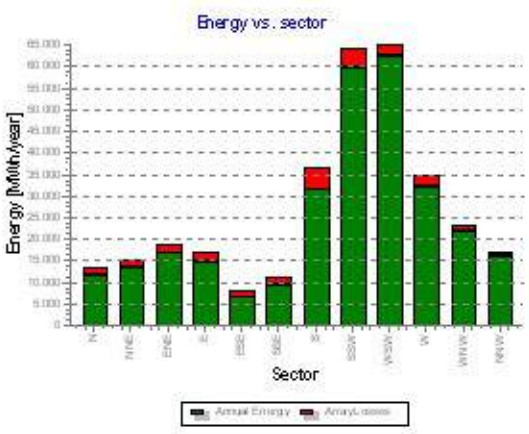
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

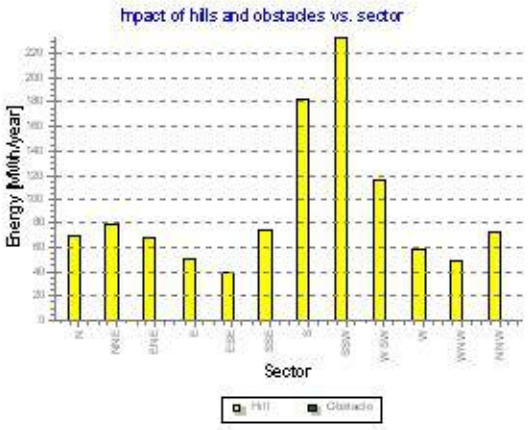
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3D V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.218,3	15.180,3	18.914,7	17.035,3	8.034,7	11.230,3	36.348,8	64.074,2	64.961,4	34.595,1	23.225,8	17.040,1	323.859,0
+Increase due to hills	[MWh]	70,2	79,8	69,8	51,1	40,4	75,8	183,2	233,0	117,5	59,3	50,1	73,4	1.103,6
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.192,9	1.642,5	2.109,4	2.461,9	1.313,6	1.804,4	4.937,7	4.355,2	2.347,3	2.206,2	952,2	1.011,7	26.335,0
Resulting energy	[MWh]	12.095,7	13.617,6	16.875,2	14.624,6	6.761,5	9.501,7	31.594,3	59.952,0	62.731,6	32.448,2	22.323,6	16.101,8	298.627,9
Specific energy	[kWh/m²]													1.482
Specific energy	[kWh/kW]													3.819
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,7	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,34
Decrease due to array losses	[%]	9,0	10,8	11,1	14,4	16,3	16,0	13,5	6,8	3,6	6,4	4,1	5,9	8,10
Utilization	[%]	29,6	34,0	34,2	32,0	34,3	34,1	29,0	28,1	23,0	23,9	21,9	28,0	26,8
Operational	[Hours/year]	453	526	638	606	406	459	919	1.405	1.255	779	565	538	8.549
Full Load Equivalent	[Hours/year]	155	174	216	187	86	122	404	767	802	415	285	206	3.819



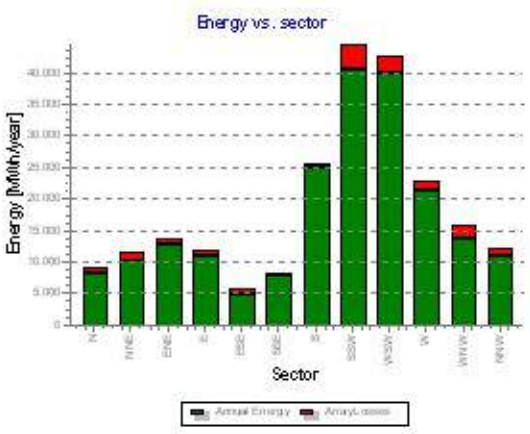


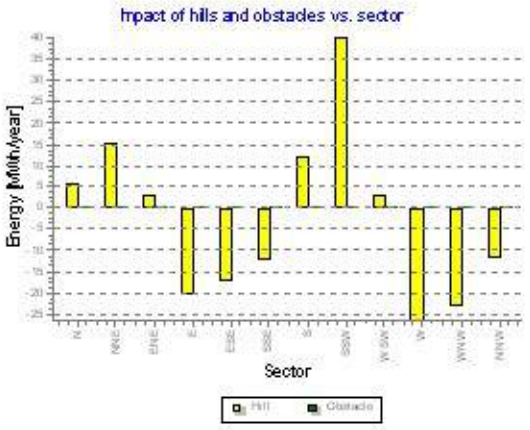
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3D V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	989,1	1.396,1	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,1	2.613,8	1.571,5	1.817,1	1.091,9	17.217,9
Resulting energy	[MWh]	8.421,0	10.312,6	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,8	40.223,1	21.424,9	14.065,8	11.076,8	208.317,5
Specific energy	[kWh/m²]													1.328
Specific energy	[kWh/kW]													4.183
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,5	11,9	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,1	6,8	11,4	9,0	7,63
Utilization	[%]	26,9	29,4	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	20,0	21,5	17,9	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	207	262	223	102	161	501	815	808	430	282	222	4.183





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3D V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010, Hub height: 78,3 m

Name: Level 0 - official - OM I - 02/2010
Source: Enercon

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
25-2-2010	EMD	25-11-2009	15-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,44

According to Enercon specification document SIAS-001-ct_E82_E2_2 3MW_Vers 3 1ger-ger.pdf. Revision number of PC is 3.0, Revision number of ct curve is 3.1.

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]	2.771	4.454	6.221	7.904	9.401	10.653
ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! Level 0 - official - OM I - 02/2010	[MWh]	3.050	4.801	6.614	8.321	9.823	11.062
Check value	[%]	-9	-7	-6	-5	-4	-4

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

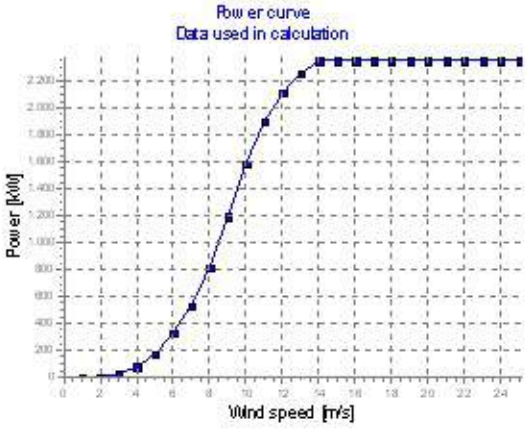
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

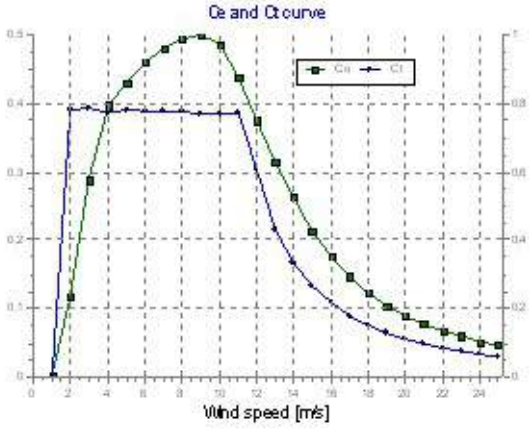
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	1,0	0,00
2,0	3,0	0,12	2,0	0,78
3,0	25,0	0,29	3,0	0,79
4,0	82,0	0,40	4,0	0,77
5,0	174,0	0,43	5,0	0,78
6,0	321,0	0,46	6,0	0,78
7,0	532,0	0,48	7,0	0,78
8,0	815,0	0,49	8,0	0,77
9,0	1.180,0	0,50	9,0	0,77
10,0	1.580,0	0,49	10,0	0,77
11,0	1.890,0	0,44	11,0	0,77
12,0	2.100,0	0,38	12,0	0,61
13,0	2.250,0	0,32	13,0	0,44
14,0	2.350,0	0,26	14,0	0,34
15,0	2.350,0	0,22	15,0	0,27
16,0	2.350,0	0,18	16,0	0,22
17,0	2.350,0	0,15	17,0	0,18
18,0	2.350,0	0,12	18,0	0,15
19,0	2.350,0	0,11	19,0	0,13
20,0	2.350,0	0,09	20,0	0,11
21,0	2.350,0	0,08	21,0	0,10
22,0	2.350,0	0,07	22,0	0,08
23,0	2.350,0	0,06	23,0	0,07
24,0	2.350,0	0,05	24,0	0,07
25,0	2.350,0	0,05	25,0	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,234 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	0,1	0,1	0,0
2,0	3,1	0,12	1,50- 2,50	2,0	2,1	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,4	15,5	0,2
4,0	82,9	0,40	3,50- 4,50	48,8	64,3	0,8
5,0	175,7	0,43	4,50- 5,50	125,5	189,8	2,2
6,0	323,9	0,46	5,50- 6,50	258,2	448,0	5,2
7,0	536,6	0,48	6,50- 7,50	449,2	897,2	10,5
8,0	821,9	0,49	7,50- 8,50	681,7	1.578,9	18,4
9,0	1.189,1	0,50	8,50- 9,50	913,8	2.492,7	29,1
10,0	1.588,8	0,49	9,50-10,50	1.070,0	3.562,7	41,6
11,0	1.897,5	0,44	10,50-11,50	1.091,7	4.654,4	54,3
12,0	2.106,4	0,37	11,50-12,50	995,1	5.649,5	65,9
13,0	2.254,7	0,31	12,50-13,50	836,2	6.485,7	75,7
14,0	2.350,0	0,26	13,50-14,50	655,7	7.141,3	83,3
15,0	2.350,0	0,21	14,50-15,50	482,4	7.623,7	89,0
16,0	2.350,0	0,18	15,50-16,50	338,8	7.962,6	92,9
17,0	2.350,0	0,15	16,50-17,50	229,8	8.192,4	95,6
18,0	2.350,0	0,12	17,50-18,50	150,5	8.342,9	97,4
19,0	2.350,0	0,11	18,50-19,50	95,3	8.438,2	98,5
20,0	2.350,0	0,09	19,50-20,50	58,3	8.496,5	99,1
21,0	2.350,0	0,08	20,50-21,50	34,5	8.531,0	99,6
22,0	2.350,0	0,07	21,50-22,50	19,7	8.550,7	99,8
23,0	2.350,0	0,06	22,50-23,50	10,9	8.561,5	99,9
24,0	2.350,0	0,05	23,50-24,50	5,8	8.567,3	100,0
25,0	2.350,0	0,05	24,50-25,50	2,0	8.569,3	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3D V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3D V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

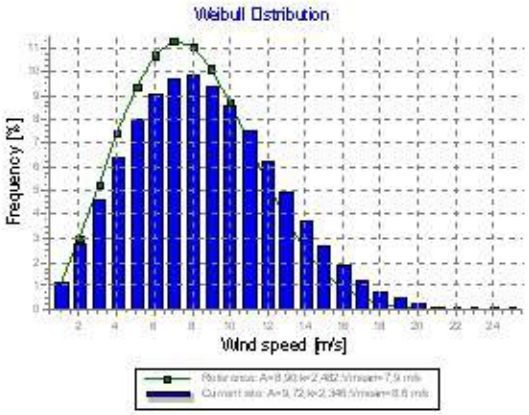
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

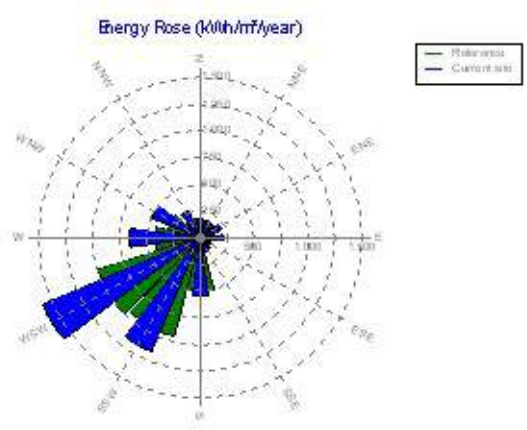
Wind statistics

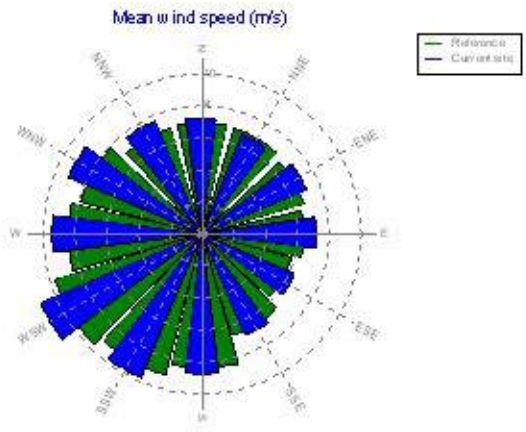
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

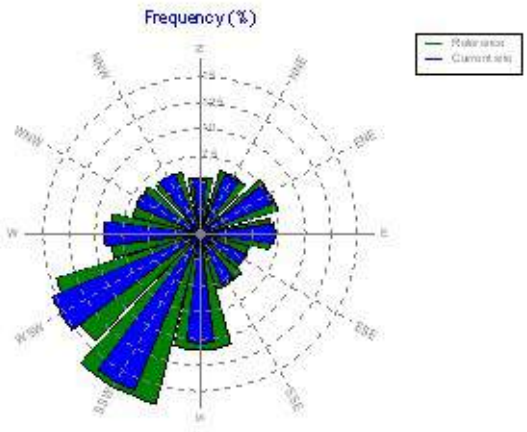
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3D V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

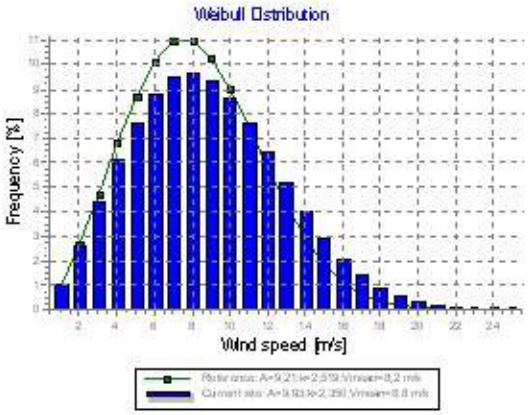
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

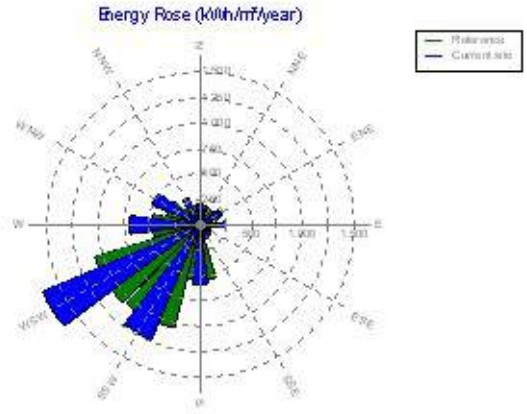
Wind statistics

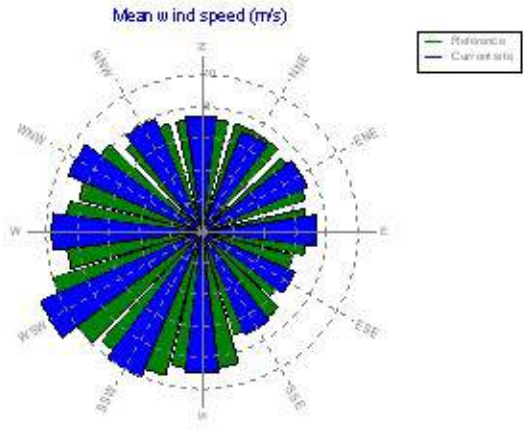
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

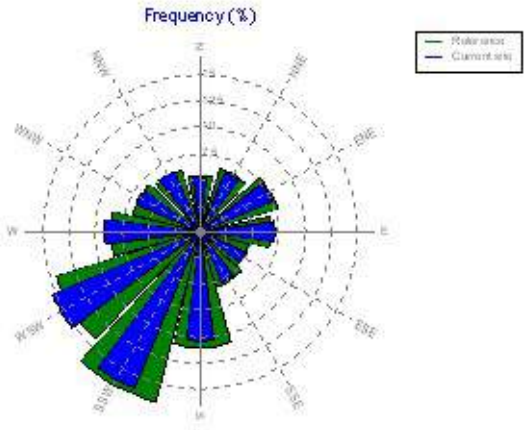
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3D V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 80,0

Site coordinates

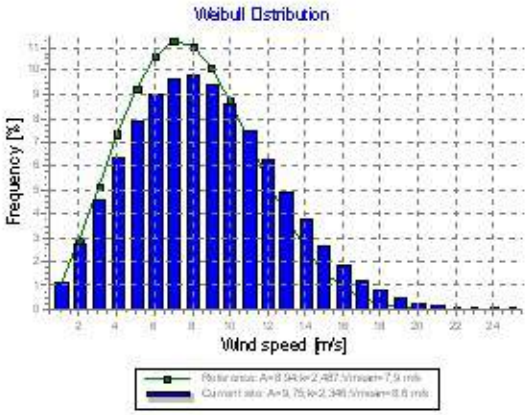
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

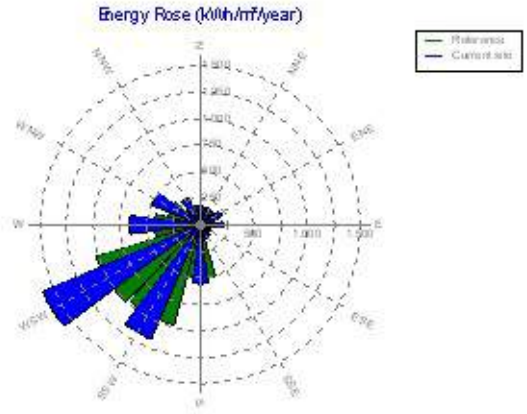
Wind statistics

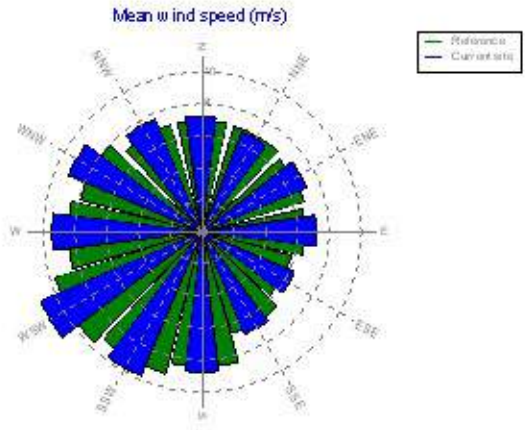
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

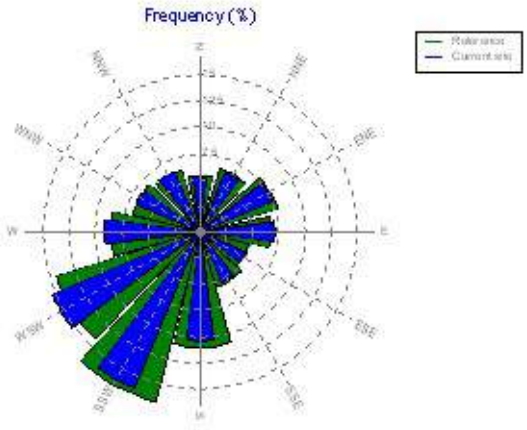
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,19	7,25	2,193	5,3	7,84	2,311	5,4
1 NNE	7,55	6,72	2,732	6,2	7,80	2,809	6,3
2 ENE	8,02	7,14	2,826	7,5	7,48	2,886	7,7
3 E	8,09	7,18	2,541	7,1	7,24	2,608	6,8
4 ESE	7,14	6,33	2,432	4,8	6,55	2,574	4,8
5 SSE	7,76	6,91	2,744	5,2	7,43	2,750	5,4
6 S	9,84	8,77	2,861	10,5	9,44	2,923	11,0
7 SSW	10,98	9,80	2,951	16,2	10,23	3,011	16,8
8 WSW	12,34	10,99	2,826	15,3	10,86	2,886	14,3
9 W	10,63	9,43	2,475	9,2	9,48	2,565	8,6
10 WNW	10,30	9,12	2,115	6,6	8,92	2,198	6,7
11 NNW	8,67	7,68	2,092	6,3	7,86	2,230	6,2
All	9,75	8,64	2,346	100,0	8,94	2,487	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 3D V117 2020

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	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6
2,5	320	271	266	259	298	280	274	297	279	238	280	270	259	277
3,5	2.793	2.163	2.190	2.127	2.177	2.102	2.003	2.166	2.055	2.114	2.279	2.205	2.161	2.325
4,5	8.040	6.436	6.371	6.384	6.637	6.406	6.198	6.624	6.354	6.374	6.572	6.391	6.221	6.603
5,5	15.918	13.024	12.875	12.934	13.460	13.034	12.720	13.445	12.939	12.866	13.217	12.894	12.606	13.266
6,5	27.207	22.528	22.328	22.321	23.212	22.510	22.022	23.188	22.343	22.216	22.913	22.360	21.898	22.986
7,5	42.395	35.534	35.285	35.199	36.402	35.391	34.667	36.362	35.104	35.084	36.210	35.383	34.815	36.348
8,5	61.514	52.458	52.171	51.876	53.453	52.087	51.037	53.395	51.675	51.835	53.630	52.421	51.697	53.711
9,5	83.423	72.806	72.471	71.961	73.877	72.079	70.783	73.675	71.524	72.082	74.583	72.916	72.200	74.512
10,5	103.563	93.736	93.550	92.737	94.847	92.701	91.099	94.206	92.106	93.036	96.044	93.961	93.189	95.683
11,5	118.000	111.279	111.511	110.465	112.312	110.532	108.628	111.503	110.209	110.557	113.301	111.584	110.439	112.672
12,5	124.240	121.722	122.069	121.511	122.561	121.757	120.351	121.914	121.443	121.331	122.527	121.858	120.625	122.020
13,5	126.321	125.611	125.825	125.584	125.860	125.750	125.436	125.845	125.449	125.452	125.783	125.649	125.141	125.658
14,5	126.945	126.819	126.870	126.814	126.852	126.839	126.788	126.876	126.726	126.824	126.873	126.823	126.704	126.821
15,5	126.993	126.982	126.987	126.981	126.980	126.985	126.975	126.985	126.958	126.989	126.988	126.990	126.977	126.978
16,5	127.000	126.999	127.000	126.999	126.999	127.000	126.999	127.000	126.996	127.000	127.000	127.000	126.999	126.999
17,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
18,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
19,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
20,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
21,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
22,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
23,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
24,5	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
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.

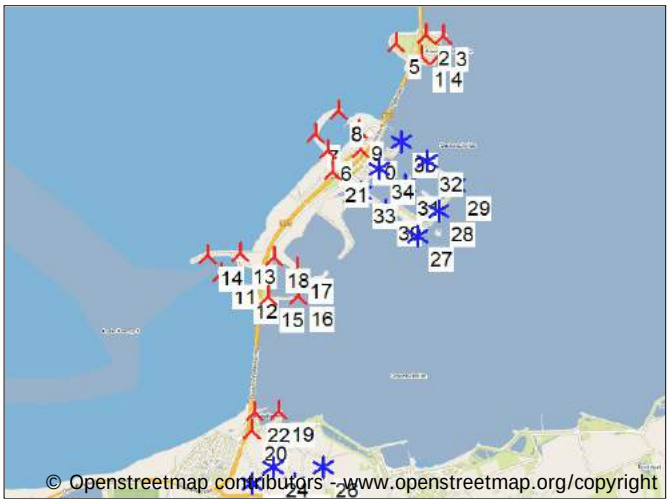
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3D V117 2020

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	476	5,3	4,1
9	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
10	0,0	9	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	14	0,0	376	4,2	3,2
12	0,0	11	0,0	418	4,6	4,6
13	0,0	11	0,0	459	5,1	3,9
14	0,0	11	0,0	376	4,2	3,2
15	0,0	12	0,0	456	5,1	3,9
16	0,0	17	0,0	465	4,0	4,0
17	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
18	0,0	17	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	6	0,0	363	3,1	3,1
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	34	0,0	501	3,9	3,9
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,6	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3D V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

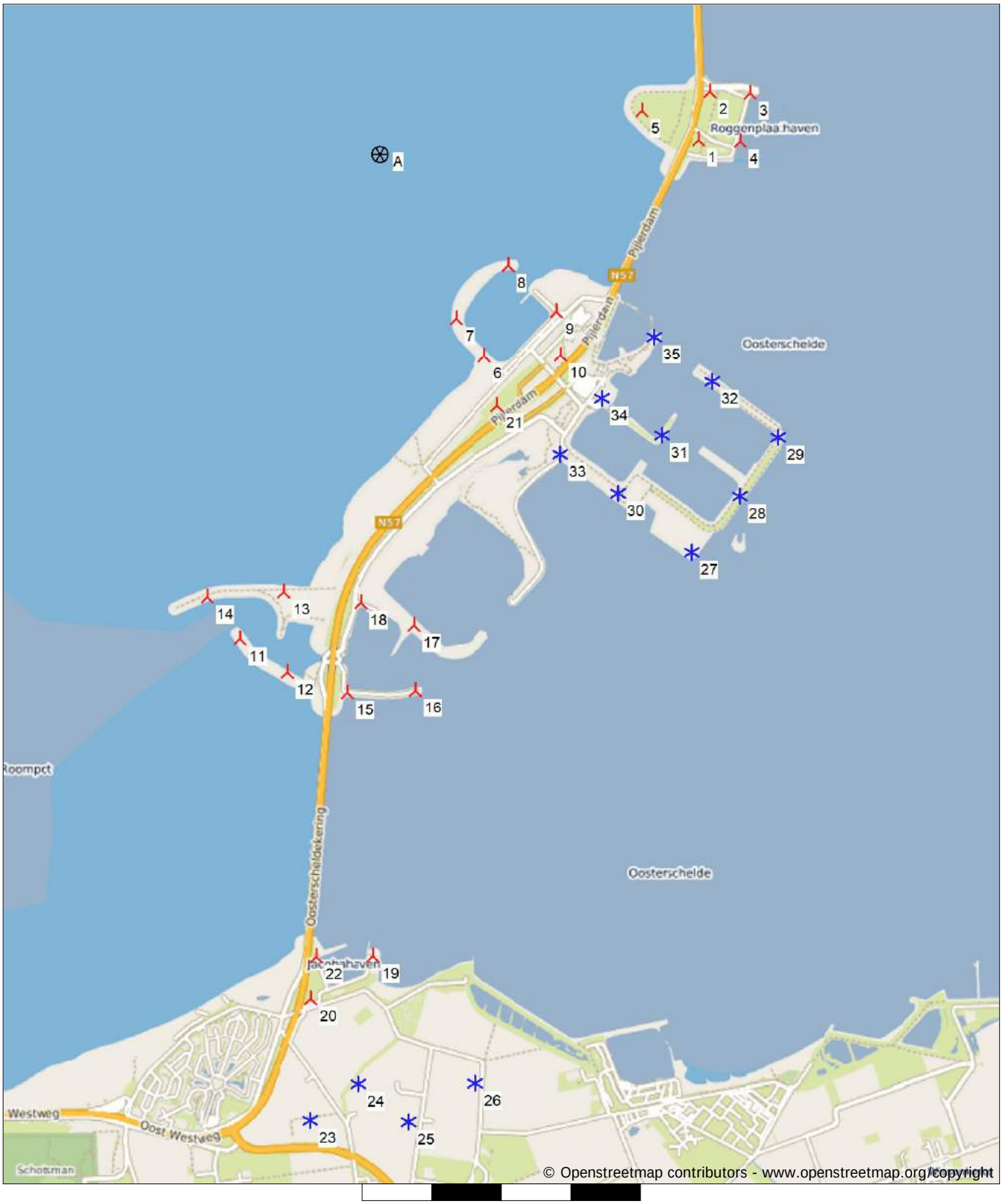
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 17:14/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3D V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: VKA V117 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	80,0 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,5 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	298.239,5	268.415,5	327.539,9	91,1	36,9	11.670,2	3.234	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 83,0 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1	A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.959,2	8.063	87,25	8,72
2	A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.716,1	7.844	85,95	8,65
3	A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.672,7	7.805	86,41	8,60
4	A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.933,4	8.040	88,54	8,62
5	A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.103,5	8.193	89,64	8,66
6	A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.152,7	8.237	90,39	8,65
7	A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.073,0	14.466	90,27	8,81
8	A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.458,2	14.812	93,51	8,75
9	A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.253,8	14.628	92,31	8,75
10	A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.332,5	8.399	85,42	8,56
11	A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.643,0	14.079	88,28	8,77
12	A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.060,3	9.054	93,67	8,47
13	A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.875,1	8.888	92,98	8,42
14	A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.907,4	14.317	91,80	8,64
15	A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.736,1	15.062	96,14	8,67
16	A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.896,6	12.507	91,06	8,19
17	A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.268,3	12.841	93,67	8,17
18	A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.218,3	14.596	91,49	8,77
19	A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.666,2	12.300	90,14	8,16
20	A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	15.307,8	13.777	93,37	8,60
21	A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	15.191,1	13.672	93,23	8,56
22	A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.734,8	13.261	89,87	8,60
23	A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	15.079,5	13.572	91,40	8,64

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Main Result

Calculation: VKA V117 2020

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
6	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
13	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
14	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
15	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
16	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
17	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
18	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
19	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)
20	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (167)
21	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (168)
22	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (169)
23	New	37.471	405.148	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (170)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: VKA V117 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	80,0 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,5 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	298.239,5	268.415,5	327.539,9	91,1	36,9	11.670,2	3.234	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: VKA V117 2020

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

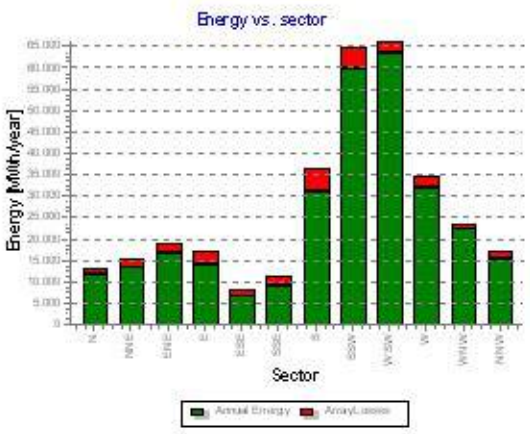
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

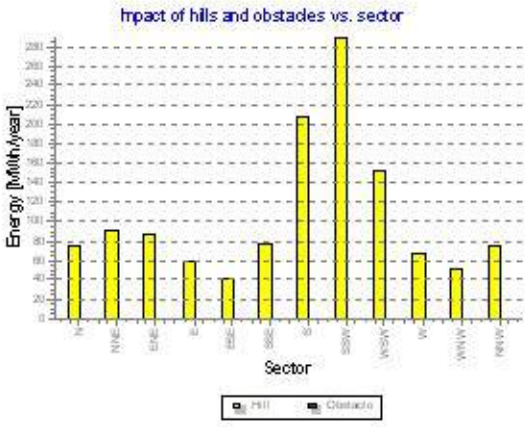
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: VKA V117 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	13.188,6	15.169,2	18.924,8	17.054,8	8.057,1	11.248,0	36.584,5	64.632,8	65.982,4	34.898,5	23.454,9	17.058,4	326.254,1
+Increase due to hills	[MWh]	76,4	92,9	87,6	60,7	41,9	77,7	207,5	289,0	153,2	68,9	52,9	77,0	1.285,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.318,4	1.759,8	2.270,1	2.810,7	1.334,6	1.996,5	5.330,8	4.949,0	2.649,6	2.721,3	932,0	1.227,4	29.300,4
Resulting energy	[MWh]	11.946,6	13.502,3	16.742,3	14.304,8	6.764,4	9.329,1	31.461,3	59.972,9	63.486,0	32.246,1	22.575,8	15.908,0	298.239,6
Specific energy	[kWh/m²]													1.482
Specific energy	[kWh/kW]													3.593
Increase due to hills	[%]	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,39
Decrease due to array losses	[%]	9,9	11,5	11,9	16,4	16,5	17,6	14,5	7,6	4,0	7,8	4,0	7,2	8,95
Utilization	[%]	29,2	33,6	33,9	31,2	34,3	33,5	28,8	28,1	23,2	23,8	22,1	27,6	26,7
Operational	[Hours/year]	451	524	636	603	404	457	915	1.401	1.253	777	563	535	8.521
Full Load Equivalent	[Hours/year]	144	163	202	172	81	112	379	723	765	389	272	192	3.593



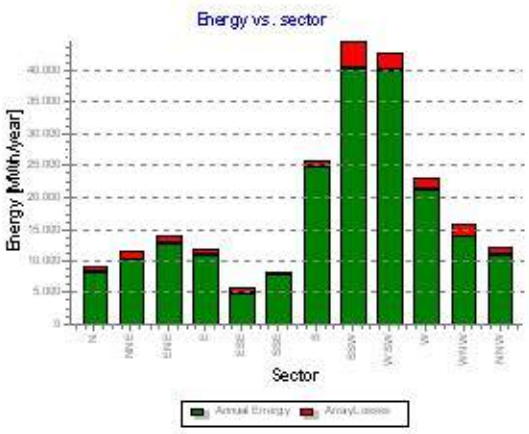


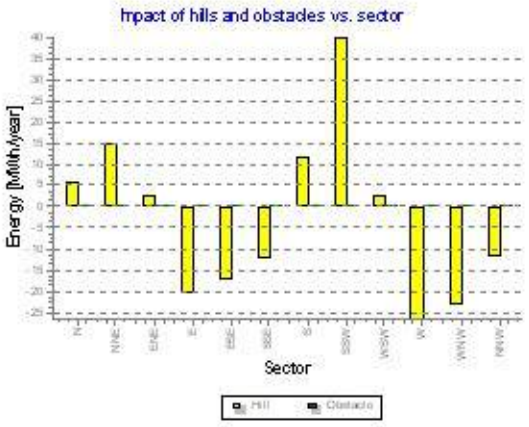
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: VKA V117 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,236 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.061,5	1.434,9	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.984,4	2.728,2	1.584,4	1.817,1	1.092,2	17.511,0
Resulting energy	[MWh]	8.348,6	10.273,8	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.513,6	40.108,7	21.412,0	14.065,8	11.076,4	208.024,4
Specific energy	[kWh/m²]													1.326
Specific energy	[kWh/kW]													4.177
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	11,3	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	9,0	6,4	6,9	11,4	9,0	7,76
Utilization	[%]	26,7	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,5	17,9	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	501	814	805	430	282	222	4.177





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VKA V117 2020WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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 is lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

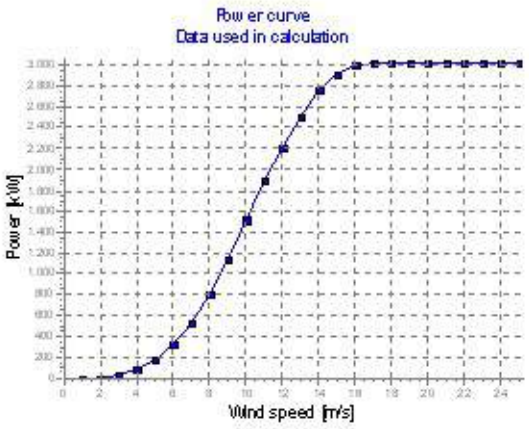
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

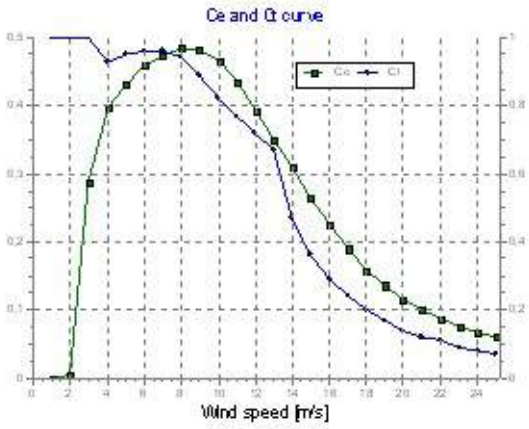
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,4	13,9	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	45,9	59,8	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	118,1	177,9	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	242,6	420,5	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	420,6	841,1	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	634,6	1.475,7	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	845,4	2.321,1	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.002,5	3.323,6	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.064,9	4.388,6	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.028,4	5.417,0	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	921,8	6.338,8	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	770,6	7.109,4	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	599,2	7.708,7	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	437,6	8.146,3	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	303,0	8.449,3	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	200,8	8.650,1	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,4	8.778,4	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	79,3	8.857,8	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	47,4	8.905,2	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	27,4	8.932,7	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,4	8.948,0	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,3	8.956,4	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	8.959,2	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: VKA V117 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

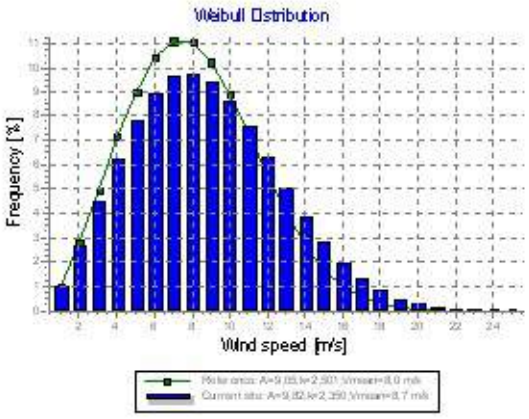
PARK - Wind Data Analysis

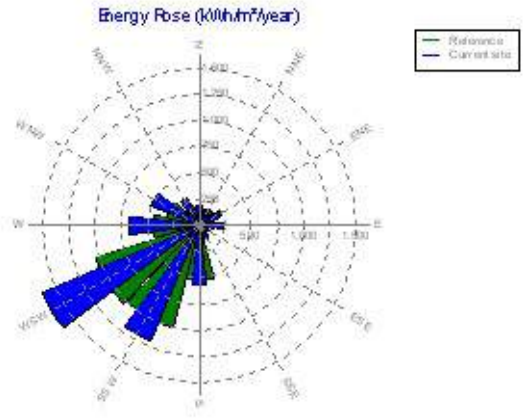
Calculation: VKA V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

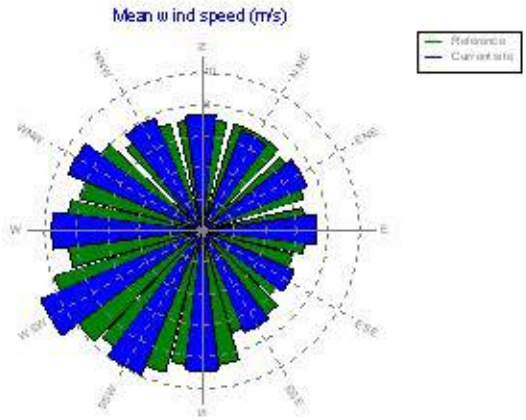
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244
Wind statistics
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

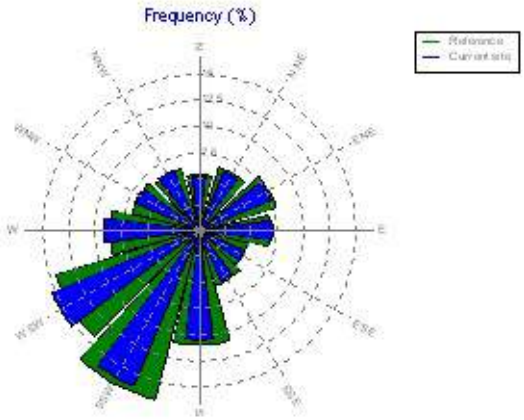
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

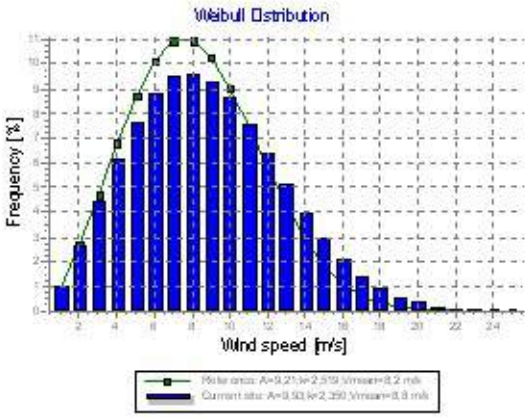
PARK - Wind Data Analysis

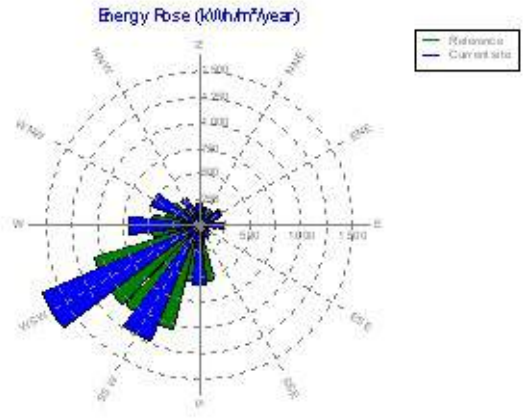
Calculation: VKA V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

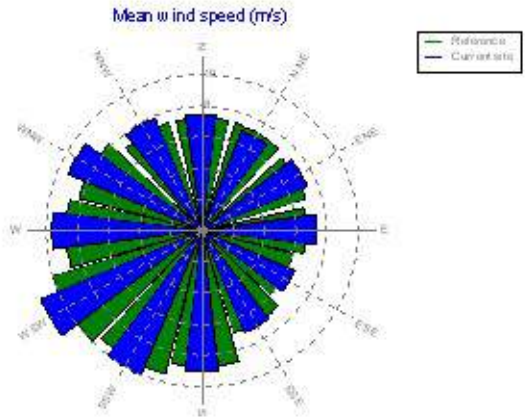
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244
Wind statistics
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

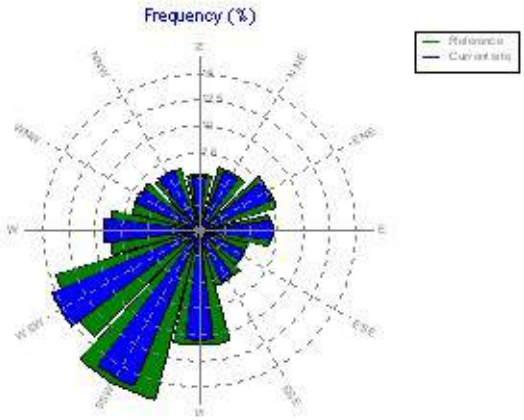
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

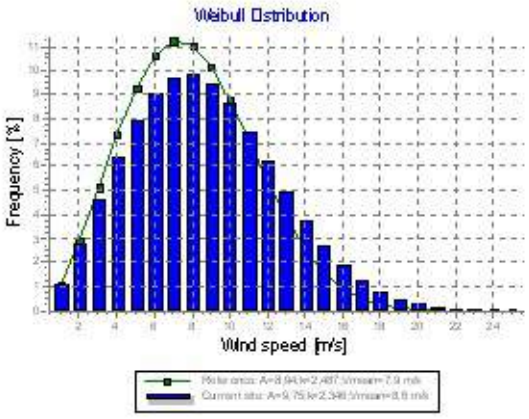
PARK - Wind Data Analysis

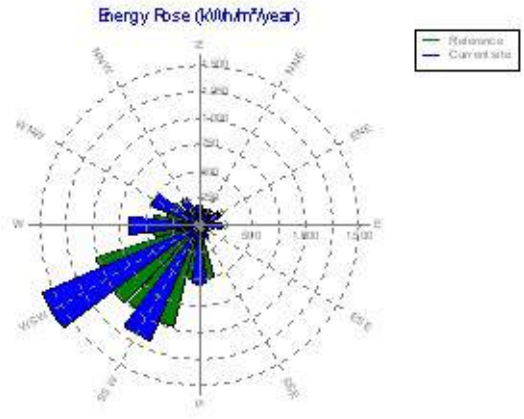
Calculation: VKA V117 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 80,0

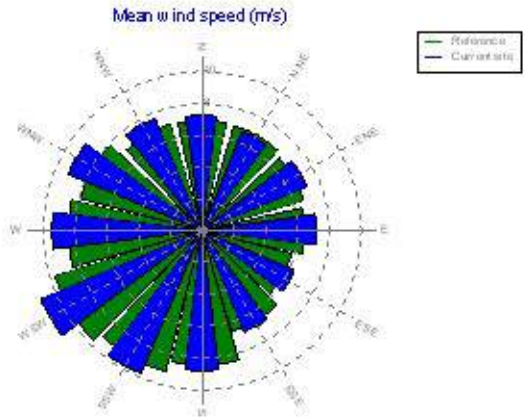
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244
Wind statistics
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

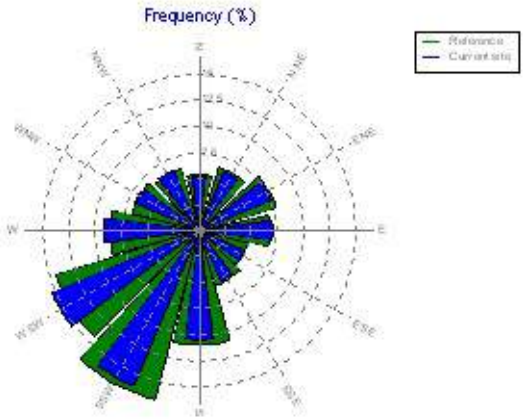
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,19	7,25	2,193	5,3	7,84	2,311	5,4
1 NNE	7,55	6,72	2,732	6,2	7,80	2,809	6,3
2 ENE	8,02	7,14	2,826	7,5	7,48	2,886	7,7
3 E	8,09	7,18	2,541	7,1	7,24	2,608	6,8
4 ESE	7,14	6,33	2,432	4,8	6,55	2,574	4,8
5 SSE	7,76	6,91	2,744	5,2	7,43	2,750	5,4
6 S	9,84	8,77	2,861	10,5	9,44	2,923	11,0
7 SSW	10,98	9,80	2,951	16,2	10,23	3,011	16,8
8 WSW	12,34	10,99	2,826	15,3	10,86	2,886	14,3
9 W	10,63	9,43	2,475	9,2	9,48	2,565	8,6
10 WNW	10,30	9,12	2,115	6,6	8,92	2,198	6,7
11 NNW	8,67	7,68	2,092	6,3	7,86	2,230	6,2
All	9,75	8,64	2,346	100,0	8,94	2,487	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: VKA V117 2020

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	339	265	246	264	303	274	280	305	282	231	251	261	265	282
3,5	2.821	2.096	2.055	2.052	2.155	2.001	1.981	2.108	1.993	2.031	2.203	2.129	2.155	2.266
4,5	8.059	6.386	6.270	6.315	6.587	6.323	6.220	6.534	6.315	6.334	6.544	6.305	6.258	6.504
5,5	15.947	12.941	12.721	12.802	13.362	12.891	12.763	13.284	12.866	12.811	13.181	12.738	12.673	13.088
6,5	27.237	22.378	22.049	22.080	23.031	22.248	22.065	22.904	22.233	22.132	22.842	22.078	21.993	22.669
7,5	42.413	35.209	34.728	34.766	36.083	34.856	34.624	35.869	34.853	34.831	35.976	34.866	34.885	35.809
8,5	61.455	51.883	51.270	51.244	52.952	51.170	50.815	52.611	51.215	51.319	53.152	51.594	51.678	52.874
9,5	83.243	71.914	71.223	71.163	73.187	70.713	70.294	72.531	70.746	71.156	73.778	71.756	72.018	73.339
10,5	103.354	92.828	92.397	92.096	94.251	91.299	90.710	93.091	91.156	91.981	95.216	92.740	93.040	94.581
11,5	117.399	110.343	110.406	109.999	111.750	108.893	108.150	110.395	109.266	109.506	112.395	110.197	110.245	111.639
12,5	124.130	120.926	121.180	121.214	122.075	120.009	120.090	121.304	120.339	120.475	121.923	120.281	120.579	121.489
13,5	127.388	125.900	126.127	126.367	126.572	125.147	126.227	126.463	125.258	125.667	126.304	125.073	126.024	126.346
14,5	129.025	128.431	128.533	128.738	128.756	127.815	128.739	128.717	128.088	128.401	128.621	127.821	128.672	128.697
15,5	129.751	129.516	129.554	129.663	129.652	129.272	129.668	129.629	129.373	129.481	129.576	129.265	129.662	129.640
16,5	130.067	130.001	130.004	130.046	130.046	129.906	130.050	130.038	129.957	130.005	130.024	129.906	130.050	130.041
17,5	130.120	130.115	130.114	130.119	130.120	130.101	130.120	130.119	130.110	130.118	130.118	130.101	130.120	130.119
18,5	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120
19,5	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120
20,5	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120
21,5	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120
22,5	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120
23,5	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120
24,5	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120	130.120
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.

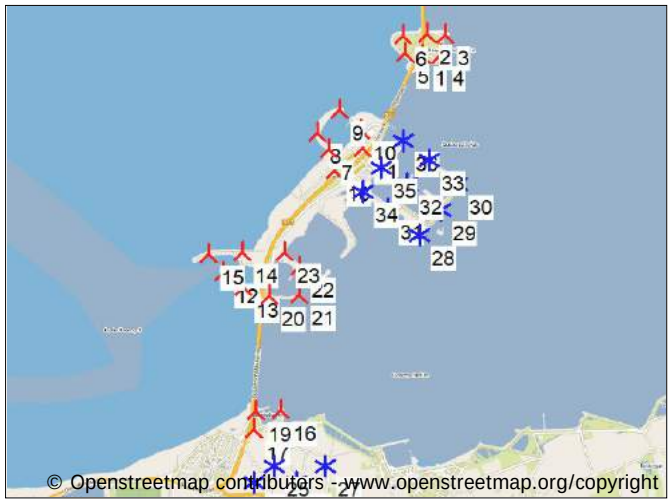
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: VKA V117 2020

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
	[m]		[m]	[m]		
1	0,0	5	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	6	0,0	284	3,5	3,5
6	0,0	5	0,0	284	3,5	3,5
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	476	5,3	4,1
10	0,0	11	0,0	311	3,5	2,7
11	0,0	10	0,0	311	3,5	2,7
12	0,0	15	0,0	376	4,2	3,2
13	0,0	12	0,0	418	4,6	4,6
14	0,0	12	0,0	459	5,1	3,9
15	0,0	12	0,0	376	4,2	3,2
16	0,0	19	0,0	410	3,5	3,5
17	0,0	19	0,0	299	2,6	2,6
18	0,0	7	0,0	363	3,1	3,1
19	0,0	17	0,0	299	2,6	2,6
20	0,0	13	0,0	456	5,1	3,9
21	0,0	22	0,0	465	4,0	4,0
22	0,0	23	0,0	331	2,8	2,8
23	0,0	22	0,0	331	2,8	2,8
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	35	0,0	501	3,9	3,9
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,3	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: VKA V117 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

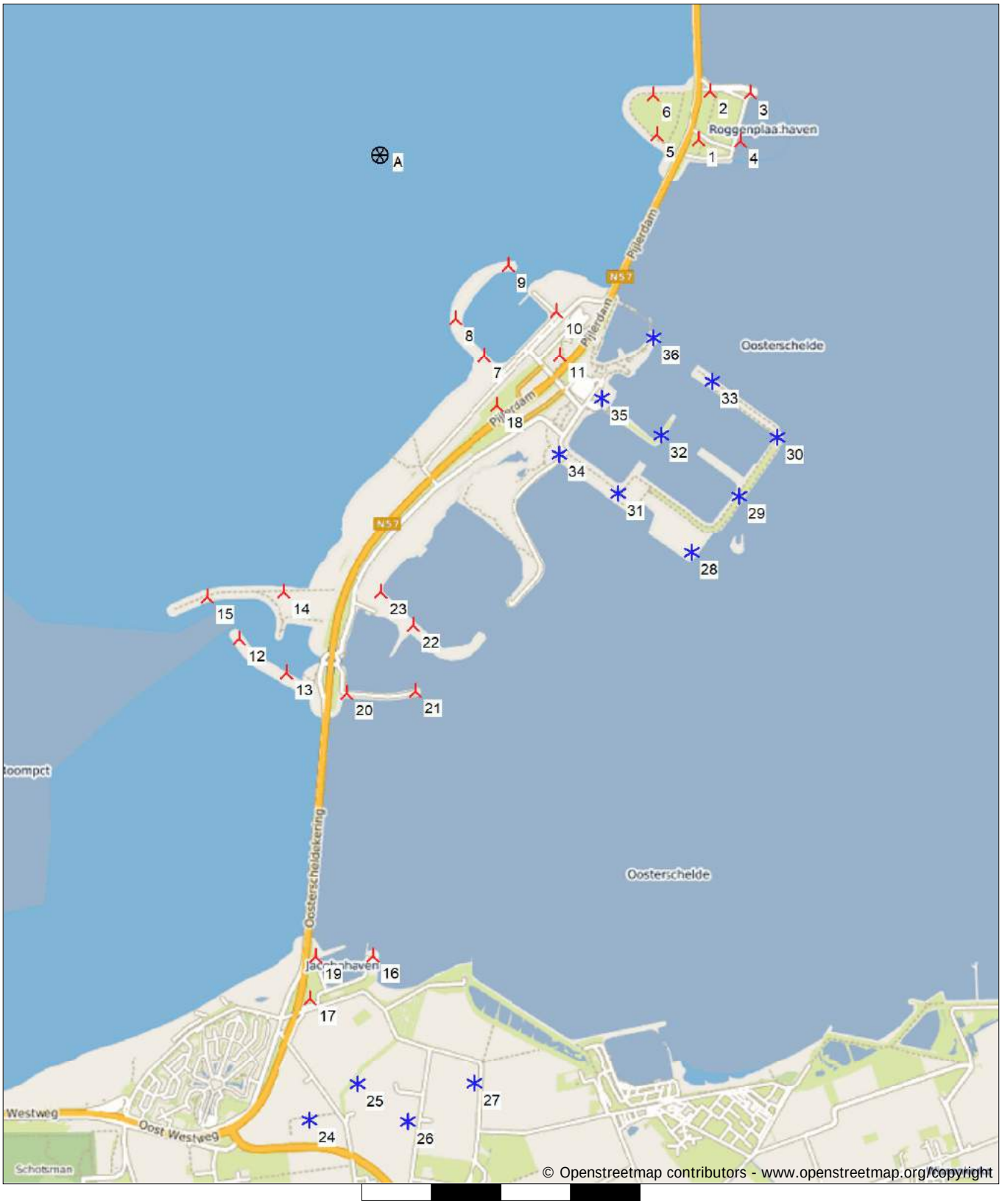
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
22-11-2017 17:19/3.0.654

PARK - Map

Calculation: VKA V117 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:

P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2A E141 2020

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,227 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,2 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 135,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,9 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	996,9 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

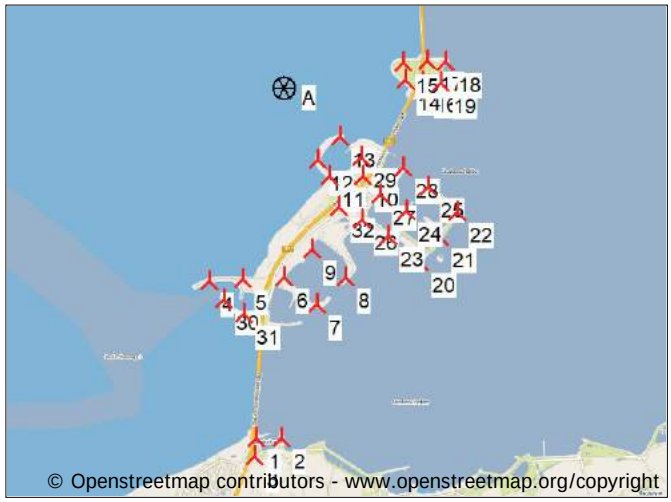
Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028



Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	524.063,6	471.657,2	569.820,4	92,0	44,5	14.739,3	3.904	8,9

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 32 new WTGs with total 120,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	19.430,2	17.487	91,89	8,86
2 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	19.824,5	17.842	93,39	8,88
3 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.098,3	18.088	94,79	8,87
4 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	21.413,9	19.272	96,63	9,29
5 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.856,3	18.771	94,19	9,27
6 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.916,1	18.825	94,27	9,28
7 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	21.101,5	18.991	95,42	9,25
8 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.801,5	18.721	93,94	9,26
9 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.580,7	18.523	92,90	9,27
10 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.229,1	18.206	90,42	9,36
11 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.523,4	18.471	91,69	9,39
12 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.877,3	18.790	93,81	9,34
13 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.765,3	18.689	93,27	9,35
14 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.129,4	8.216	89,89	8,66
15 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.167,0	8.250	90,53	8,65
16 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.276,5	7.449	87,47	8,62
17 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.141,3	7.327	87,07	8,55
18 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.150,7	7.336	88,03	8,50
19 A	Yes	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	78,3	0,0	EMD	Level 0 - calculated - Rev 3.0 - 02/2010	8.303,2	7.473	89,17	8,52
20 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.896,3	16.107	94,19	8,74
21 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.541,5	15.787	92,06	8,75
22 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.590,5	15.831	91,98	8,78
23 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.317,6	15.586	90,79	8,77
24 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	16.982,3	15.284	88,95	8,77
25 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.258,5	15.533	90,10	8,79
26 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.057,2	15.352	89,50	8,76
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	16.729,9	15.057	87,43	8,78
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.039,8	15.336	89,28	8,76
29 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.452,1	8.507	86,52	8,56
30 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	10.111,4	9.100	94,14	8,47

To be continued on next page...

*) Included in array losses is influence from 4 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2A E141 2020

...continued from previous page

	WTG type								Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Creator	Name	Result	Result-10,0%	Efficiency	Mean wind speed
				[kW]	[m]	[m]	[m]			[MWh]	[MWh]	[%]	[m/s]
31 A	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	0,0	EMD	Level 0 - Estimated - 107.0 dB(A) - 06-2009	9.994,9	8.995	94,11	8,42
32 A	Yes	ENERCON	E-141 EP4-4.200	4.200	141,0	135,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	20.505,5	18.455	91,80	9,34

WTG siting

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	36.943	402.577	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (44)
2	New	37.360	402.567	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (45)
3	New	36.895	402.282	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (46)
4	New	36.219	405.143	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (55)
5	New	36.771	405.164	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (56)
6	New	37.462	405.175	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (63)
7	New	37.996	404.729	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (64)
8	New	38.483	405.152	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (65)
9	New	37.927	405.623	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (66)
10	New	38.803	406.796	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (67)
11	New	38.254	406.802	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (74)
12	New	38.058	407.073	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (75)
13	New	38.441	407.439	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (76)
14	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
15	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
16	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (81)
17	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (82)
18	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (83)
19	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! hub: 78,3 m (TOT: 119,3 m) (84)
20	New	39.716	405.378	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (85)
21	New	40.064	405.778	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (86)
22	New	40.355	406.180	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (87)
23	New	39.195	405.809	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (88)
24	New	39.519	406.211	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (89)
25	New	39.893	406.586	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (90)
26	New	38.781	406.093	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (91)
27	New	39.093	406.485	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (92)
28	New	39.478	406.907	0,0	ENERCON E-126 EP4 TES 4200 127.0 !O! hub: 99,0 m (TOT: 162,5 m) (93)
29	New	38.782	407.106	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (98)
30	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (108)
31	New	36.782	404.596	0,0	VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80,0 m (TOT: 125,0 m) (109)
32	New	38.397	406.303	0,0	ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! hub: 135,0 m (TOT: 205,5 m) (132)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2A E141 2020

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,227 kg/m³ to 1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,2 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	78,3 m to 135,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,9 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	996,9 hPa to 1.003,7 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	524.063,6	471.657,2	569.820,4	92,0	44,5	14.739,3	3.904	8,9

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 4 reference WTGs with total 12,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
33 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	13.014,3	0
34 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.771,5	0
35 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.916,4	0
36 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.977,2	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

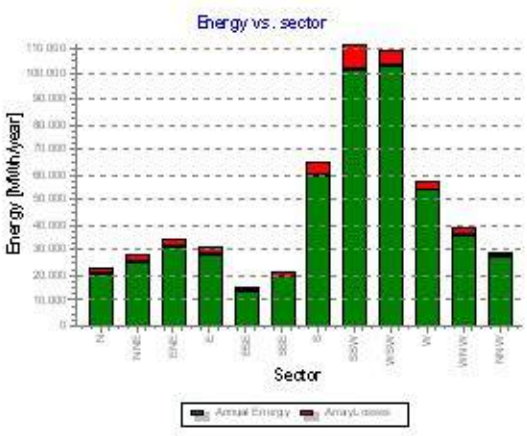
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
33	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
34	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		
35	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
36	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		

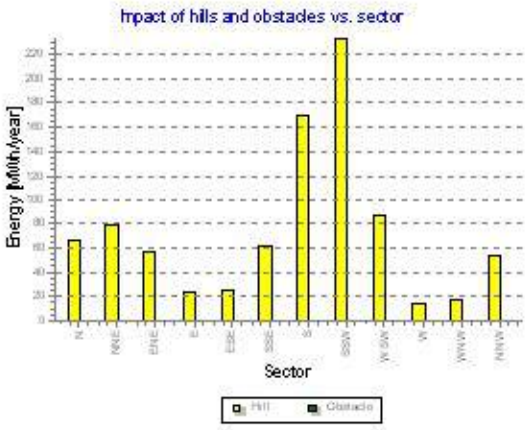
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2A E141 2020WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,231 kg/m³ - 1,237 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]	23.482,6	28.442,8	35.061,2	31.436,5	15.967,8	21.741,6	65.305,7	111.521,4	108.993,2	58.215,9	38.953,2	29.798,5	568.920,4
+Increase due to hills	[MWh]	67,6	80,3	58,4	24,6	26,5	62,6	170,3	232,9	88,4	14,6	17,7	56,0	900,0
-Decrease due to array losses	[MWh]	2.113,7	3.408,8	3.101,4	3.367,1	2.089,3	2.170,7	5.744,6	9.658,4	5.292,6	4.149,5	2.678,9	1.981,9	45.756,8
Resulting energy	[MWh]	21.436,5	25.114,3	32.018,1	28.094,1	13.905,0	19.633,6	59.731,4	102.095,9	103.789,1	54.081,0	36.292,0	27.872,6	524.063,4
Specific energy	[kWh/m²]													1.367
Specific energy	[kWh/kW]													4.338
Increase due to hills	[%]	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,16
Decrease due to array losses	[%]	9,0	12,0	8,8	10,7	13,1	10,0	8,8	8,6	4,9	7,1	6,9	6,6	8,03
Utilization	[%]	24,3	27,6	29,2	27,8	31,4	31,4	23,7	21,2	17,6	18,7	17,0	22,5	21,4
Operational	[Hours/year]	456	529	643	611	409	459	920	1.416	1.267	783	569	541	8.604
Full Load Equivalent	[Hours/year]	177	208	265	233	115	163	494	845	859	448	300	231	4.338



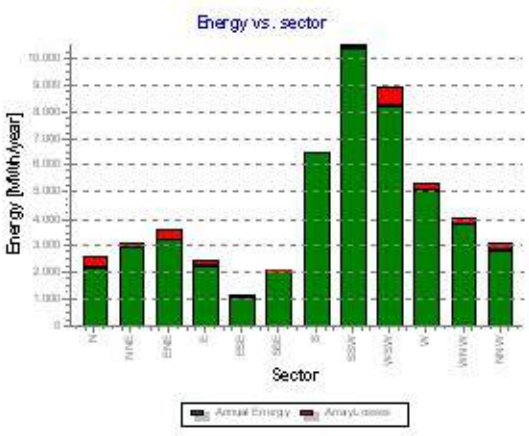


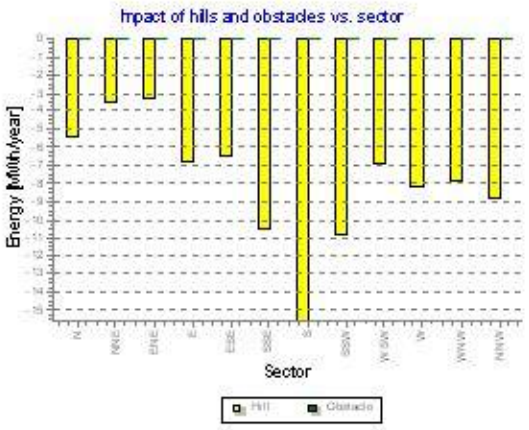
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2A E141 2020WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,231 kg/m³ - 1,237 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]	2.595,9	3.132,2	3.668,8	2.522,4	1.208,7	2.140,2	6.505,8	10.531,8	8.996,5	5.338,6	4.051,1	3.164,3	53.856,3
+Increase due to hills	[MWh]	-5,4	-3,5	-3,3	-6,8	-6,5	-10,6	-15,6	-10,8	-6,9	-8,1	-7,9	-8,9	-94,4
-Decrease due to array losses	[MWh]	350,7	195,0	434,7	226,0	107,4	23,5	0,0	95,9	715,2	274,8	227,4	330,1	2.980,6
Resulting energy	[MWh]	2.239,8	2.933,7	3.230,8	2.289,6	1.094,8	2.106,1	6.490,2	10.425,1	8.274,4	5.055,6	3.815,8	2.825,3	50.781,3
Specific energy	[kWh/m²]													1.185
Specific energy	[kWh/kW]													4.232
Increase due to hills	[%]	-0,2	-0,1	-0,1	-0,3	-0,5	-0,5	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,18
Decrease due to array losses	[%]	13,5	6,2	11,9	9,0	8,9	1,1	0,0	0,9	8,0	5,2	5,6	10,5	5,54
Utilization	[%]	23,8	30,1	30,3	34,3	37,4	38,5	31,9	28,6	24,4	24,0	18,5	22,9	26,8
Operational	[Hours/year]	456	527	646	589	406	511	976	1.414	1.173	749	570	542	8.557
Full Load Equivalent	[Hours/year]	187	244	269	191	91	176	541	869	690	421	318	235	4.232





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2A E141 2020WTG: 1 - ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016, Hub height: 135,0 m

Name: Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
13-4-2016	EMD	29-4-2016	9-5-2016	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

D0434287-5_#_de_#_Betriebsmodi_E-141_EP4___4200_kW_mit_TES.pdf

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]	7.749	11.582	15.194	18.346	20.965	23.032
ENERCON E-141 EP4 4200 141.0 !-! Level 0 - official - 0 s- 4200kW - 04/2016	[MWh]	7.644	11.288	14.772	17.854	20.437	22.479
Check value	[%]	1	3	3	3	3	2

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

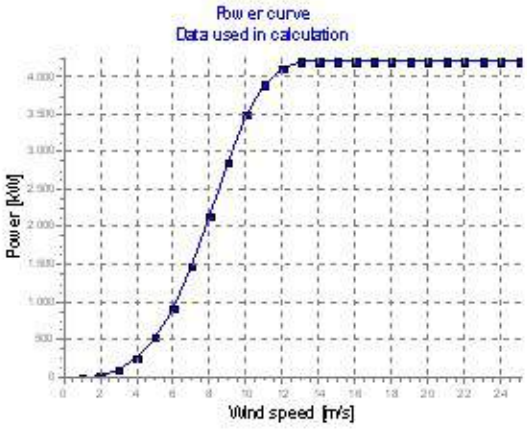
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

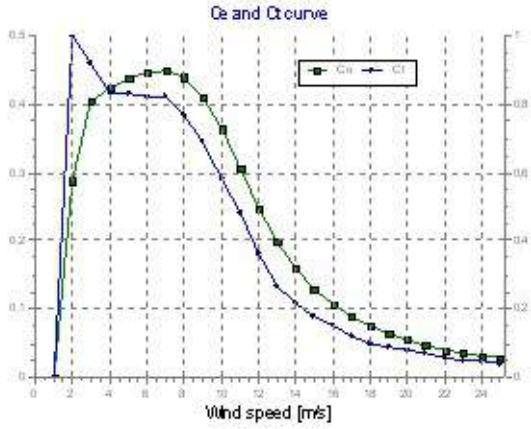
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
0,5	0,0	0,00	0,5	0,00
1,0	0,0	0,00	1,0	0,00
1,5	0,0	0,00	1,5	0,00
2,0	22,0	0,29	2,0	1,16
2,5	54,0	0,36	2,5	1,01
3,0	104,0	0,40	3,0	0,92
3,5	171,0	0,42	3,5	0,87
4,0	260,0	0,42	4,0	0,83
4,5	376,0	0,43	4,5	0,83
5,0	523,0	0,44	5,0	0,83
5,5	703,0	0,44	5,5	0,82
6,0	920,0	0,45	6,0	0,82
6,5	1.176,0	0,45	6,5	0,82
7,0	1.471,0	0,45	7,0	0,82
7,5	1.799,0	0,45	7,5	0,80
8,0	2.151,0	0,44	8,0	0,77
8,5	2.514,0	0,43	8,5	0,74
9,0	2.867,0	0,41	9,0	0,69
9,5	3.194,0	0,39	9,5	0,63
10,0	3.481,0	0,36	10,0	0,58
10,5	3.719,0	0,34	10,5	0,53
11,0	3.903,0	0,31	11,0	0,48
11,5	4.033,0	0,28	11,5	0,41
12,0	4.119,0	0,25	12,0	0,36
12,5	4.171,0	0,22	12,5	0,31
13,0	4.196,0	0,20	13,0	0,27
13,5	4.200,0	0,18	13,5	0,24
14,0	4.200,0	0,16	14,0	0,22
14,5	4.200,0	0,14	14,5	0,19
15,0	4.200,0	0,13	15,0	0,18
15,5	4.200,0	0,12	15,5	0,16
16,0	4.200,0	0,11	16,0	0,15
16,5	4.200,0	0,10	16,5	0,13
17,0	4.200,0	0,09	17,0	0,12
17,5	4.200,0	0,08	17,5	0,11
18,0	4.200,0	0,08	18,0	0,10
18,5	4.200,0	0,07	18,5	0,10
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,09
19,5	4.200,0	0,06	19,5	0,08
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,08
20,5	4.200,0	0,05	20,5	0,07
21,0	4.200,0	0,05	21,0	0,07
21,5	4.200,0	0,04	21,5	0,06
22,0	4.200,0	0,04	22,0	0,06
22,5	4.200,0	0,04	22,5	0,06
23,0	4.200,0	0,04	23,0	0,05
23,5	4.200,0	0,03	23,5	0,05
24,0	4.200,0	0,03	24,0	0,05
24,5	4.200,0	0,03	24,5	0,04

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,227 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	22,1	0,29	1,50- 2,50	6,6	6,6	0,0
3,0	104,2	0,40	2,50- 3,50	39,7	46,3	0,2
4,0	260,5	0,42	3,50- 4,50	133,7	179,9	0,9
5,0	524,0	0,44	4,50- 5,50	334,2	514,2	2,6
6,0	921,7	0,45	5,50- 6,50	682,0	1.196,2	6,2
7,0	1.473,5	0,45	6,50- 7,50	1.181,8	2.378,0	12,2
8,0	2.154,2	0,44	7,50- 8,50	1.763,5	4.141,5	21,3
9,0	2.870,4	0,41	8,50- 9,50	2.271,1	6.412,7	33,0
10,0	3.484,1	0,36	9,50-10,50	2.537,8	8.950,4	46,1
11,0	3.905,1	0,31	10,50-11,50	2.492,6	11.443,0	58,9
12,0	4.120,0	0,25	11,50-12,50	2.193,6	13.636,6	70,2
13,0	4.196,1	0,20	12,50-13,50	1.767,4	15.404,0	79,3
14,0	4.200,0	0,16	13,50-14,50	1.330,1	16.734,1	86,1
15,0	4.200,0	0,13	14,50-15,50	949,6	17.683,8	91,0
16,0	4.200,0	0,11	15,50-16,50	647,7	18.331,5	94,3
17,0	4.200,0	0,09	16,50-17,50	424,3	18.755,8	96,5
18,0	4.200,0	0,08	17,50-18,50	268,8	19.024,6	97,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	166,2	19.190,7	98,8
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	101,1	19.291,9	99,3
21,0	4.200,0	0,05	20,50-21,50	61,1	19.353,0	99,6
22,0	4.200,0	0,04	21,50-22,50	36,8	19.389,8	99,8
23,0	4.200,0	0,04	22,50-23,50	22,2	19.411,9	99,9
24,0	4.200,0	0,03	23,50-24,50	13,3	19.425,2	100,0
25,0	4.200,0	0,03	24,50-25,50	5,0	19.430,2	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2A E141 2020Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A E141 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 135,0

Site coordinates

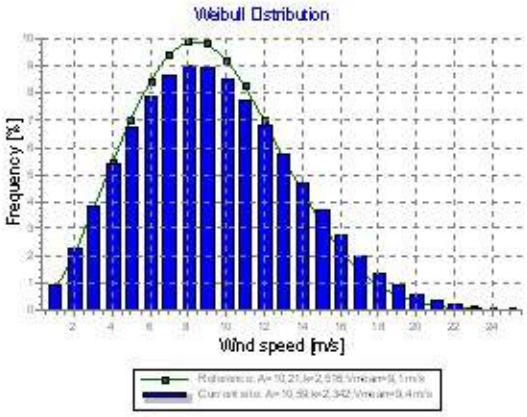
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

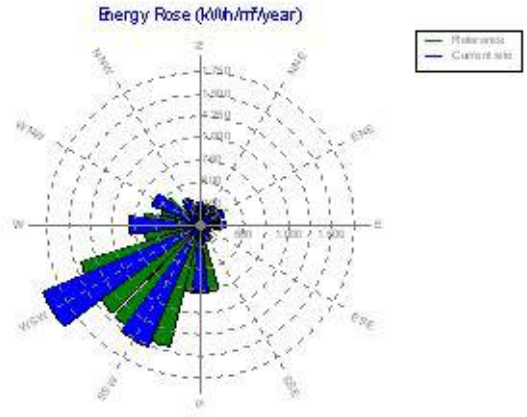
Wind statistics

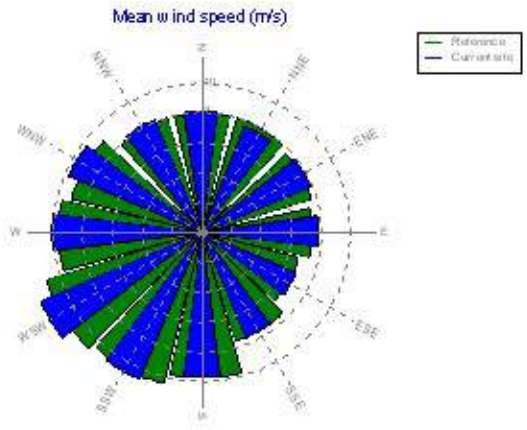
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

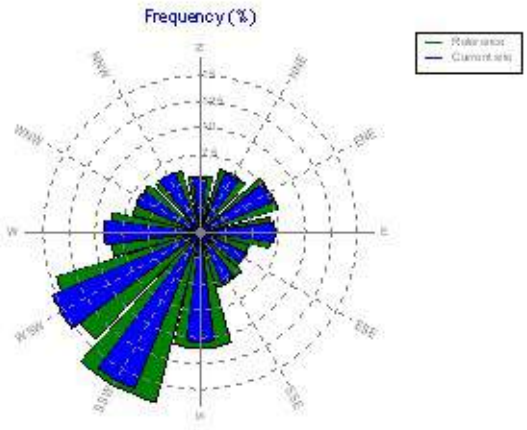
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Current site Wind speed [m/s]	Current site k-parameter	Current site Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	Reference: Roughness class 1 k-parameter	Reference: Roughness class 1 Frequency [%]
0 N	9,11	8,07	2,139	5,3	9,00	2,322	5,4
1 NNE	8,60	7,64	2,697	6,2	8,97	2,820	6,3
2 ENE	8,89	7,92	2,775	7,5	8,61	2,898	7,7
3 E	8,83	7,84	2,475	7,1	8,32	2,622	6,8
4 ESE	7,74	6,86	2,373	4,8	7,51	2,589	4,8
5 SSE	8,55	7,60	2,709	5,2	8,55	2,763	5,4
6 S	10,90	9,71	2,838	10,5	10,87	2,937	11,0
7 SSW	11,98	10,68	2,912	16,2	11,68	3,031	16,8
8 WSW	13,17	11,72	2,775	15,3	12,21	2,916	14,3
9 W	11,35	10,06	2,408	9,2	10,85	2,582	8,6
10 WNW	10,95	9,70	2,064	6,6	10,17	2,214	6,7
11 NNW	9,26	8,20	2,041	6,3	9,00	2,244	6,2
All	10,59	9,39	2,342	100,0	10,21	2,516	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

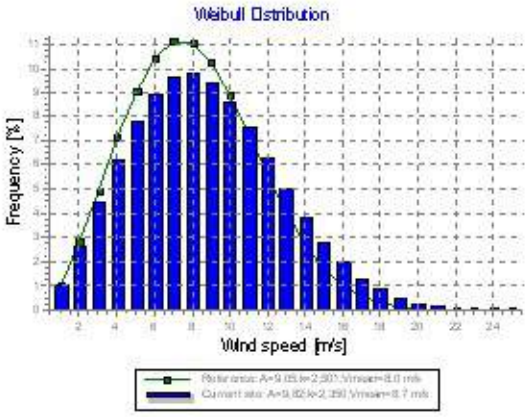
Calculation: 2A E141 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

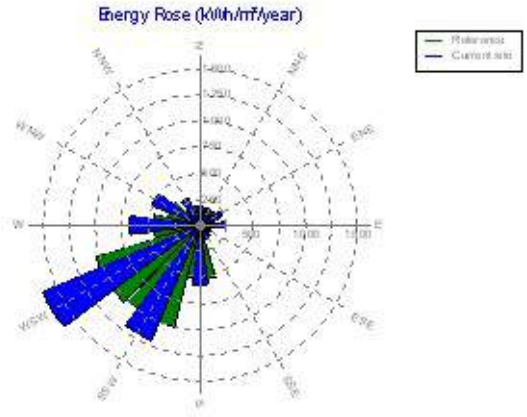
Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

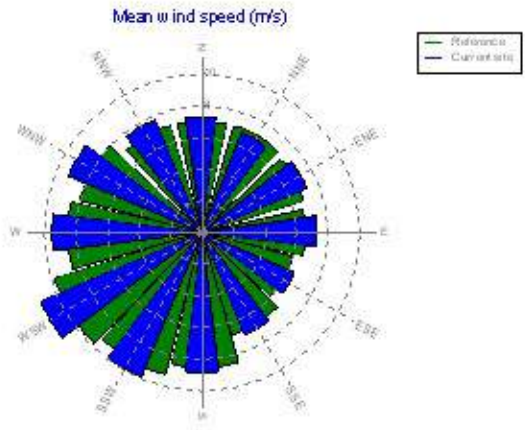
Wind statistics
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

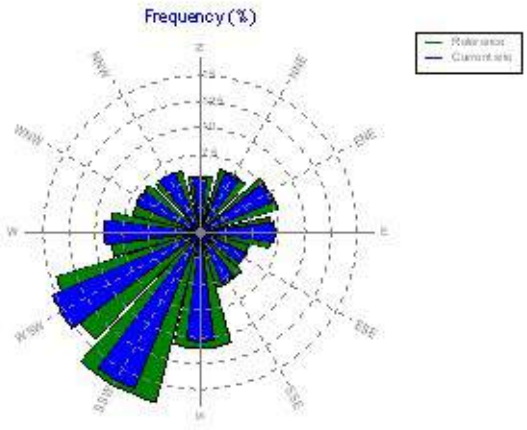
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A E141 2020Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 78,3

Site coordinates

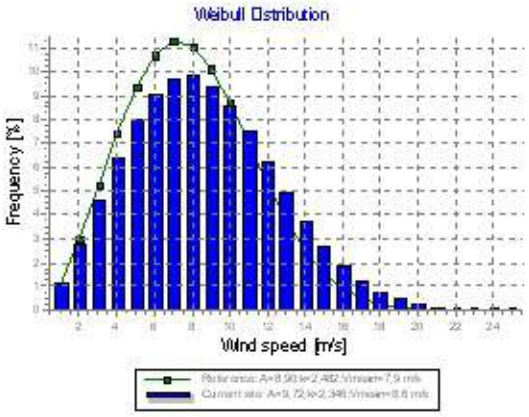
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

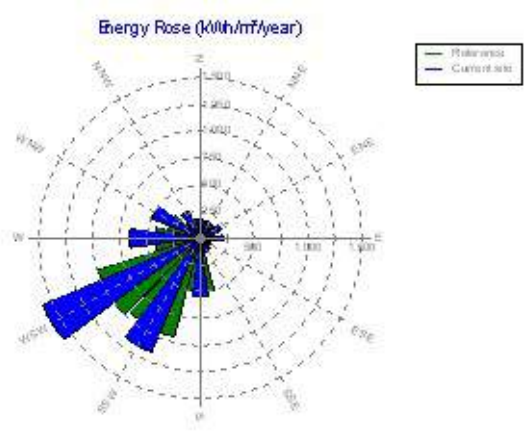
Wind statistics

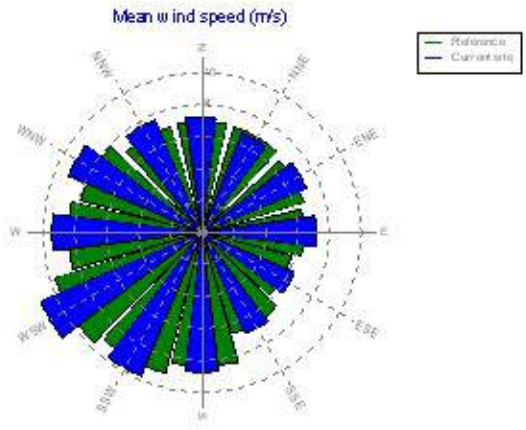
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

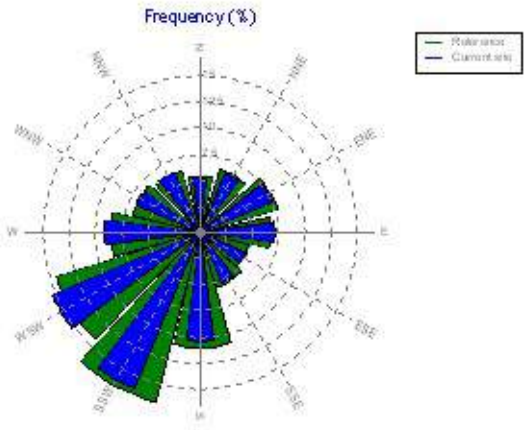
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,16	7,23	2,193	5,3	7,80	2,306	5,4
1 NNE	7,53	6,70	2,729	6,2	7,76	2,803	6,3
2 ENE	7,99	7,12	2,826	7,5	7,45	2,880	7,7
3 E	8,07	7,16	2,541	7,1	7,21	2,603	6,8
4 ESE	7,12	6,31	2,432	4,8	6,52	2,569	4,8
5 SSE	7,73	6,88	2,740	5,2	7,39	2,744	5,4
6 S	9,81	8,74	2,857	10,5	9,40	2,917	11,0
7 SSW	10,95	9,77	2,951	16,2	10,18	3,004	16,8
8 WSW	12,31	10,97	2,830	15,3	10,82	2,879	14,3
9 W	10,60	9,40	2,479	9,2	9,44	2,560	8,6
10 WNW	10,27	9,10	2,115	6,6	8,88	2,193	6,7
11 NNW	8,65	7,66	2,096	6,3	7,82	2,226	6,2
All	9,72	8,61	2,346	100,0	8,90	2,482	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2A E141 2020

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	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	3	5	6
2,5	1.103	790	792	810	888	832	889	872	778	710	750	735	800	857
3,5	4.115	3.134	3.122	3.063	3.274	3.137	3.198	3.341	3.116	2.969	3.142	3.058	3.195	3.300
4,5	9.990	7.963	7.904	7.811	8.183	8.019	8.037	8.425	7.964	7.690	7.969	7.853	7.928	8.246
5,5	19.239	15.553	15.441	15.265	15.989	15.656	15.725	16.410	15.543	15.029	15.559	15.347	15.512	16.100
6,5	32.521	26.518	26.355	26.008	27.230	26.652	26.792	27.903	26.486	25.642	26.590	26.180	26.456	27.436
7,5	50.095	41.223	40.975	40.453	42.234	41.350	41.602	43.217	41.111	39.917	41.379	40.757	41.249	42.635
8,5	70.983	59.795	59.525	58.709	61.107	59.833	60.109	62.333	59.715	58.056	60.165	59.201	59.797	61.618
9,5	92.387	80.841	80.690	79.525	82.295	80.700	80.802	83.502	80.818	78.849	81.536	80.280	80.681	82.879
10,5	110.192	100.680	100.891	99.411	102.115	100.336	100.087	102.875	100.620	98.780	101.775	100.208	100.116	102.654
11,5	122.154	116.227	116.615	115.311	117.441	115.905	115.470	117.709	116.044	114.711	117.358	115.888	115.517	117.813
12,5	128.682	126.004	126.319	125.805	126.760	125.701	125.699	126.787	125.651	125.246	126.714	125.593	125.542	126.899
13,5	131.626	130.698	130.766	130.894	131.053	130.424	130.748	130.998	130.269	130.469	130.995	130.452	130.631	131.062
14,5	132.638	132.426	132.382	132.532	132.506	132.190	132.461	132.494	132.182	132.417	132.554	132.389	132.482	132.550
15,5	132.913	132.855	132.821	132.902	132.867	132.745	132.862	132.864	132.751	132.849	132.897	132.910	132.904	132.894
16,5	133.022	133.007	132.991	133.021	133.014	132.967	133.014	133.013	132.971	133.010	133.019	133.022	133.022	133.019
17,5	133.040	133.039	133.037	133.040	133.040	133.034	133.040	133.040	133.034	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
18,5	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
19,5	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
20,5	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
21,5	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
22,5	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
23,5	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
24,5	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040	133.040
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.

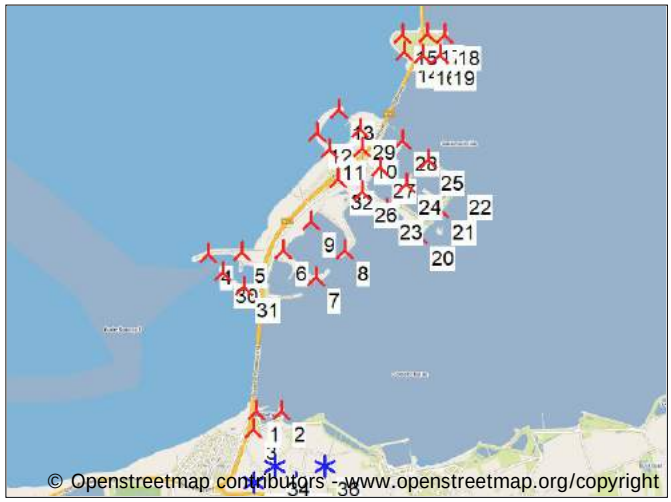
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2A E141 2020

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
	[m]		[m]	[m]		
1	0,0	3	0,0	299	2,1	2,1
2	0,0	1	0,0	417	3,0	3,0
3	0,0	1	0,0	299	2,1	2,1
4	0,0	30	0,0	376	4,2	2,7
5	0,0	30	0,0	459	5,1	3,3
6	0,0	9	0,0	645	4,6	4,6
7	0,0	8	0,0	645	4,6	4,6
8	0,0	7	0,0	645	4,6	4,6
9	0,0	6	0,0	645	4,6	4,6
10	0,0	29	0,0	311	3,5	2,2
11	0,0	12	0,0	334	2,4	2,4
12	0,0	11	0,0	334	2,4	2,4
13	0,0	29	0,0	476	5,3	3,4
14	0,0	15	0,0	284	3,5	3,5
15	0,0	14	0,0	284	3,5	3,5
16	0,0	14	0,0	300	3,7	3,7
17	0,0	18	0,0	290	3,5	3,5
18	0,0	17	0,0	290	3,5	3,5
19	0,0	16	0,0	300	3,7	3,7
20	0,0	21	0,0	530	4,2	4,2
21	0,0	22	0,0	496	3,9	3,9
22	0,0	21	0,0	496	3,9	3,9
23	0,0	26	0,0	502	4,0	4,0
24	0,0	27	0,0	506	4,0	4,0
25	0,0	28	0,0	524	4,1	4,1
26	0,0	32	0,0	438	3,4	3,1
27	0,0	10	0,0	425	3,3	3,0
28	0,0	25	0,0	524	4,1	4,1
29	0,0	10	0,0	311	3,5	2,2
30	0,0	4	0,0	376	4,2	2,7
31	0,0	30	0,0	418	4,6	4,6
32	0,0	26	0,0	438	3,4	3,1
33	0,0	34	0,0	431	3,7	3,7
34	0,0	33	0,0	431	3,7	3,7
35	0,0	34	0,0	448	3,8	3,8
36	0,0	35	0,0	553	4,7	4,7
Min	0,0		0,0	284	2,1	2,1
Max	0,0		0,0	645	5,3	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2A E141 2020

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

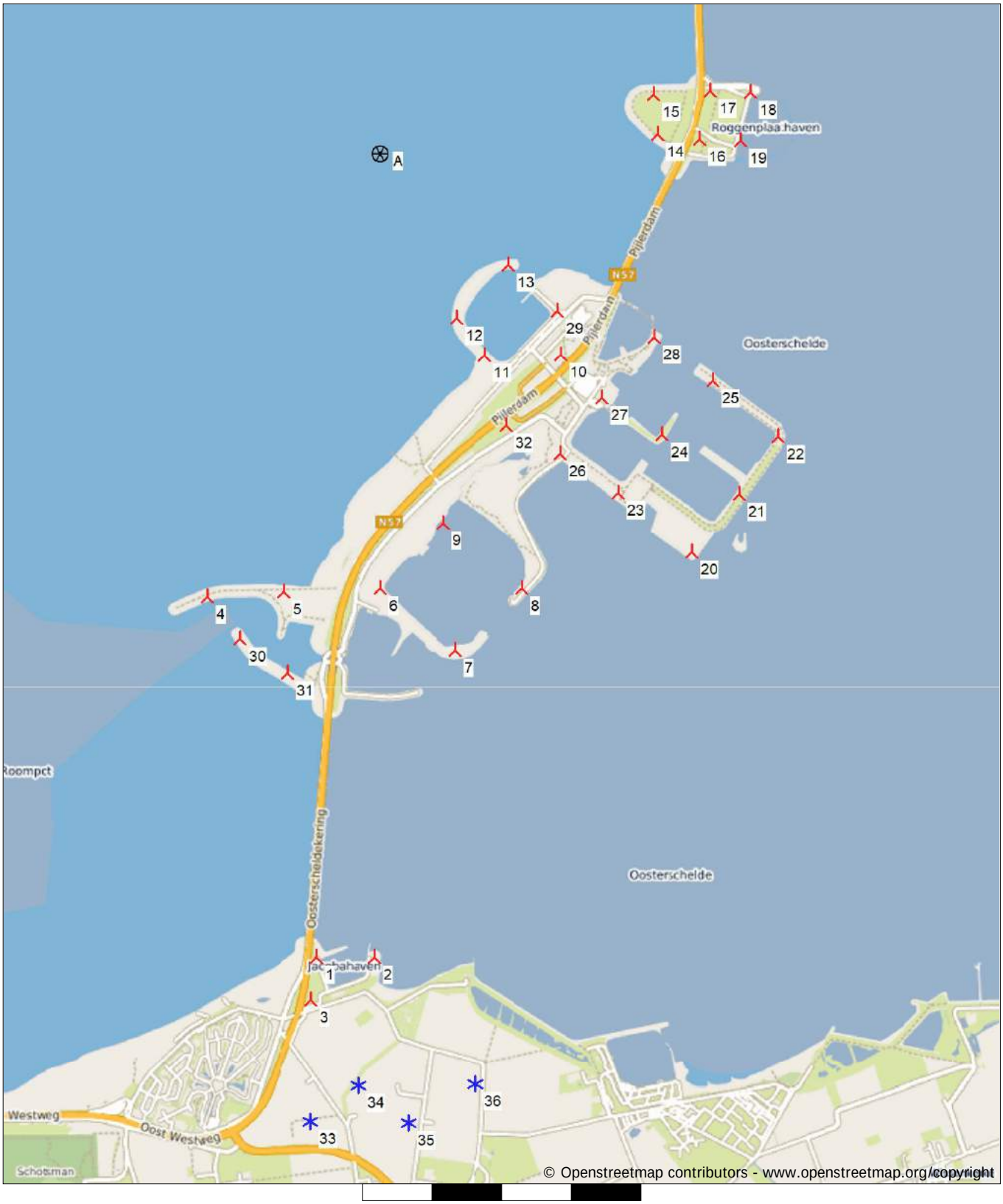
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
14-7-2017 15:57/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2A E141 2020



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	210.259,3	189.233,3	225.981,4	93,0	38,5	12.615,6	3.379	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 15 new WTGs with total 56,0 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.396,5	8.457	91,51	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.179,0	8.261	90,52	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.897,2	8.008	88,65	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.130,6	8.218	90,49	8,62
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.696,5	15.027	93,77	8,81
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.606,8	14.946	94,35	8,75
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.411,3	14.770	93,21	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.154,4	14.539	92,20	8,72
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.057,2	14.451	92,66	8,64
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.792,1	15.113	96,46	8,67
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.502,2	14.852	95,92	8,59
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.477,9	14.830	95,16	8,64
13 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.947,5	12.553	91,40	8,19
14 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.291,9	12.863	93,82	8,17
15 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.717,9	12.346	90,48	8,16

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1 New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2 New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3 New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)

To be continued on next page...
*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Main Result

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027

...continued from previous page

		Dutch Stereo-RD / NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
6	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
7	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
8	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
9	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
10	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
11	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
12	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
13	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
14	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
15	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	210.259,3	189.233,3	225.981,4	93,0	38,5	12.615,6	3.379	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
16	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
17	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
18	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
19	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
20	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
21	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
22	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
23	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
24	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
25	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
26	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
27	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
16	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
17	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

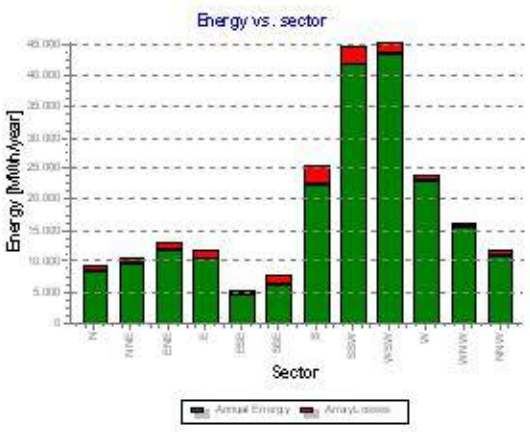
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
18	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
19	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
20	39.716	405.378	0,0	BD1		
21	40.071	405.768	0,0	BD2		
22	40.355	406.180	0,0	BD3		
23	39.195	405.809	0,0	BD4		
24	39.519	406.211	0,0	BD5		
25	39.893	406.586	0,0	BD6		
26	38.781	406.093	0,0	BD7		
27	39.093	406.485	0,0	BD8		
28	39.478	406.907	0,0	BD9		

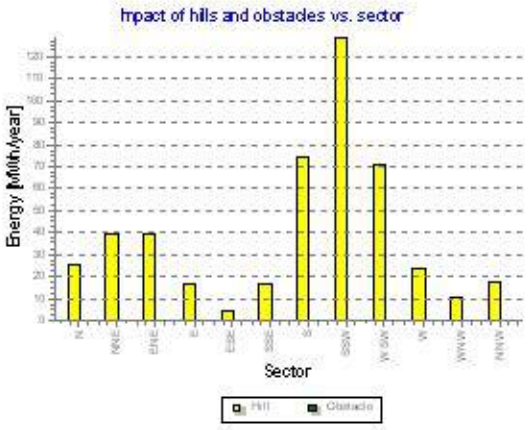
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,233 kg/m³ - 1,235 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]	9.206,1	10.594,0	13.174,0	11.785,9	5.506,7	7.802,8	25.400,5	44.677,6	45.259,7	24.104,5	16.214,3	11.784,2	225.510,2
+Increase due to hills	[MWh]	25,4	39,7	39,5	17,4	4,9	17,5	74,3	128,3	71,4	23,3	11,3	18,3	471,1
-Decrease due to array losses	[MWh]	586,6	926,8	1.274,3	1.210,3	724,7	1.382,4	2.813,6	2.818,3	1.593,7	1.193,9	478,6	719,0	15.722,1
Resulting energy	[MWh]	8.644,9	9.706,8	11.939,3	10.593,0	4.786,9	6.437,9	22.661,2	41.987,6	43.737,4	22.934,0	15.746,9	11.083,5	210.259,3
Specific energy	[kWh/m²]													1.508
Specific energy	[kWh/kW]													3.755
Increase due to hills	[%]	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,21
Decrease due to array losses	[%]	6,4	8,7	9,6	10,3	13,1	17,7	11,0	6,3	3,5	4,9	2,9	6,1	6,96
Utilization	[%]	30,1	34,6	34,8	33,7	35,9	33,7	30,1	28,4	23,3	24,4	22,2	27,9	27,3
Operational	[Hours/year]	453	526	640	605	406	462	921	1.406	1.258	780	566	538	8.562
Full Load Equivalent	[Hours/year]	154	173	213	189	85	115	405	750	781	410	281	198	3.755



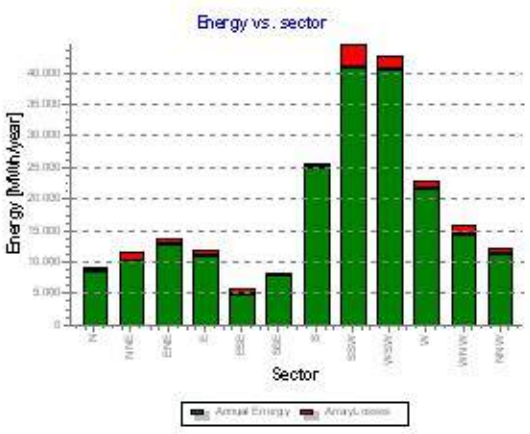


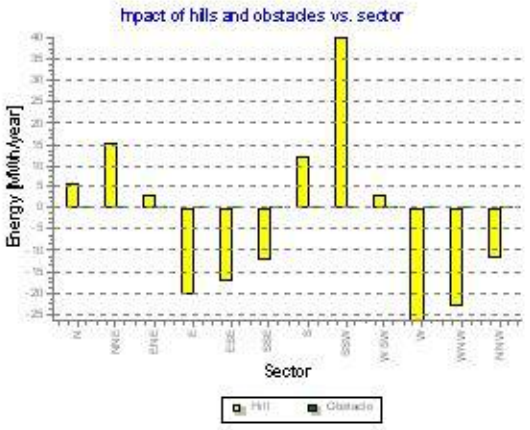
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,233 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	818,8	1.422,7	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.611,0	2.068,1	1.180,3	1.532,2	970,4	15.411,9
Resulting energy	[MWh]	8.591,3	10.286,0	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.887,0	40.768,8	21.816,1	14.350,7	11.198,3	210.123,5
Specific energy	[kWh/m²]													1.339
Specific energy	[kWh/kW]													4.219
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	8,7	12,2	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,1	4,8	5,1	9,6	8,0	6,83
Utilization	[%]	27,5	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,3	20,2	21,9	18,2	24,4	24,4
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	173	207	262	223	102	161	501	821	819	438	288	225	4.219





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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 is lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

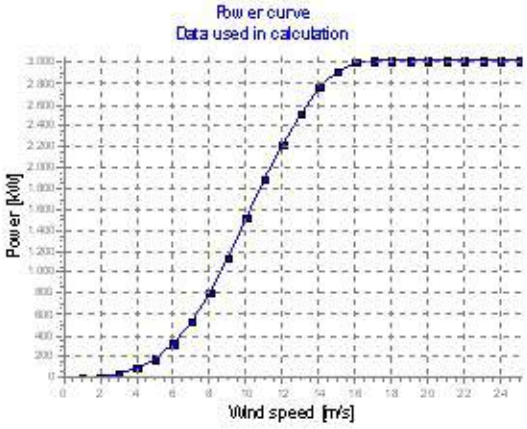
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

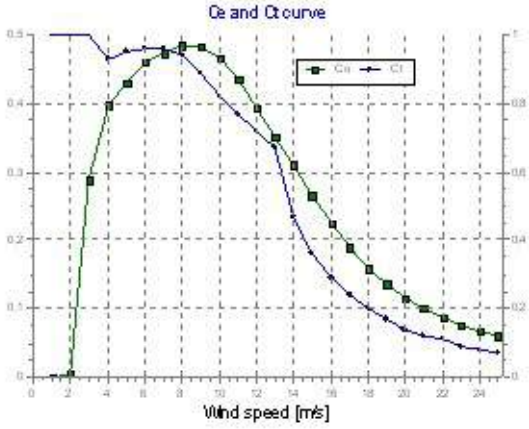
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,7	1,7	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	13,0	14,6	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	48,1	62,7	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	123,9	186,6	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	254,4	441,1	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	441,1	882,2	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	665,5	1.547,7	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	886,7	2.434,4	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.051,5	3.485,9	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.116,9	4.602,8	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.078,6	5.681,4	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	966,8	6.648,2	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	808,2	7.456,4	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	628,5	8.084,9	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	458,9	8.543,9	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	317,8	8.861,7	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	210,6	9.072,3	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	134,6	9.206,9	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	83,2	9.290,1	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	49,8	9.339,9	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	28,8	9.368,7	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	16,1	9.384,8	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,7	9.393,5	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	3,0	9.396,5	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

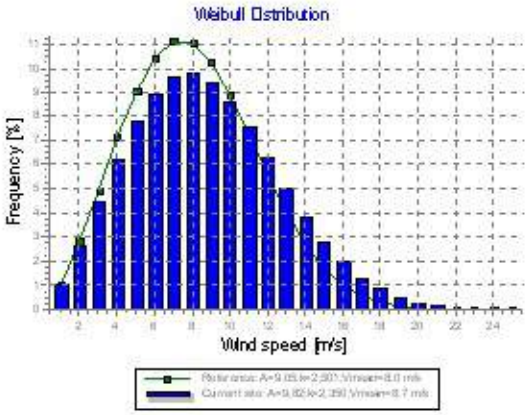
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

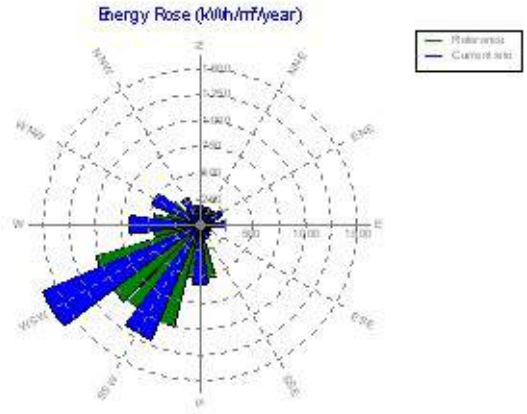
Wind statistics

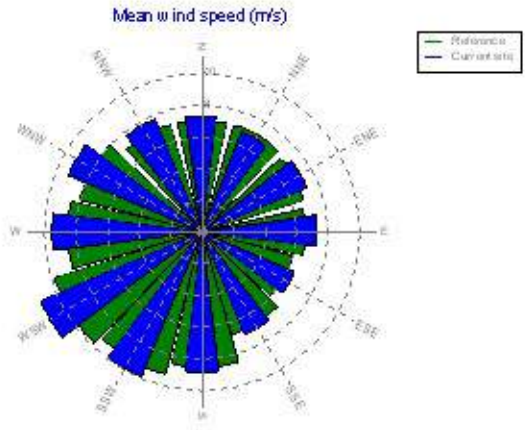
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

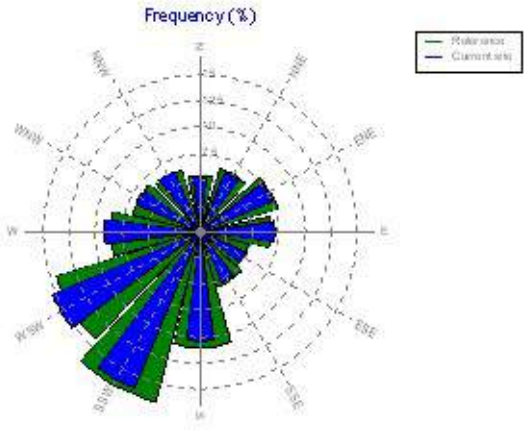
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

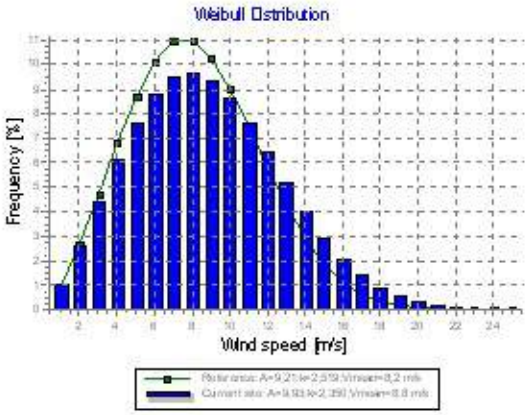
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

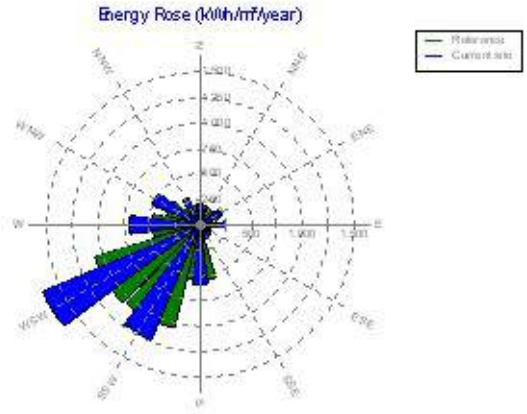
Wind statistics

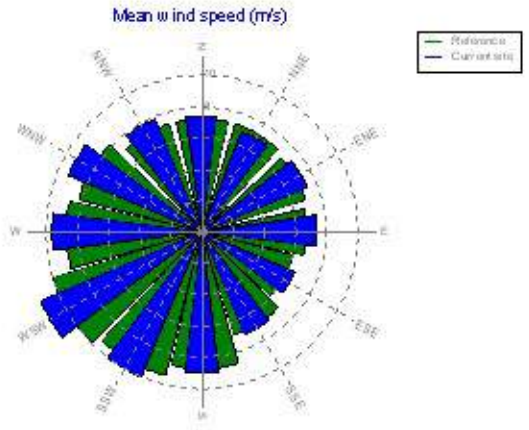
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

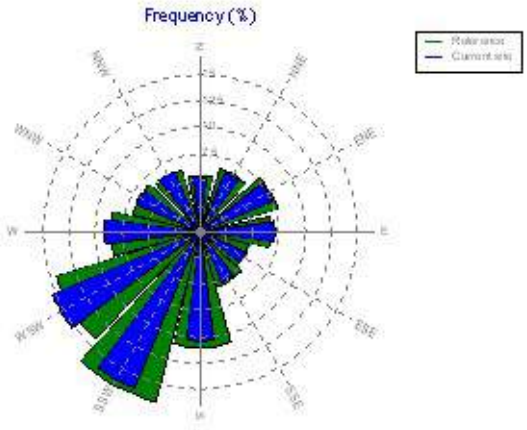
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

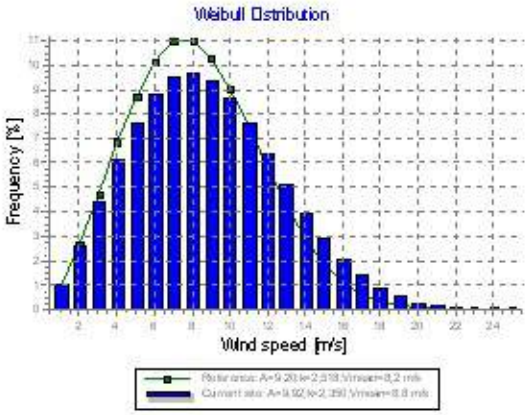
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

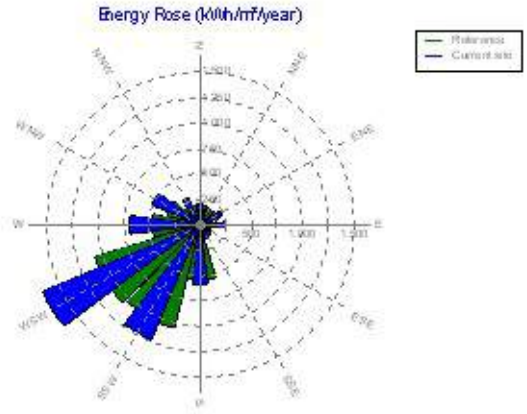
Wind statistics

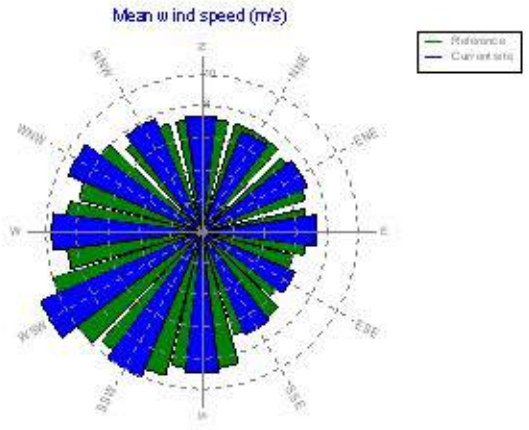
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

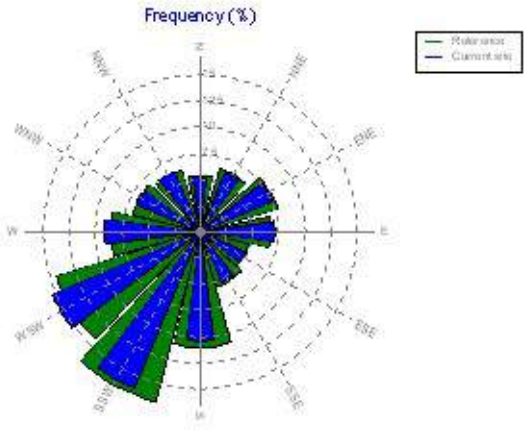
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027

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	314	266	253	242	289	268	267	288	270	232	286	267	264	284
3,5	2.413	1.937	1.965	1.859	1.957	1.940	1.814	1.897	1.897	1.869	2.029	1.993	1.927	2.041
4,5	6.681	5.537	5.584	5.394	5.635	5.654	5.349	5.554	5.612	5.420	5.612	5.646	5.360	5.532
5,5	13.220	11.130	11.209	10.870	11.353	11.385	10.829	11.210	11.316	10.895	11.242	11.318	10.768	11.038
6,5	22.571	19.203	19.368	18.723	19.541	19.603	18.677	19.293	19.485	18.786	19.443	19.549	18.632	19.102
7,5	35.101	30.143	30.412	29.419	30.573	30.664	29.302	30.174	30.443	29.520	30.582	30.691	29.413	30.126
8,5	50.728	44.252	44.636	43.204	44.755	44.868	42.978	44.175	44.511	43.381	45.002	45.083	43.389	44.377
9,5	68.415	60.953	61.418	59.669	61.535	61.618	59.282	60.645	61.026	59.872	62.035	62.045	60.127	61.259
10,5	84.508	77.710	78.342	76.422	78.521	78.319	75.784	77.170	77.463	76.434	79.100	78.850	76.949	78.313
11,5	95.849	91.323	92.023	90.316	92.203	91.746	89.668	90.877	91.293	90.093	92.566	92.125	90.593	91.767
12,5	100.890	99.017	99.400	98.625	99.885	99.075	98.614	99.059	99.040	98.235	99.600	99.043	98.681	99.186
13,5	102.972	102.232	102.350	102.241	102.717	102.026	102.550	102.490	102.003	101.849	102.398	101.988	102.422	102.453
14,5	103.987	103.720	103.754	103.782	103.913	103.547	103.933	103.842	103.566	103.590	103.776	103.548	103.913	103.839
15,5	104.438	104.326	104.338	104.369	104.408	104.248	104.432	104.375	104.248	104.276	104.337	104.248	104.432	104.379
16,5	104.644	104.613	104.614	104.626	104.637	104.583	104.643	104.628	104.588	104.602	104.620	104.583	104.643	104.629
17,5	104.680	104.678	104.677	104.679	104.680	104.674	104.680	104.679	104.675	104.677	104.679	104.674	104.680	104.679
18,5	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680
19,5	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680
20,5	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680
21,5	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680
22,5	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680
23,5	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680
24,5	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680	104.680
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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in rotor diameters
1	0,0	4	0,0	300	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7
5	0,0	6	0,0	334	2,9
6	0,0	5	0,0	334	2,9
7	0,0	8	0,0	358	3,1
8	0,0	7	0,0	358	3,1
9	0,0	12	0,0	459	3,9
10	0,0	12	0,0	376	3,2
11	0,0	12	0,0	412	3,5
12	0,0	10	0,0	376	3,2
13	0,0	15	0,0	410	3,5
14	0,0	15	0,0	299	2,6
15	0,0	14	0,0	299	2,6
16	0,0	17	0,0	431	3,7
17	0,0	16	0,0	431	3,7
18	0,0	17	0,0	448	3,8
19	0,0	18	0,0	553	4,7
20	0,0	21	0,0	527	4,2
21	0,0	22	0,0	500	3,9
22	0,0	21	0,0	500	3,9
23	0,0	26	0,0	502	4,0
24	0,0	27	0,0	506	4,0
25	0,0	28	0,0	524	4,1
26	0,0	27	0,0	501	3,9
27	0,0	26	0,0	501	3,9
28	0,0	25	0,0	524	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6
Max	0,0		0,0	553	4,7

Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

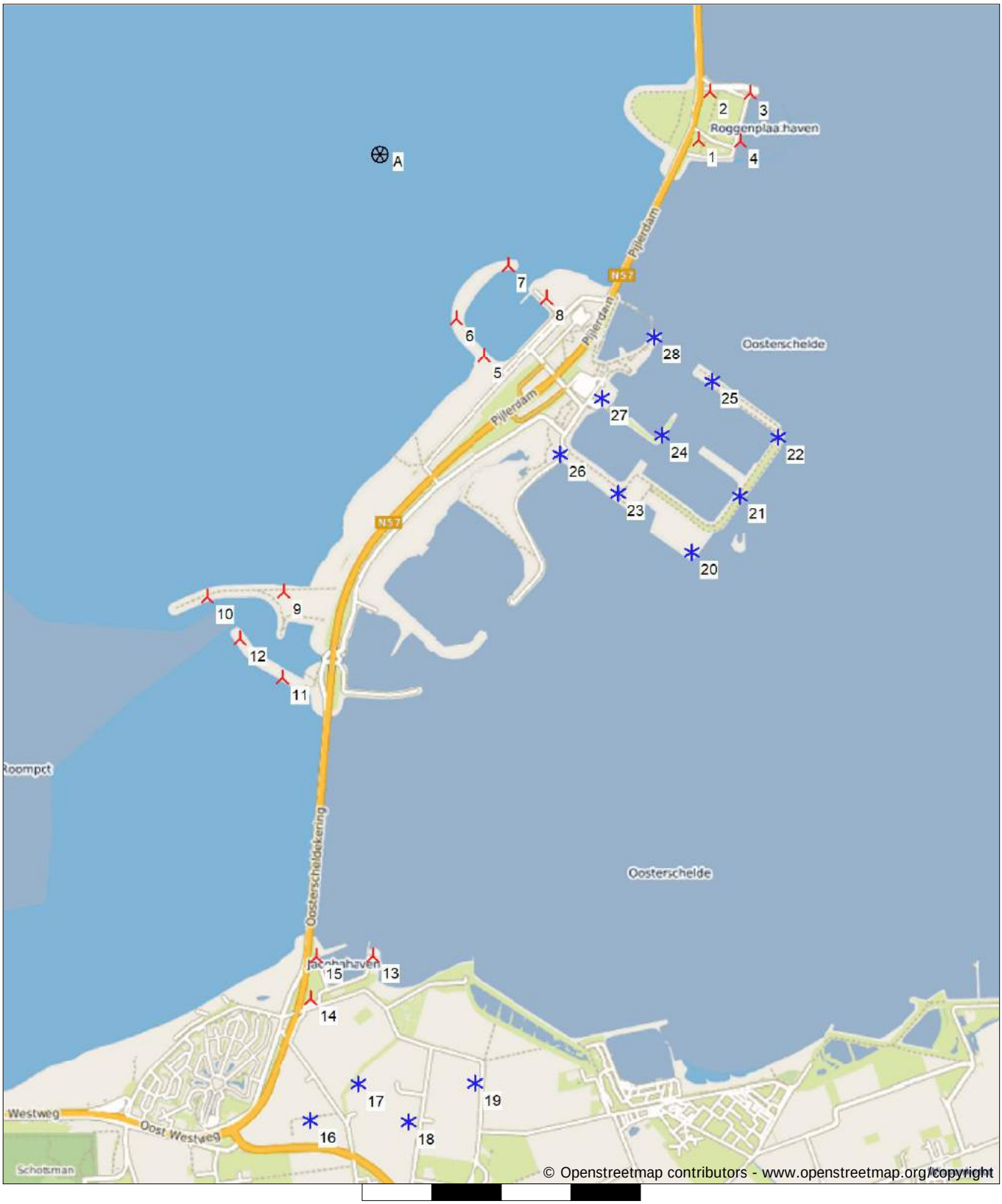
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:35/3.0.654

PARK - Map

Calculation: Enkel Vervanging V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2A V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	320.712,0	288.640,8	350.771,6	91,4	38,3	12.549,6	3.356	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 86,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.918,6	8.027	86,86	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.702,6	7.832	85,82	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.648,8	7.784	86,17	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.903,2	8.013	88,24	8,62
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.082,7	8.174	89,43	8,66
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.138,0	8.224	90,25	8,65
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.168,1	14.551	90,81	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.367,9	14.731	92,99	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.172,0	14.555	91,85	8,75
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.649,7	14.085	89,32	8,72
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.633,7	14.070	88,23	8,77
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.155,6	14.540	93,08	8,64
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.212,4	14.591	94,27	8,59
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.001,1	14.401	92,57	8,62
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.910,2	14.319	91,89	8,63
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.833,5	14.250	91,37	8,64
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.690,6	15.022	95,88	8,67
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.345,8	14.711	95,01	8,59
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.344,1	14.710	94,39	8,64
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.908,2	12.517	91,14	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.275,7	12.848	93,72	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.967,6	14.371	90,54	8,73
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.681,9	12.314	90,24	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2A V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
6	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
13	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
14	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
15	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
16	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
17	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
18	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
19	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2A V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	320.712,0	288.640,8	350.771,6	91,4	38,3	12.549,6	3.356	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2A V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

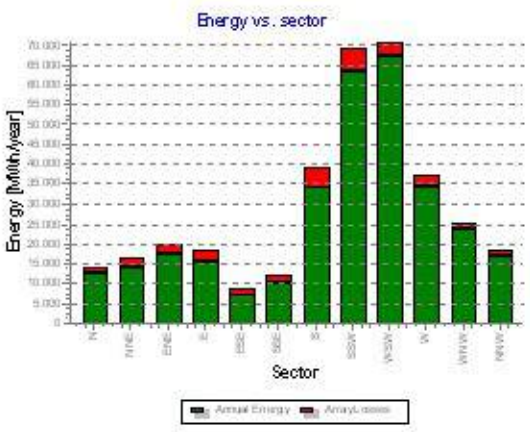
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

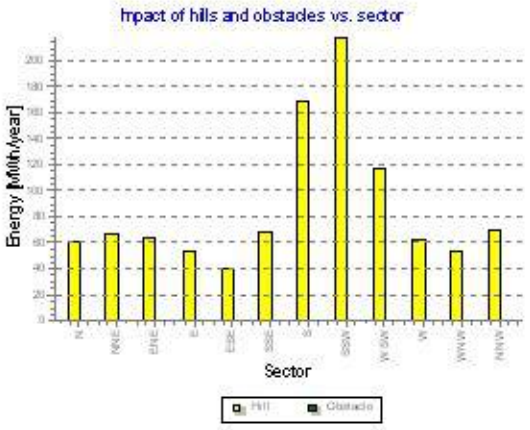
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2A V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.101,4	16.274,5	20.309,0	18.326,3	8.700,8	12.098,6	39.271,3	69.338,4	70.646,9	37.304,7	25.056,0	18.290,9	349.718,8
+Increase due to hills	[MWh]	61,2	67,0	64,9	53,9	40,8	70,0	169,5	218,2	118,1	64,2	54,1	70,8	1.052,7
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.221,4	2.092,6	2.696,2	2.682,4	1.345,3	1.914,2	4.970,9	5.599,6	2.959,6	2.545,6	892,5	1.139,2	30.059,6
Resulting energy	[MWh]	12.941,2	14.248,8	17.677,7	15.697,7	7.396,2	10.254,4	34.469,9	63.957,0	67.805,4	34.823,4	24.217,6	17.222,5	320.712,0
Specific energy	[kWh/m²]													1.495
Specific energy	[kWh/kW]													3.729
Increase due to hills	[%]	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,30
Decrease due to array losses	[%]	8,6	12,8	13,2	14,6	15,4	15,7	12,6	8,1	4,2	6,8	3,6	6,2	8,57
Utilization	[%]	29,8	33,2	33,5	31,9	34,7	34,3	29,5	27,8	23,0	24,0	22,2	27,9	26,8
Operational	[Hours/year]	453	527	640	606	407	459	919	1.407	1.261	781	566	538	8.564
Full Load Equivalent	[Hours/year]	150	166	206	183	86	119	401	744	788	405	282	200	3.729



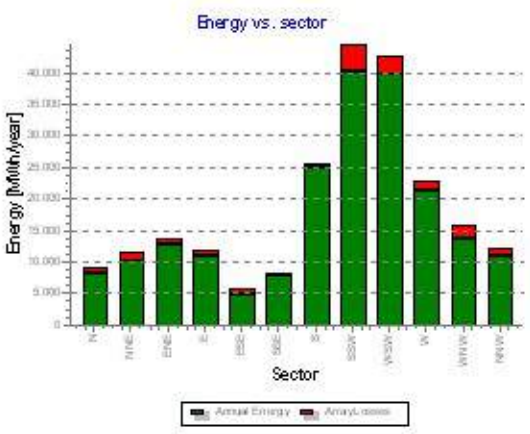


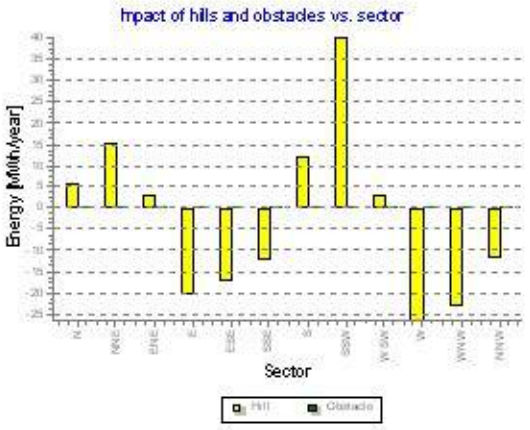
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2A V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.032,8	1.441,6	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.060,5	2.991,1	1.631,9	1.920,8	1.109,5	18.040,6
Resulting energy	[MWh]	8.377,2	10.267,1	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.437,5	39.845,8	21.364,4	13.962,1	11.059,2	207.494,8
Specific energy	[kWh/m²]													1.323
Specific energy	[kWh/kW]													4.167
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	11,0	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	7,0	7,1	12,1	9,1	8,00
Utilization	[%]	26,8	29,2	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,8	21,5	17,7	24,1	24,1
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	500	812	800	429	280	222	4.167





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2A V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

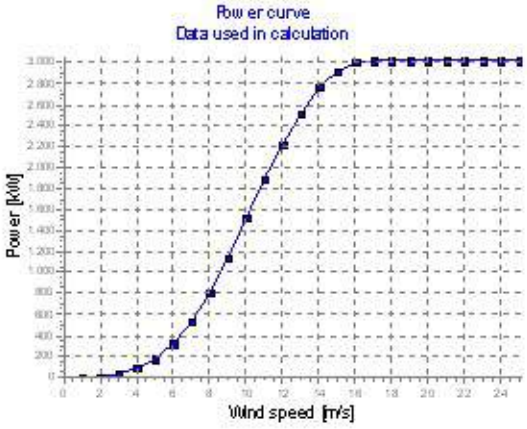
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

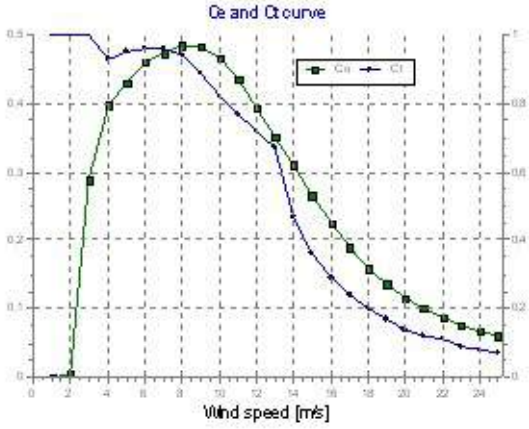
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,3	13,9	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	45,6	59,5	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	117,6	177,1	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	241,5	418,6	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	418,7	837,3	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	631,7	1.469,0	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	841,6	2.310,6	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	998,0	3.308,6	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.060,1	4.368,7	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.023,7	5.392,4	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	917,7	6.310,0	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	767,1	7.077,2	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	596,5	7.673,7	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	435,6	8.109,3	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	301,7	8.410,9	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	199,9	8.610,8	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	127,8	8.738,6	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	79,0	8.817,6	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	47,2	8.864,8	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	27,3	8.892,1	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,3	8.907,4	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,3	8.915,7	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	8.918,6	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2A V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

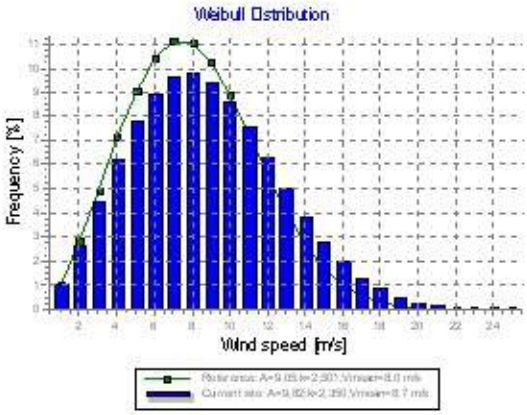
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

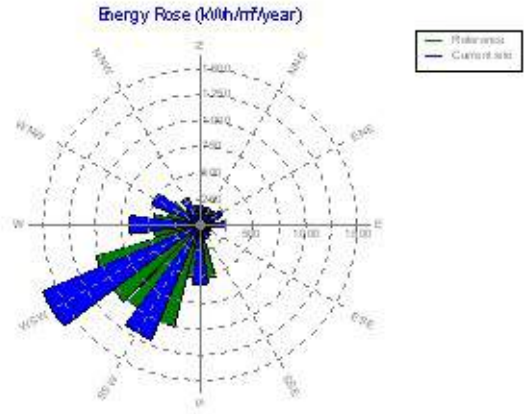
Wind statistics

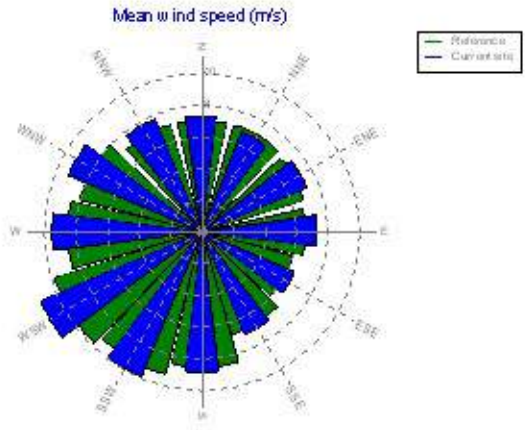
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

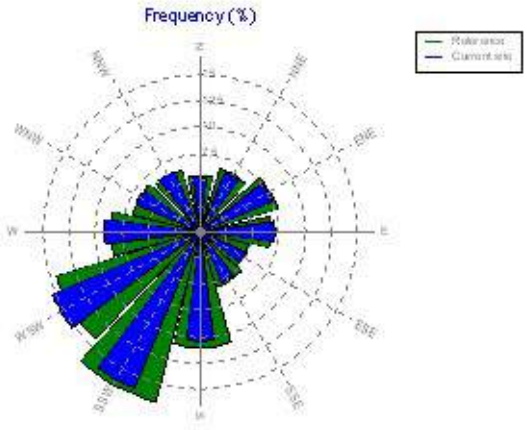
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

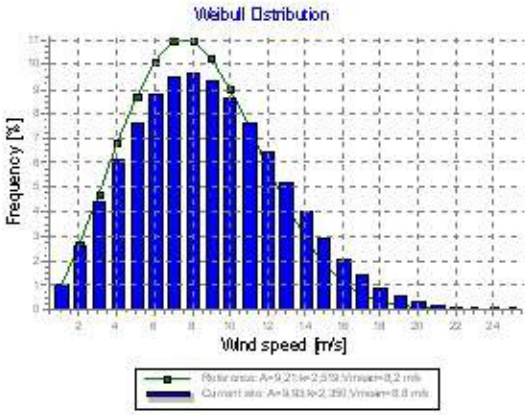
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

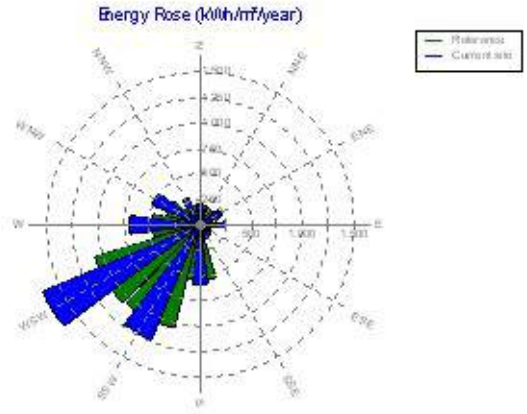
Wind statistics

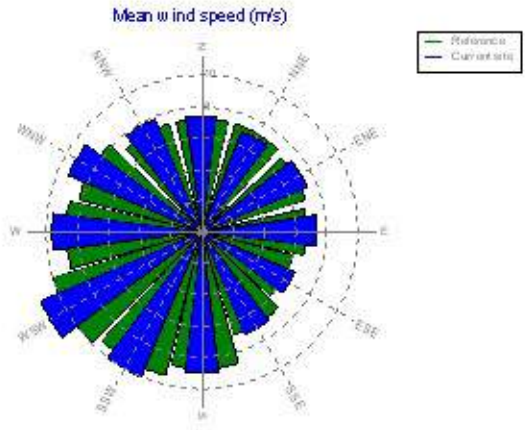
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

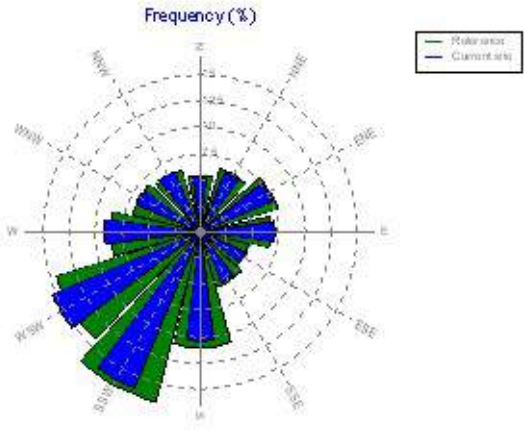
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2A V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

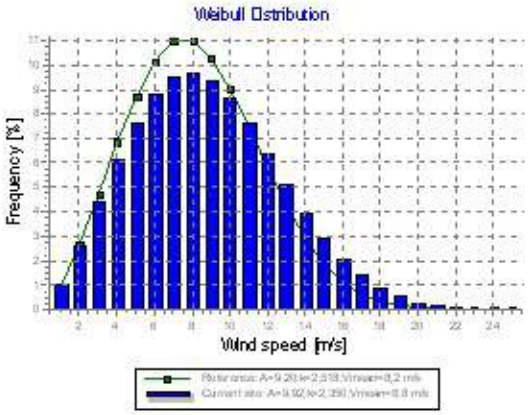
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

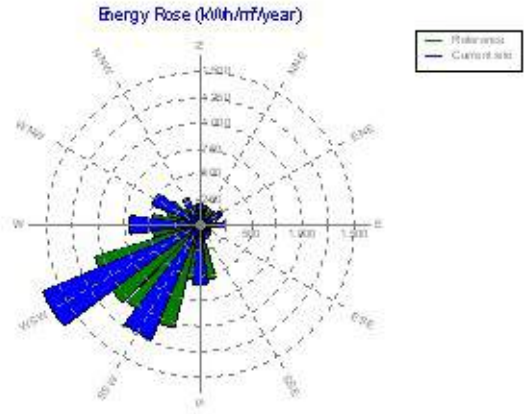
Wind statistics

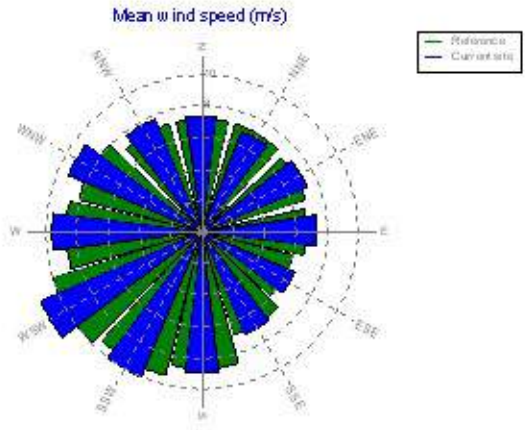
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

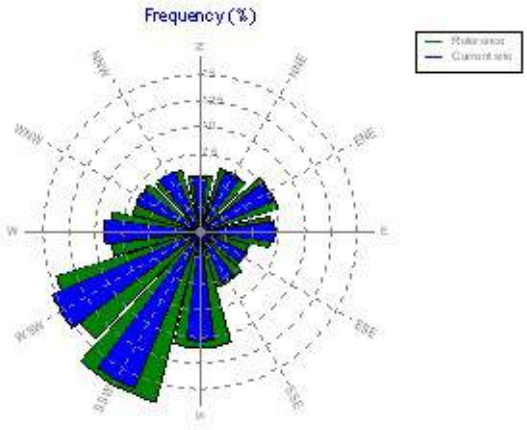
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2A V117 2027

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	339	278	252	264	303	274	280	305	282	252	296	270	273	297
3,5	2.994	2.342	2.360	2.231	2.286	2.262	2.210	2.364	2.257	2.302	2.461	2.393	2.374	2.527
4,5	8.372	6.654	6.643	6.488	6.756	6.698	6.549	6.922	6.680	6.496	6.670	6.684	6.546	6.888
5,5	16.534	13.378	13.353	13.082	13.654	13.537	13.293	13.944	13.510	13.039	13.345	13.377	13.126	13.718
6,5	28.237	23.106	23.106	22.526	23.496	23.320	22.947	23.999	23.284	22.519	23.144	23.161	22.742	23.708
7,5	43.982	36.476	36.528	35.521	36.877	36.607	36.112	37.631	36.581	35.633	36.717	36.625	36.172	37.487
8,5	63.774	53.957	54.116	52.524	54.258	53.863	53.172	55.293	53.904	52.852	54.619	54.285	53.761	55.447
9,5	86.474	75.047	75.361	73.215	75.213	74.623	73.755	76.328	74.685	73.715	76.250	75.589	75.122	77.015
10,5	107.533	96.880	97.534	95.058	97.147	96.123	95.006	97.721	96.201	95.442	98.621	97.441	97.051	99.109
11,5	122.849	115.322	116.154	114.010	115.854	114.484	113.385	115.872	115.019	114.002	116.987	115.507	115.213	117.051
12,5	129.558	126.338	126.890	126.337	127.441	125.659	125.652	126.822	126.321	125.508	127.128	125.650	126.012	127.069
13,5	132.260	130.917	131.141	131.451	131.690	130.164	131.392	131.505	130.575	130.468	131.170	130.005	131.150	131.469
14,5	133.680	133.130	133.228	133.458	133.476	132.506	133.482	133.427	132.910	133.003	133.280	132.497	133.418	133.435
15,5	134.358	134.126	134.167	134.281	134.268	133.884	134.287	134.245	134.014	134.056	134.178	133.875	134.286	134.262
16,5	134.667	134.601	134.605	134.647	134.647	134.506	134.651	134.638	134.560	134.597	134.621	134.506	134.651	134.642
17,5	134.720	134.715	134.714	134.719	134.720	134.701	134.720	134.719	134.710	134.717	134.717	134.701	134.720	134.719
18,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
19,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
20,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
21,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
22,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
23,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
24,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
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.

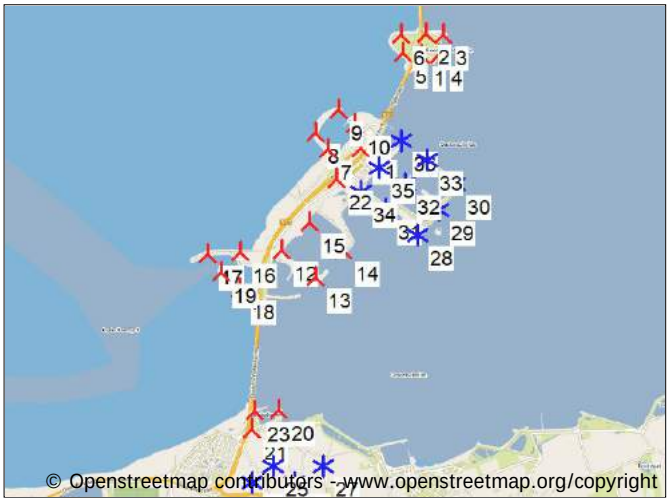
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2A V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	5	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	6	0,0	284	3,5	3,5
6	0,0	5	0,0	284	3,5	3,5
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
11	0,0	10	0,0	416	3,6	3,6
12	0,0	15	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
16	0,0	19	0,0	459	3,9	3,9
17	0,0	19	0,0	376	3,2	3,2
18	0,0	19	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	17	0,0	376	3,2	3,2
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	34	0,0	438	3,7	3,4
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	22	0,0	438	3,7	3,4
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,5	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2A V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

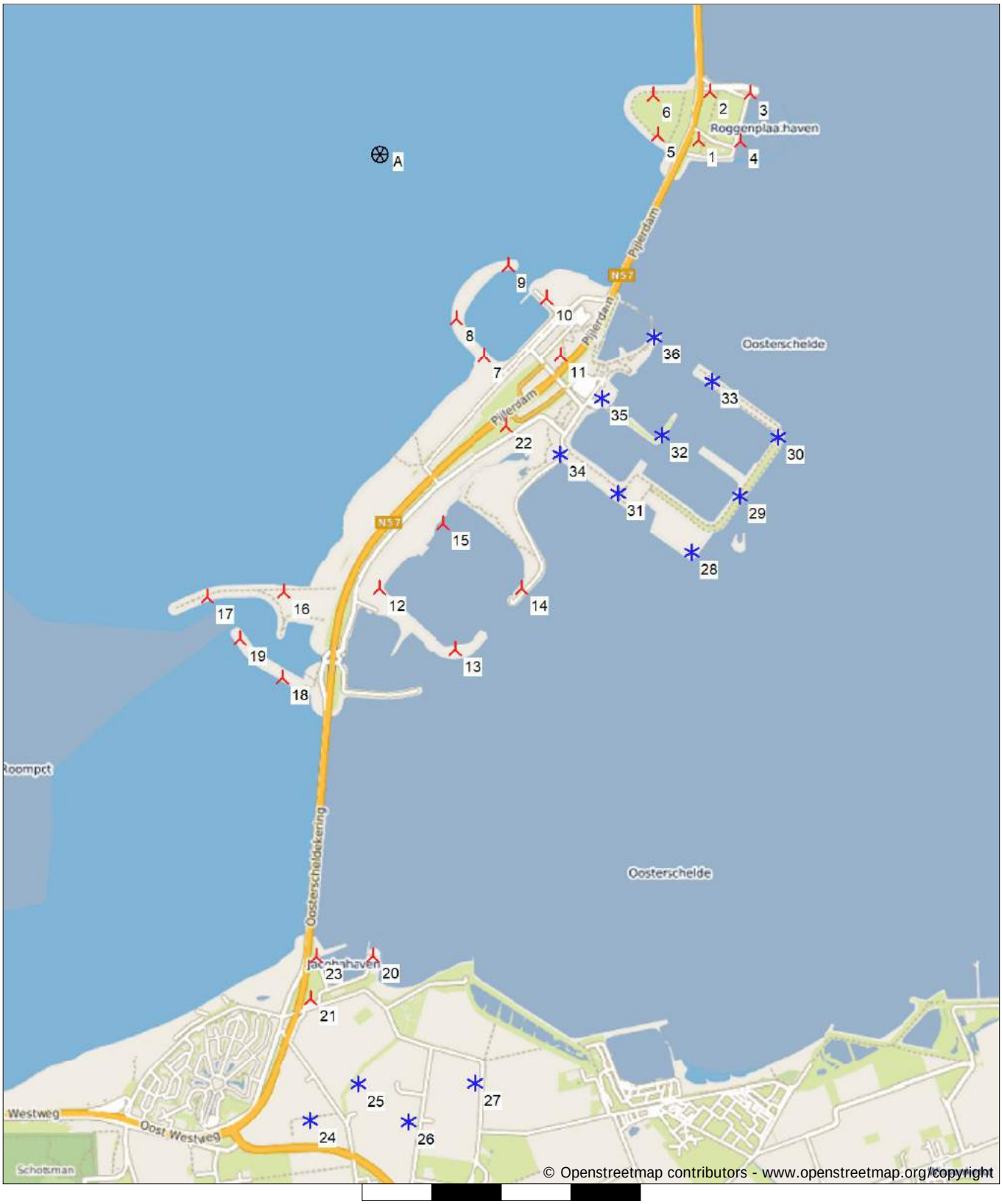
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:22/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2A V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2B V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.698,8	287.728,9	348.027,2	91,9	39,1	13.078,6	3.425	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 84,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.170,9	8.254	89,31	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.883,0	7.995	87,60	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.790,0	7.911	87,58	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.001,1	8.101	89,21	8,62
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.518,3	14.866	94,19	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.167,6	14.551	90,80	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.372,7	14.735	93,02	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.178,9	14.561	91,89	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.651,3	14.086	89,33	8,72
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.637,6	14.074	88,25	8,77
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.155,7	14.540	93,08	8,64
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.212,7	14.591	94,27	8,59
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.001,6	14.401	92,57	8,62
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.909,8	14.319	91,89	8,63
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.833,9	14.250	91,37	8,64
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.690,8	15.022	95,88	8,67
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.346,0	14.711	95,01	8,59
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.344,3	14.710	94,39	8,64
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.908,3	12.517	91,14	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.275,8	12.848	93,72	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.966,8	14.370	90,54	8,73
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.681,9	12.314	90,24	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Main Result

Calculation: 2B V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
12	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
13	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
14	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
15	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
16	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
17	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
18	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2B V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.698,8	287.728,9	348.027,2	91,9	39,1	13.078,6	3.425	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2B V117 2027

...continued from previous page

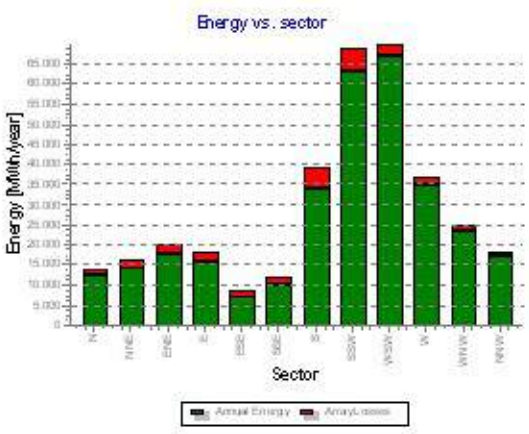
	Dutch Stereo-RD / NAP 2008					
	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
			[m]			
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

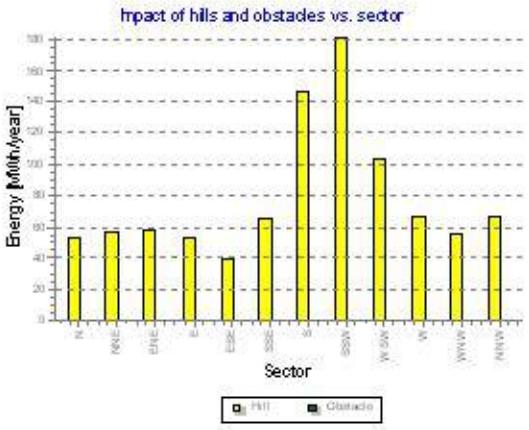
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2B V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.059,1	16.232,0	20.249,7	18.261,0	8.674,0	12.063,4	38.999,3	68.782,3	69.773,0	36.966,6	24.812,1	18.201,6	347.074,0
+Increase due to hills	[MWh]	54,1	58,2	59,1	53,6	40,3	66,0	148,0	181,1	104,2	66,6	55,6	66,2	953,1
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.103,7	2.071,9	2.615,8	2.447,0	1.365,6	1.859,8	4.630,9	5.428,5	2.753,2	2.085,1	901,9	1.064,9	28.328,3
Resulting energy	[MWh]	13.009,6	14.218,3	17.693,0	15.867,6	7.348,7	10.269,6	34.516,4	63.535,0	67.124,0	34.948,0	23.965,8	17.202,9	319.698,8
Specific energy	[kWh/m²]													1.489
Specific energy	[kWh/kW]													3.806
Increase due to hills	[%]	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2	0,2	0,4	0,27
Decrease due to array losses	[%]	7,8	12,7	12,9	13,4	15,7	15,3	11,8	7,9	3,9	5,6	3,6	5,8	8,14
Utilization	[%]	29,9	33,1	33,5	32,2	34,4	34,3	29,4	27,6	22,7	24,0	21,9	27,8	26,6
Operational	[Hours/year]	453	526	640	607	407	460	919	1.407	1.259	781	566	539	8.565
Full Load Equivalent	[Hours/year]	155	169	211	189	87	122	411	756	799	416	285	205	3.806



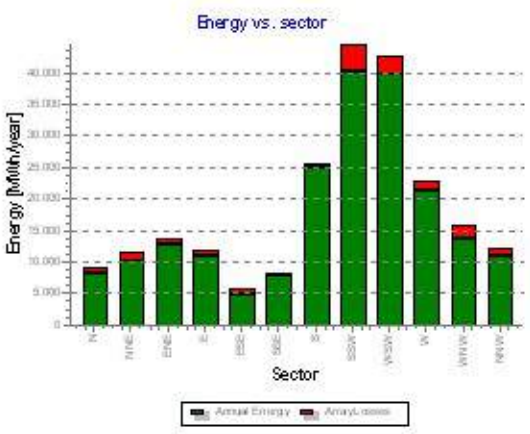


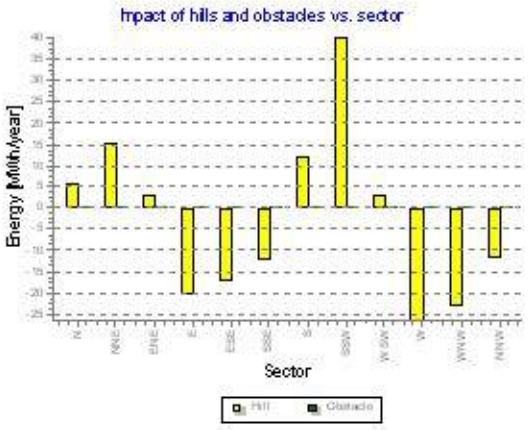
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2B V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.011,0	1.437,3	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.060,5	2.991,1	1.631,9	1.920,8	1.112,2	18.017,3
Resulting energy	[MWh]	8.399,0	10.271,4	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.437,5	39.845,8	21.364,4	13.962,1	11.056,4	207.518,1
Specific energy	[kWh/m²]													1.323
Specific energy	[kWh/kW]													4.167
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,7	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	7,0	7,1	12,1	9,1	7,99
Utilization	[%]	26,9	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,8	21,5	17,7	24,1	24,1
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	206	262	223	102	161	500	812	800	429	280	222	4.167





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2B V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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 is lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

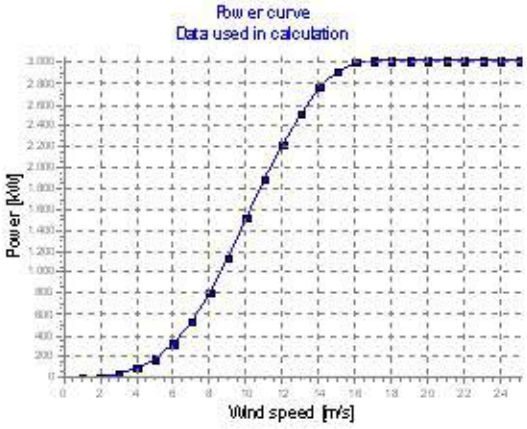
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

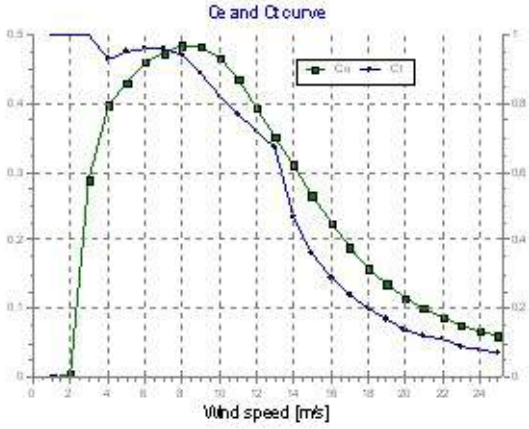
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,6	14,3	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	46,9	61,2	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	120,9	182,1	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	248,3	430,5	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	430,6	861,0	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	649,6	1.510,6	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	865,4	2.375,9	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.026,2	3.402,2	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.090,1	4.492,2	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.052,7	5.544,9	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	943,6	6.488,5	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	788,8	7.277,4	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	613,4	7.890,8	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	447,9	8.338,7	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	310,2	8.648,9	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	205,5	8.854,4	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	131,4	8.985,8	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	81,2	9.067,0	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	48,6	9.115,6	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	28,1	9.143,7	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,7	9.159,4	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,5	9.167,9	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	9.170,9	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2B V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2B V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

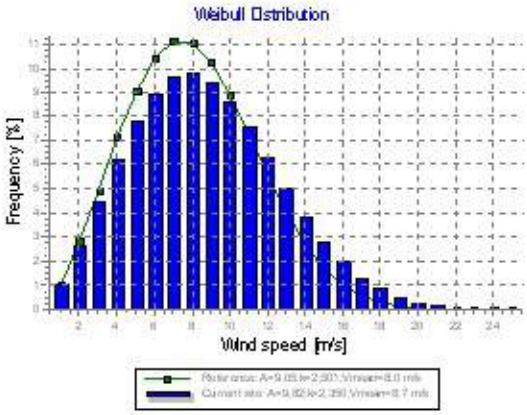
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

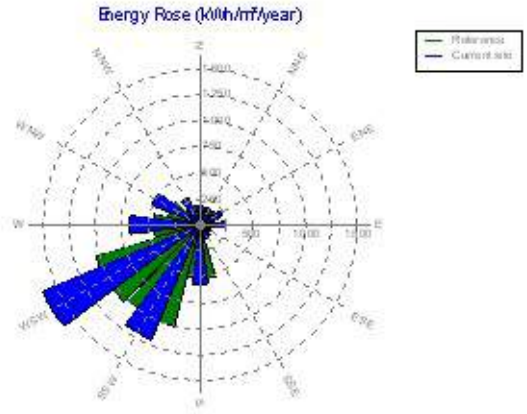
Wind statistics

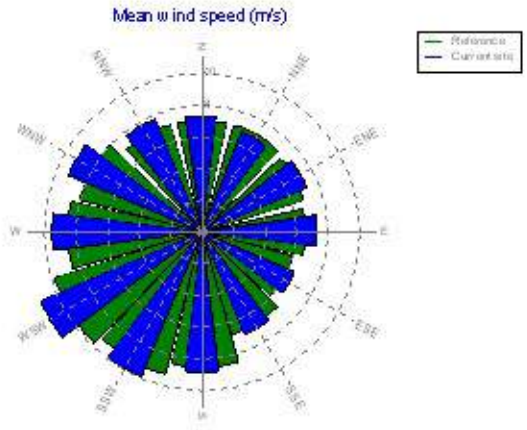
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

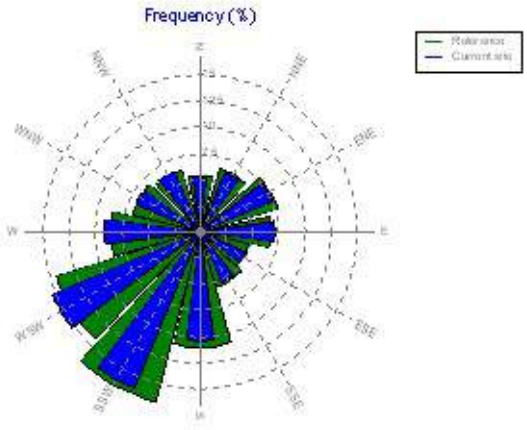
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2B V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

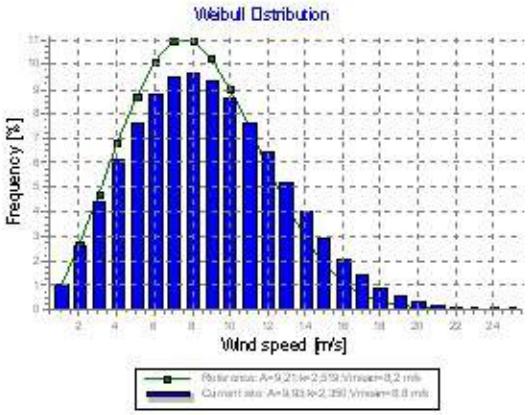
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

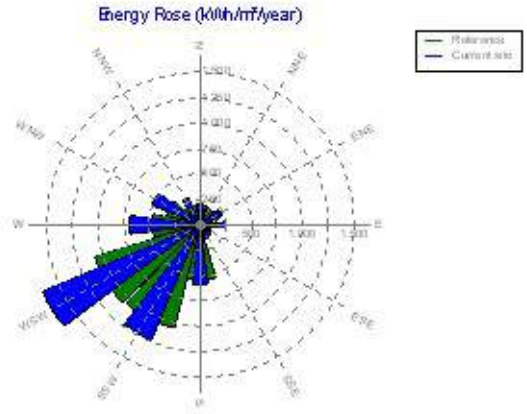
Wind statistics

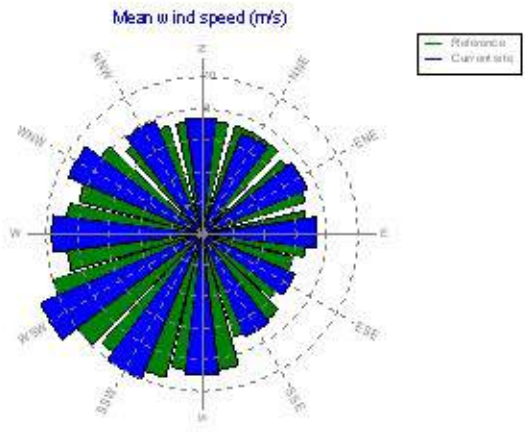
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

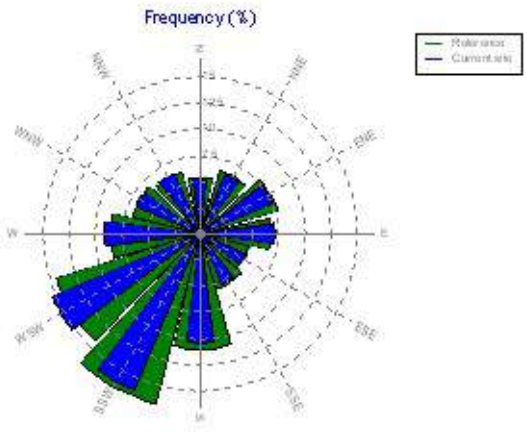
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2B V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

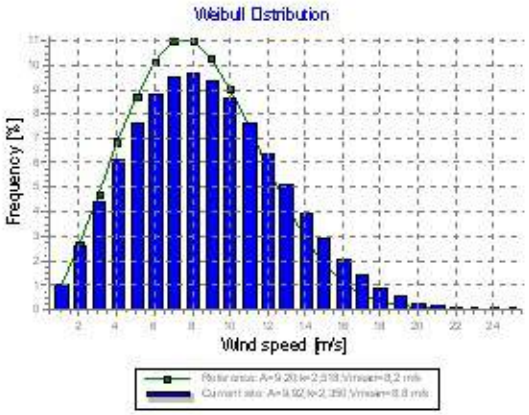
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

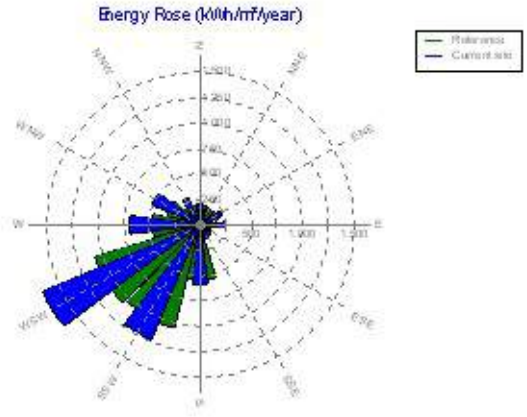
Wind statistics

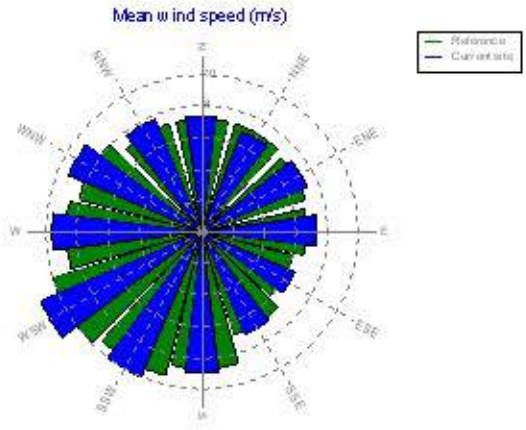
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

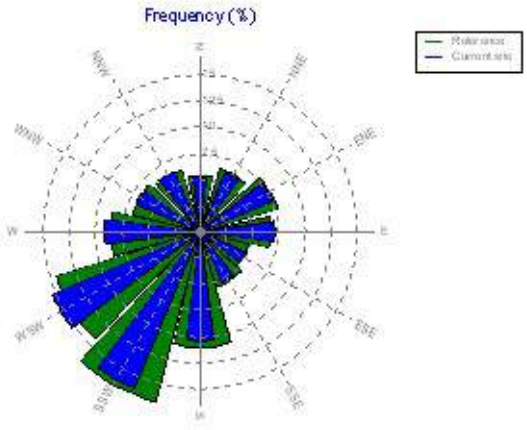
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2B V117 2027

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	314	264	252	242	289	268	267	288	270	230	282	264	260	282
3,5	2.965	2.336	2.391	2.233	2.270	2.262	2.166	2.349	2.255	2.279	2.455	2.424	2.360	2.522
4,5	8.353	6.668	6.697	6.467	6.760	6.754	6.508	6.931	6.715	6.490	6.678	6.761	6.514	6.899
5,5	16.505	13.412	13.453	13.052	13.672	13.642	13.232	13.974	13.591	13.040	13.367	13.520	13.074	13.746
6,5	28.187	23.166	23.285	22.484	23.529	23.496	22.846	24.048	23.418	22.513	23.187	23.409	22.663	23.761
7,5	43.907	36.577	36.842	35.496	36.928	36.886	35.956	37.703	36.788	35.618	36.792	37.026	36.074	37.578
8,5	63.676	54.108	54.572	52.514	54.332	54.285	52.960	55.385	54.191	52.823	54.732	54.889	53.644	55.580
9,5	86.378	75.257	75.940	73.220	75.319	75.226	73.505	76.446	75.058	73.683	76.404	76.411	74.997	77.190
10,5	107.390	97.102	98.117	95.028	97.246	96.870	94.743	97.816	96.634	95.406	98.749	98.372	96.877	99.250
11,5	122.563	115.437	116.564	113.844	115.831	115.213	113.076	115.834	115.394	113.882	116.971	116.333	114.912	117.029
12,5	128.824	126.074	126.756	125.686	127.047	126.097	125.160	126.379	126.390	125.141	126.664	125.991	125.296	126.571
13,5	130.965	130.030	130.264	130.197	130.682	129.972	130.409	130.445	129.969	129.526	130.095	129.630	129.844	130.350
14,5	131.987	131.653	131.745	131.780	131.912	131.546	131.930	131.840	131.565	131.474	131.678	131.386	131.664	131.822
15,5	132.438	132.299	132.338	132.369	132.408	132.248	132.432	132.375	132.248	132.224	132.295	132.182	132.333	132.379
16,5	132.644	132.604	132.614	132.626	132.637	132.583	132.643	132.628	132.588	132.592	132.606	132.556	132.610	132.629
17,5	132.680	132.677	132.677	132.679	132.680	132.674	132.680	132.679	132.675	132.677	132.678	132.671	132.677	132.679
18,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
19,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
20,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
21,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
22,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
23,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
24,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
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.

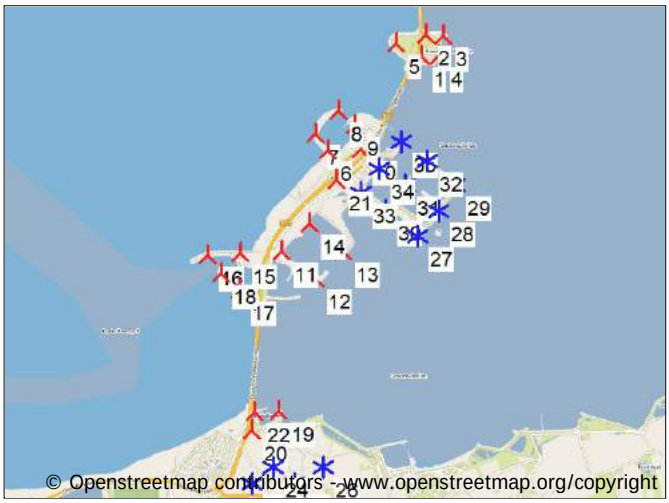
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2B V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
9	0,0	8	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	416	3,6	3,6
11	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
12	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	11	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	18	0,0	459	3,9	3,9
16	0,0	18	0,0	376	3,2	3,2
17	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
18	0,0	16	0,0	376	3,2	3,2
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	33	0,0	438	3,7	3,4
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	21	0,0	438	3,7	3,4
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,6	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2B V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

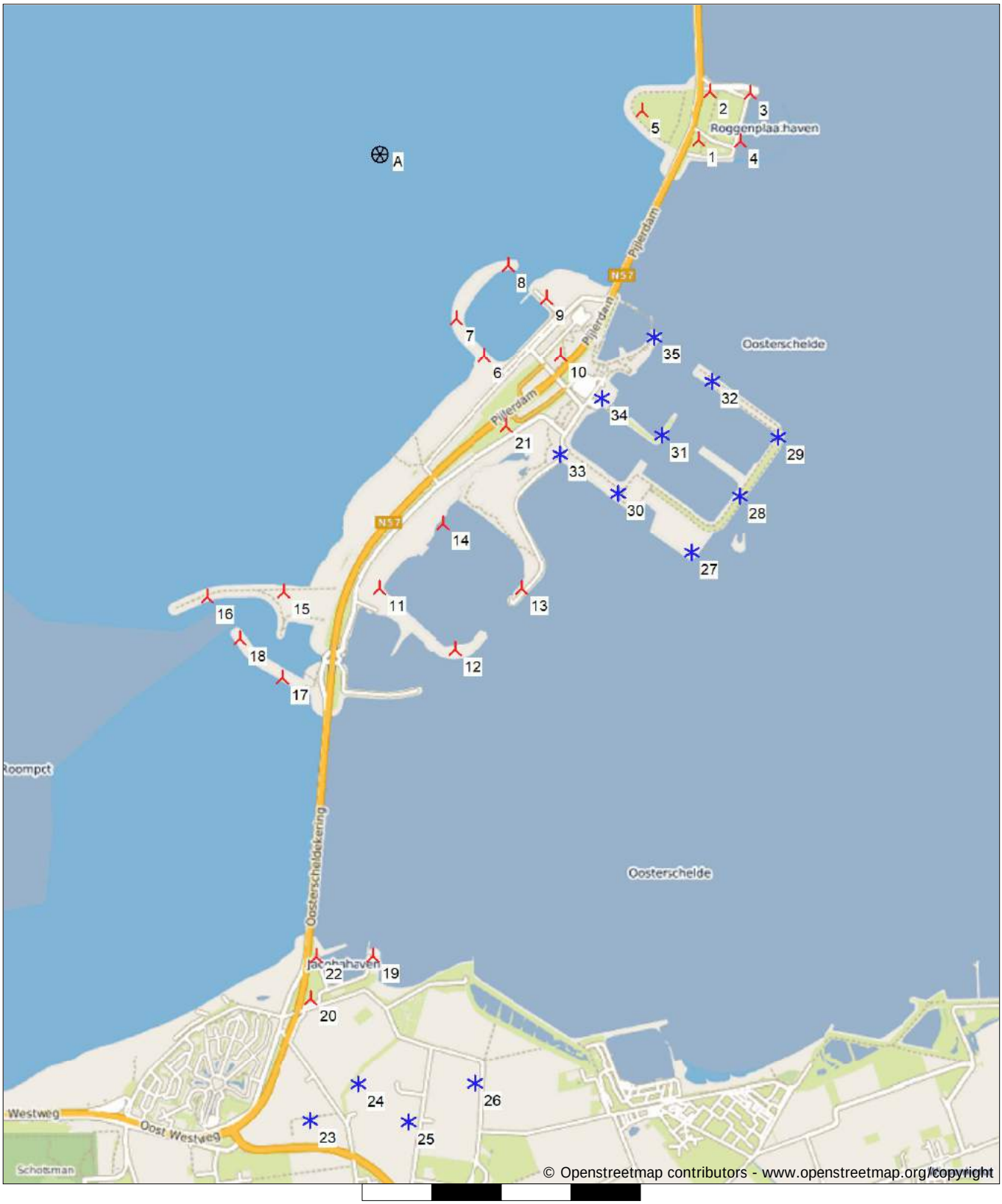
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:25/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2B V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2C V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	320.631,3	288.568,2	350.862,4	91,4	38,3	12.546,4	3.355	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 86,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.929,4	8.036	86,96	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.707,4	7.837	85,87	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.657,9	7.792	86,26	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.910,9	8.020	88,31	8,62
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.081,2	8.173	89,42	8,66
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.130,0	8.217	90,17	8,65
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.024,4	14.422	90,00	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.355,7	14.720	92,92	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.169,0	14.552	91,83	8,75
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.591,0	14.032	88,98	8,72
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.637,7	14.074	88,25	8,77
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.159,7	14.544	93,11	8,64
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.215,3	14.594	94,29	8,59
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.003,3	14.403	92,58	8,62
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.925,6	14.333	91,98	8,63
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.830,1	14.247	91,35	8,64
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.688,1	15.019	95,86	8,67
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.346,6	14.712	95,02	8,59
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.342,2	14.708	94,38	8,64
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.908,9	12.518	91,14	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.275,8	12.848	93,72	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.059,3	14.453	90,60	8,77
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.681,9	12.314	90,24	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2C V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
6	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
13	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
14	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
15	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
16	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
17	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
18	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
19	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2C V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	320.631,3	288.568,2	350.862,4	91,4	38,3	12.546,4	3.355	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2C V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

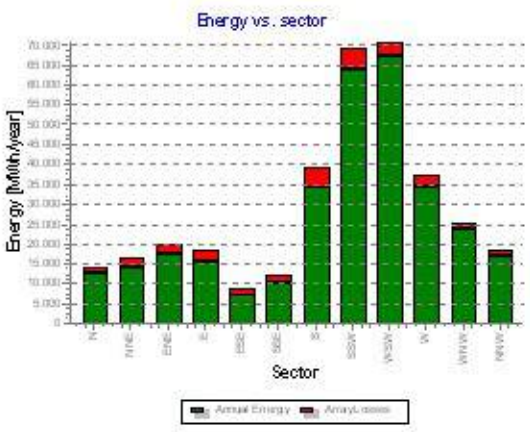
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

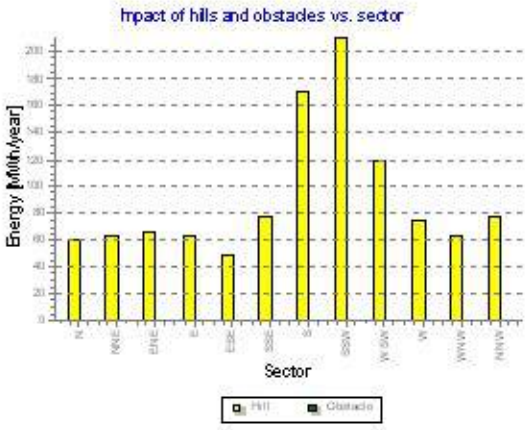
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2C V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.099,5	16.264,2	20.302,0	18.324,0	8.706,6	12.112,5	39.273,8	69.320,8	70.673,9	37.324,9	25.067,5	18.292,4	349.762,1
+Increase due to hills	[MWh]	61,6	63,8	65,9	63,4	49,1	77,8	171,6	210,7	119,3	75,1	64,2	77,8	1.100,2
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.256,5	2.027,2	2.729,2	2.711,1	1.310,3	1.966,4	5.060,5	5.400,7	3.152,0	2.545,6	892,5	1.179,2	30.231,1
Resulting energy	[MWh]	12.904,6	14.300,9	17.638,7	15.676,4	7.445,4	10.223,9	34.384,9	64.130,8	67.641,3	34.854,4	24.239,1	17.191,0	320.631,3
Specific energy	[kWh/m²]													1.495
Specific energy	[kWh/kW]													3.728
Increase due to hills	[%]	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,31
Decrease due to array losses	[%]	8,9	12,4	13,4	14,7	15,0	16,1	12,8	7,8	4,5	6,8	3,6	6,4	8,62
Utilization	[%]	29,7	33,4	33,4	31,9	34,9	34,1	29,4	27,9	22,9	24,0	22,2	27,8	26,8
Operational	[Hours/year]	453	527	640	606	407	459	918	1.407	1.261	781	566	538	8.564
Full Load Equivalent	[Hours/year]	150	166	205	182	87	119	400	746	787	405	282	200	3.728



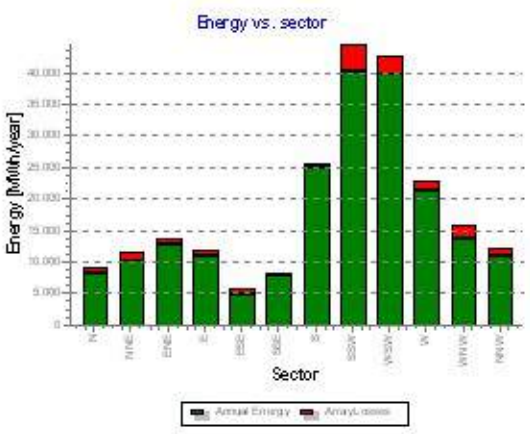


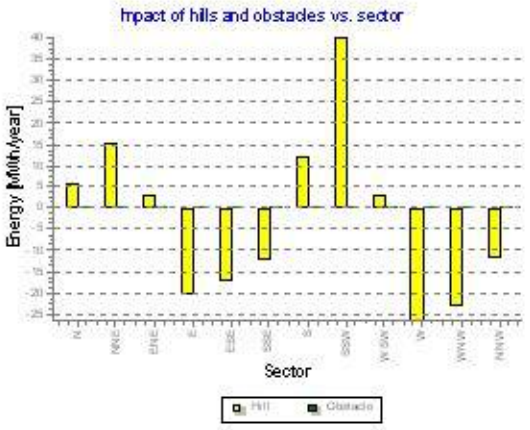
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2C V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.032,8	1.441,2	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.060,5	2.863,4	1.679,6	1.848,2	1.113,3	17.891,5
Resulting energy	[MWh]	8.377,2	10.267,4	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.437,5	39.973,4	21.316,8	14.034,7	11.055,4	207.643,9
Specific energy	[kWh/m²]													1.324
Specific energy	[kWh/kW]													4.170
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	11,0	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	6,7	7,3	11,6	9,1	7,93
Utilization	[%]	26,8	29,2	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,8	21,4	17,8	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	500	812	803	428	282	222	4.170





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2C V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

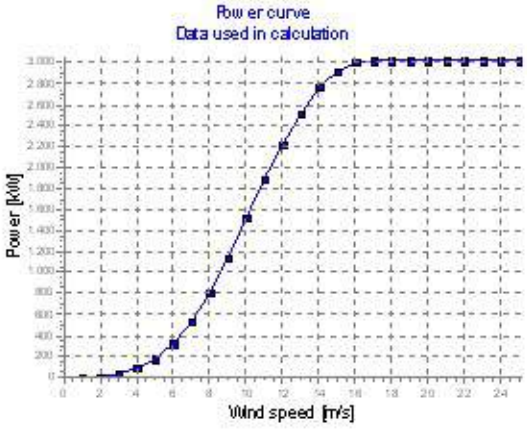
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

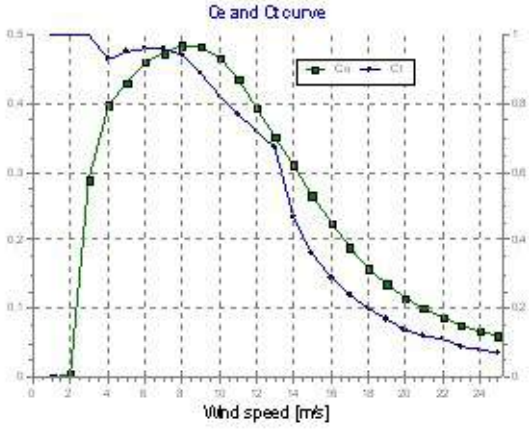
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,3	13,9	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	45,7	59,6	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	117,8	177,3	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	241,8	419,1	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	419,2	838,3	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	632,4	1.470,8	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	842,6	2.313,4	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	999,2	3.312,6	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.061,4	4.373,9	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.025,0	5.398,9	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	918,8	6.317,7	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	768,1	7.085,7	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	597,3	7.683,0	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	436,1	8.119,1	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	302,0	8.421,1	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	200,1	8.621,3	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	127,9	8.749,2	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	79,1	8.828,3	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	47,3	8.875,6	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	27,4	8.902,9	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,3	8.918,2	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,3	8.926,5	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	8.929,4	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2C V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2C V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

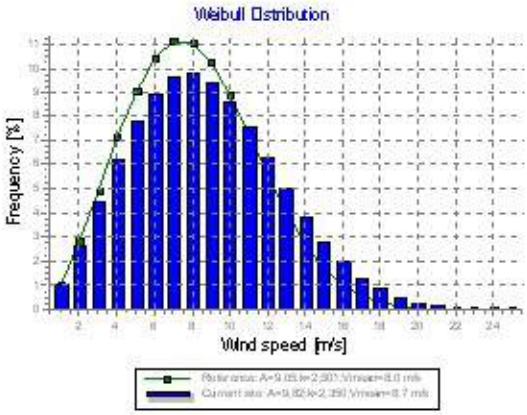
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

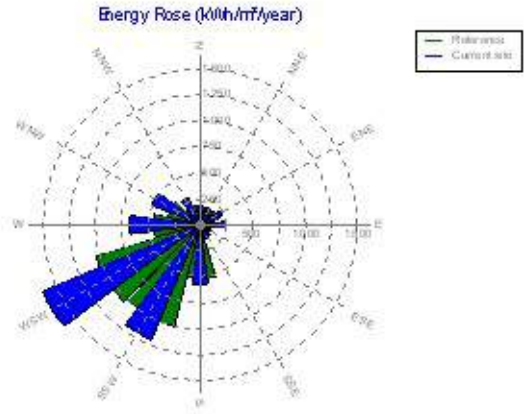
Wind statistics

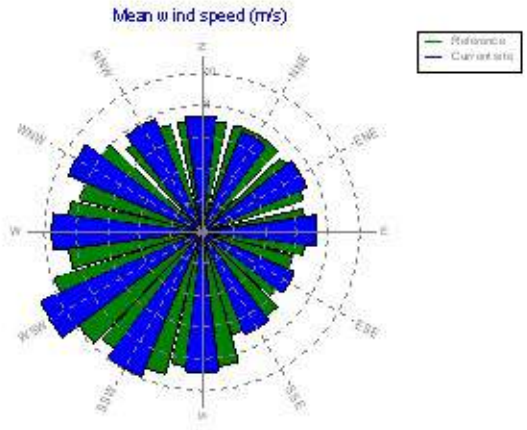
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

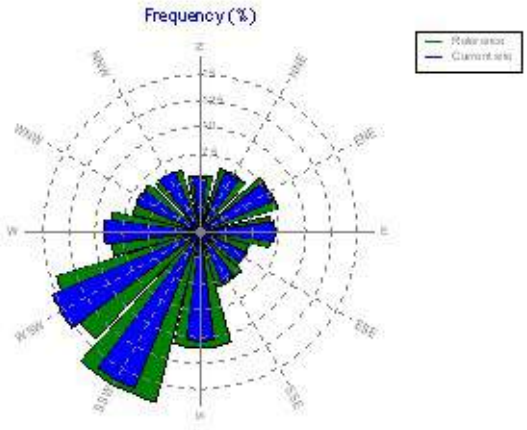
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2C V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

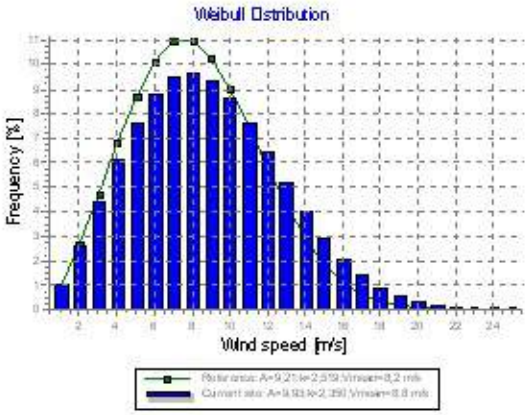
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

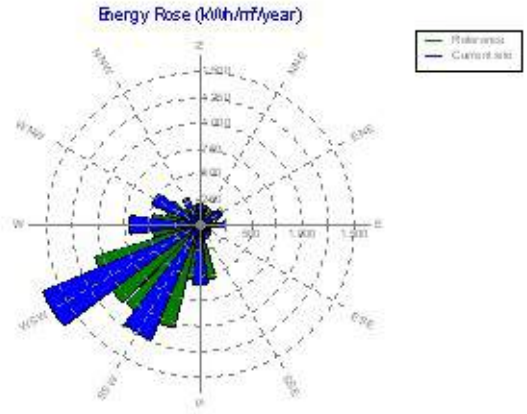
Wind statistics

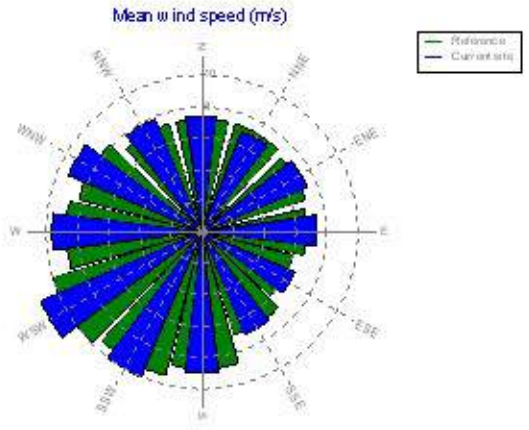
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

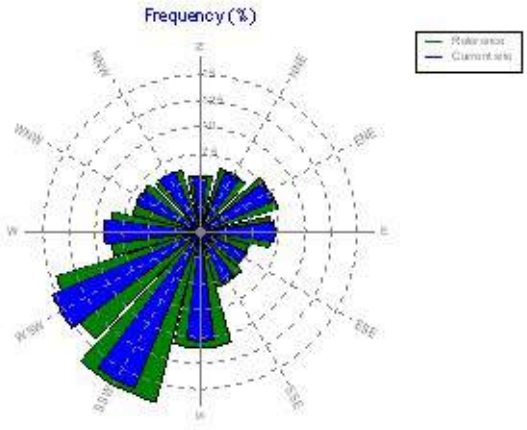
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2C V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

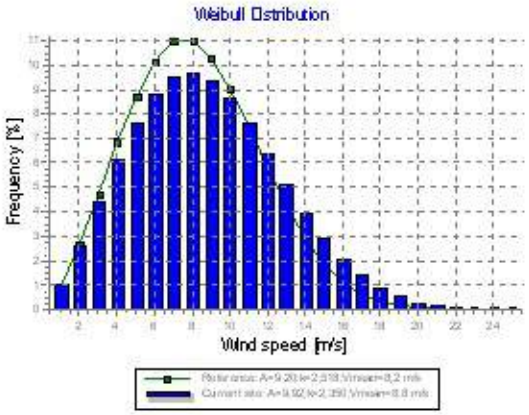
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

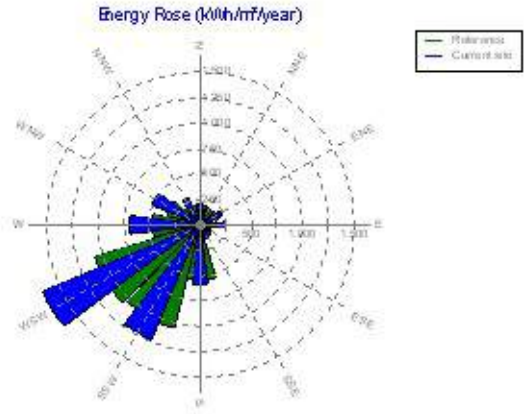
Wind statistics

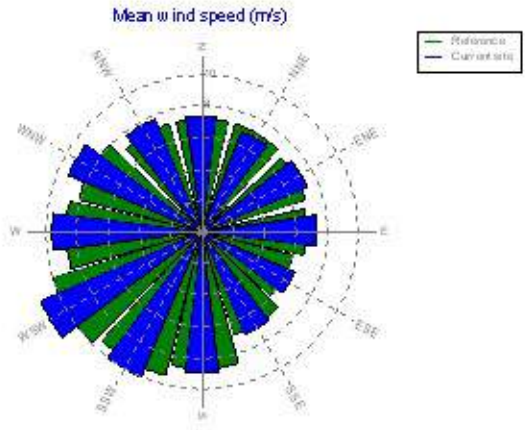
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

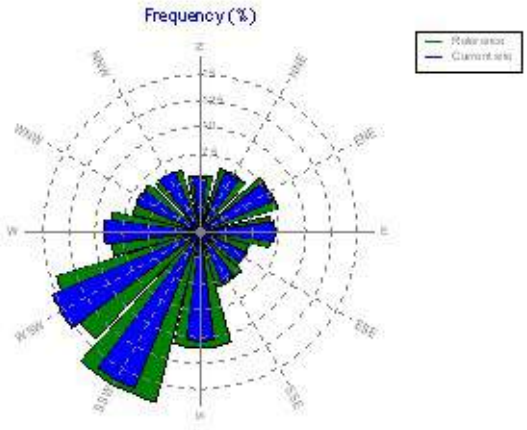
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2C V117 2027

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	339	278	252	264	303	274	280	305	282	252	296	270	274	297
3,5	2.994	2.341	2.354	2.234	2.294	2.254	2.218	2.351	2.251	2.307	2.459	2.386	2.386	2.520
4,5	8.372	6.652	6.622	6.510	6.741	6.686	6.578	6.890	6.657	6.515	6.666	6.659	6.592	6.864
5,5	16.534	13.376	13.312	13.135	13.614	13.516	13.338	13.888	13.470	13.088	13.344	13.330	13.219	13.674
6,5	28.237	23.104	23.040	22.612	23.436	23.286	23.021	23.909	23.217	22.603	23.133	23.085	22.892	23.637
7,5	43.982	36.474	36.428	35.662	36.798	36.555	36.224	37.497	36.485	35.774	36.684	36.521	36.375	37.383
8,5	63.774	53.954	53.979	52.718	54.170	53.789	53.338	55.106	53.773	53.051	54.553	54.164	54.013	55.307
9,5	86.474	75.041	75.187	73.460	75.124	74.527	73.982	76.092	74.516	73.970	76.128	75.464	75.401	76.841
10,5	107.533	96.873	97.340	95.330	97.078	96.015	95.286	97.469	96.010	95.724	98.462	97.337	97.311	98.917
11,5	122.849	115.316	115.993	114.238	115.803	114.397	113.678	115.663	114.847	114.240	116.837	115.441	115.414	116.883
12,5	129.558	126.340	126.800	126.455	127.407	125.627	125.809	126.724	126.213	125.647	127.070	125.620	126.128	126.971
13,5	132.260	130.924	131.135	131.458	131.687	130.164	131.422	131.492	130.563	130.500	131.179	129.995	131.190	131.454
14,5	133.680	133.132	133.228	133.458	133.476	132.506	133.483	133.426	132.910	133.015	133.280	132.497	133.424	133.434
15,5	134.358	134.127	134.167	134.281	134.268	133.884	134.287	134.245	134.014	134.062	134.178	133.875	134.286	134.262
16,5	134.667	134.601	134.605	134.647	134.647	134.506	134.651	134.638	134.560	134.598	134.621	134.506	134.651	134.642
17,5	134.720	134.715	134.714	134.719	134.720	134.701	134.720	134.719	134.710	134.717	134.717	134.701	134.720	134.719
18,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
19,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
20,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
21,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
22,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
23,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
24,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
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.

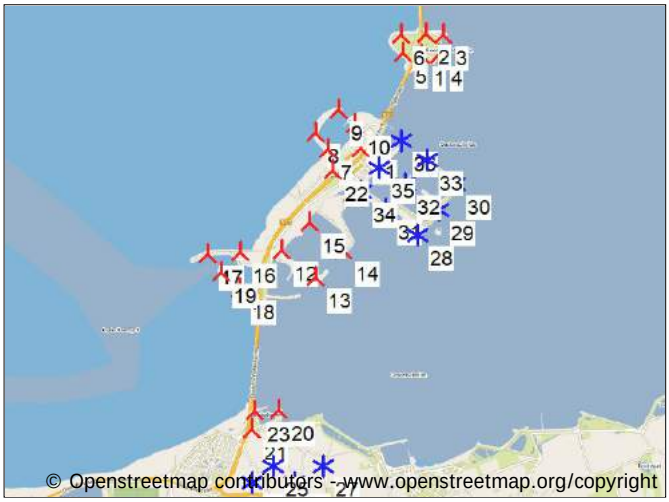
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2C V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	5	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	6	0,0	284	3,5	3,5
6	0,0	5	0,0	284	3,5	3,5
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
11	0,0	10	0,0	416	3,6	3,6
12	0,0	15	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
16	0,0	19	0,0	459	3,9	3,9
17	0,0	19	0,0	376	3,2	3,2
18	0,0	19	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	17	0,0	376	3,2	3,2
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	7	0,0	363	3,1	3,1
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	35	0,0	501	3,9	3,9
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,5	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2C V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

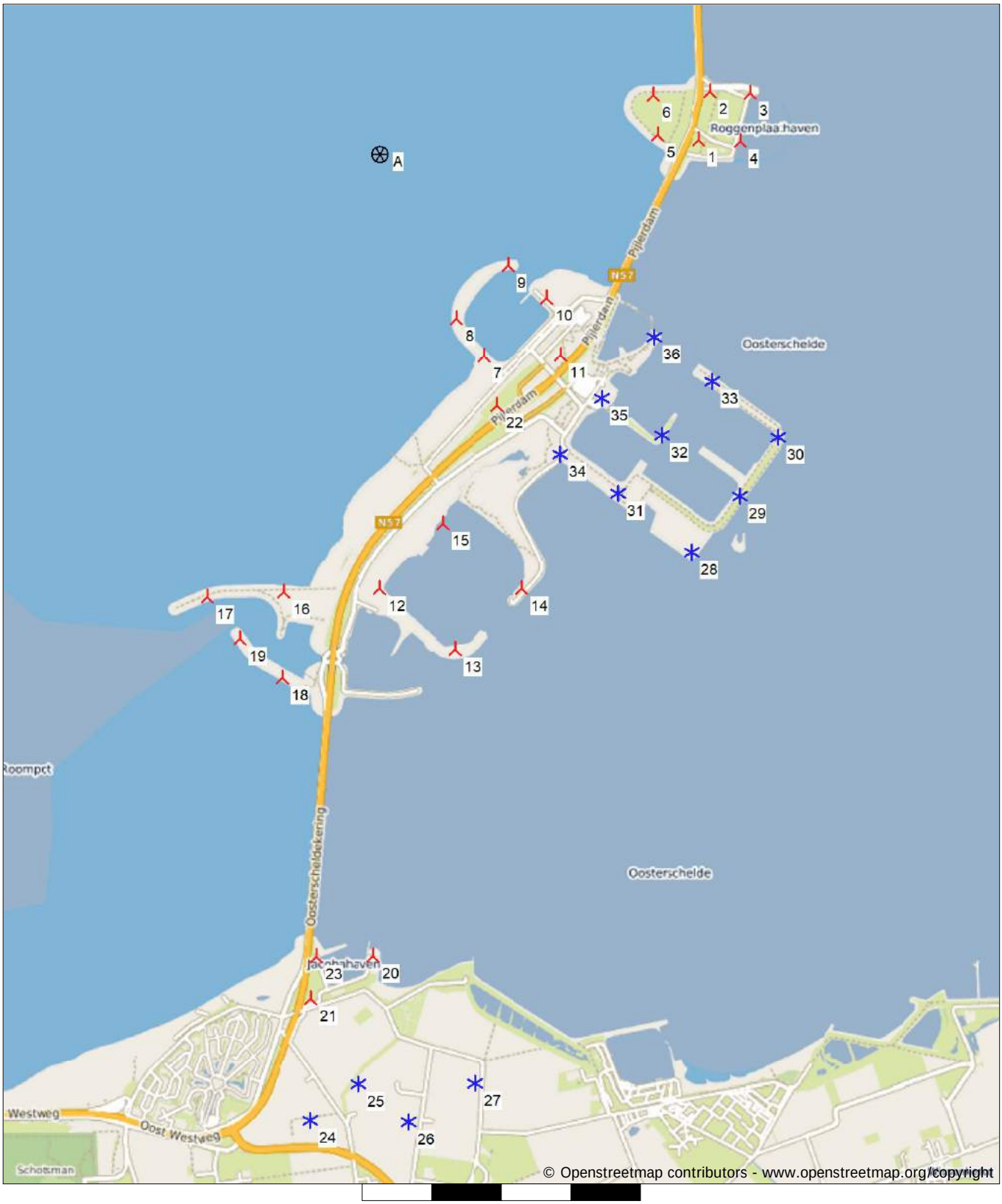
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:27/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2C V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 2D V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.616,5	287.654,9	348.118,0	91,8	39,1	13.075,2	3.424	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 84,0 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.181,7	8.264	89,42	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.887,8	7.999	87,65	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.799,1	7.919	87,67	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.008,8	8.108	89,28	8,62
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.505,9	14.855	94,12	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.023,9	14.422	90,00	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.360,5	14.724	92,95	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.175,9	14.558	91,87	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.592,7	14.033	88,99	8,72
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.641,5	14.077	88,27	8,77
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.160,1	14.544	93,11	8,64
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.215,6	14.594	94,29	8,59
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.003,7	14.403	92,58	8,62
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.925,3	14.333	91,98	8,63
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.830,5	14.247	91,35	8,64
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.688,3	15.019	95,86	8,67
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.346,8	14.712	95,02	8,59
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.342,4	14.708	94,38	8,64
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.908,9	12.518	91,14	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.275,8	12.848	93,72	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.059,5	14.454	90,60	8,77
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.681,9	12.314	90,24	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Main Result

Calculation: 2D V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	37.462	405.175	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (104)
12	New	37.996	404.729	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (105)
13	New	38.483	405.152	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (106)
14	New	37.927	405.623	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (107)
15	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
16	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
17	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
18	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2D V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.616,5	287.654,9	348.118,0	91,8	39,1	13.075,2	3.424	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Reference WTGs

Calculation: 2D V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

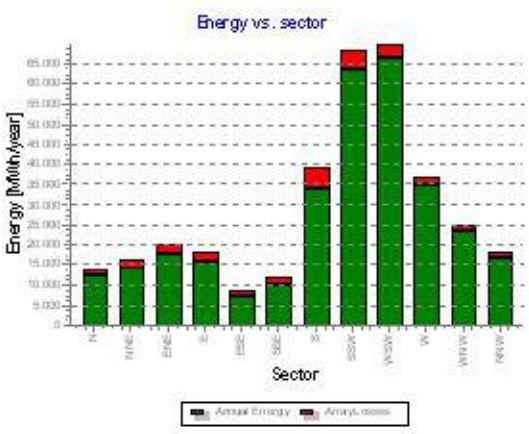
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

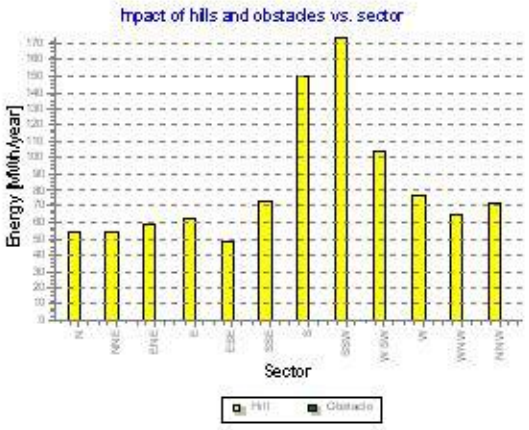
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2D V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.057,2	16.221,8	20.242,7	18.258,8	8.679,8	12.077,3	39.001,8	68.764,7	69.800,0	36.986,7	24.823,6	18.203,1	347.117,3
+Increase due to hills	[MWh]	54,6	55,1	60,1	63,2	48,6	73,8	150,1	173,5	105,5	77,4	65,6	73,2	1.000,6
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.138,8	2.005,2	2.648,9	2.475,7	1.330,6	1.911,9	4.720,5	5.232,4	2.945,6	2.085,1	901,9	1.104,9	28.501,5
Resulting energy	[MWh]	12.973,0	14.271,6	17.653,9	15.846,3	7.397,8	10.239,1	34.431,4	63.705,9	66.959,8	34.979,0	23.987,3	17.171,4	319.616,5
Specific energy	[kWh/m²]													1.489
Specific energy	[kWh/kW]													3.805
Increase due to hills	[%]	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,29
Decrease due to array losses	[%]	8,1	12,3	13,0	13,5	15,2	15,7	12,1	7,6	4,2	5,6	3,6	6,0	8,19
Utilization	[%]	29,8	33,3	33,4	32,1	34,6	34,1	29,4	27,7	22,6	24,0	21,9	27,7	26,6
Operational	[Hours/year]	453	526	640	607	407	460	919	1.406	1.259	782	567	539	8.565
Full Load Equivalent	[Hours/year]	154	170	210	189	88	122	410	758	797	416	286	204	3.805



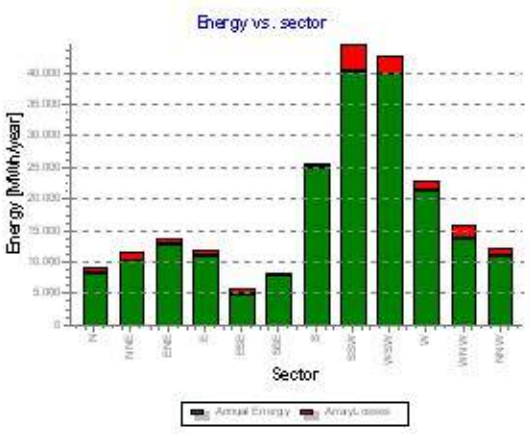


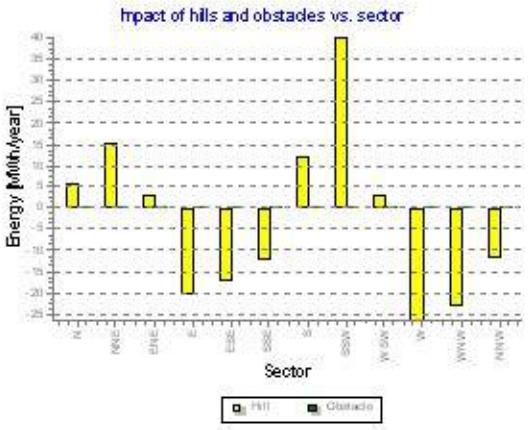
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 2D V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.011,0	1.437,0	986,7	780,5	832,8	337,5	914,9	4.060,5	2.863,4	1.679,6	1.848,2	1.116,1	17.868,2
Resulting energy	[MWh]	8.399,1	10.271,7	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.900,9	40.437,5	39.973,4	21.316,8	14.034,7	11.052,6	207.667,2
Specific energy	[kWh/m²]													1.324
Specific energy	[kWh/kW]													4.170
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,7	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,5	9,1	6,7	7,3	11,6	9,2	7,92
Utilization	[%]	26,9	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,0	19,8	21,4	17,8	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	169	206	262	223	102	161	500	812	803	428	282	222	4.170





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 2D V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

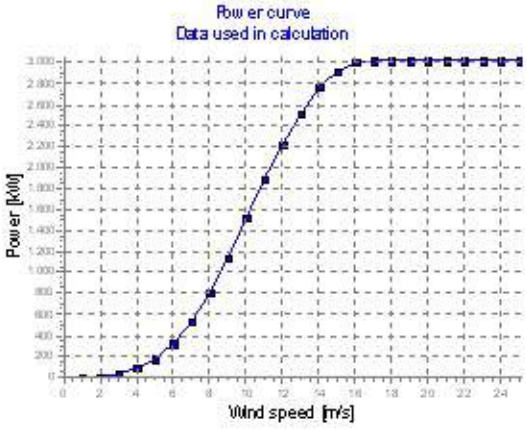
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

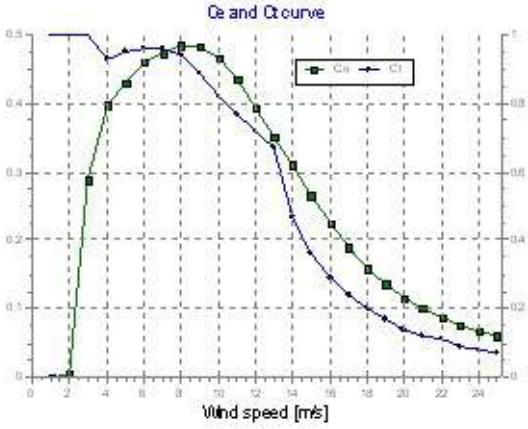
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,7	14,3	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	47,0	61,3	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	121,1	182,4	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	248,6	431,0	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	431,1	862,0	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	650,3	1.512,3	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	866,4	2.378,7	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.027,4	3.406,2	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.091,4	4.497,5	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.053,9	5.551,5	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	944,7	6.496,2	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	789,8	7.286,0	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	614,1	7.900,1	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	448,4	8.348,5	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	310,6	8.659,1	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	205,8	8.864,9	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	131,5	8.996,4	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	81,3	9.077,7	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	48,6	9.126,4	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	28,1	9.154,5	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,7	9.170,2	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,5	9.178,7	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	9.181,7	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 2D V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2D V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

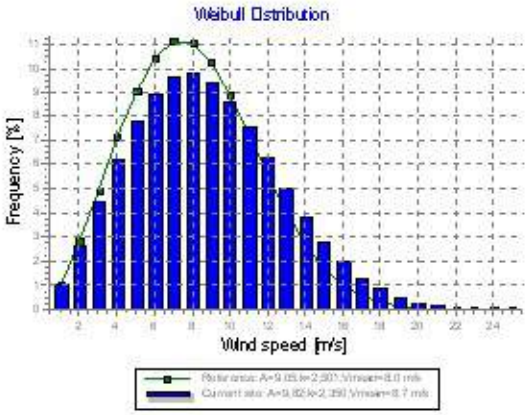
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

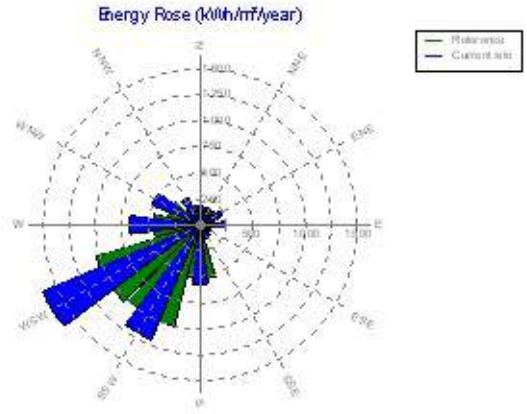
Wind statistics

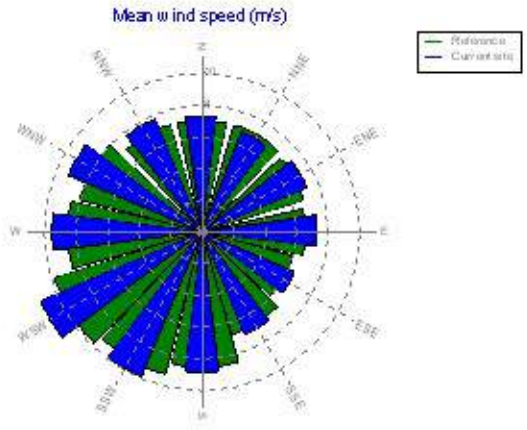
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

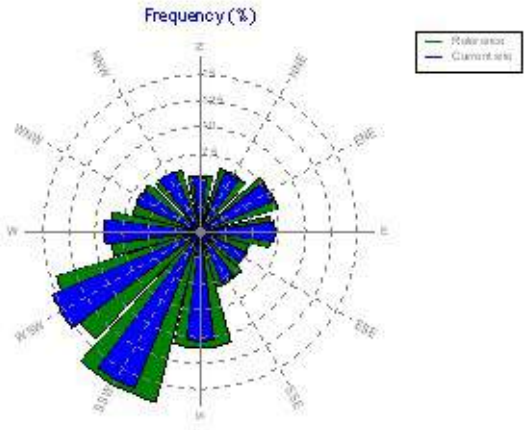
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2D V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

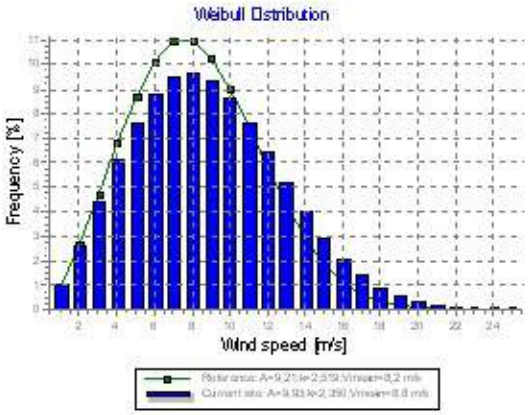
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

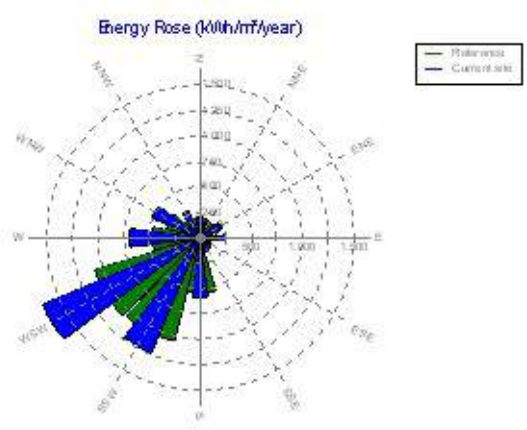
Wind statistics

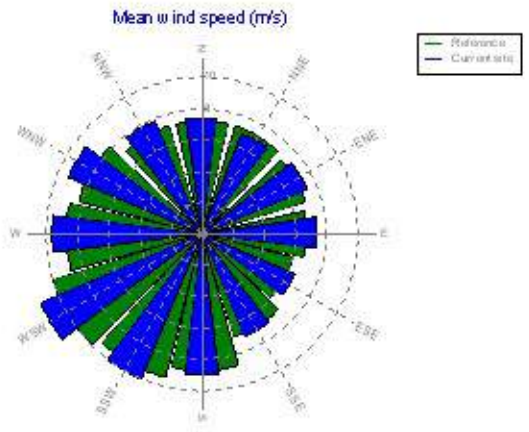
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

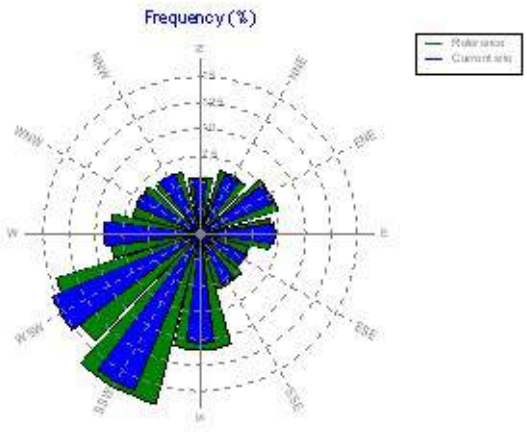
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 2D V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

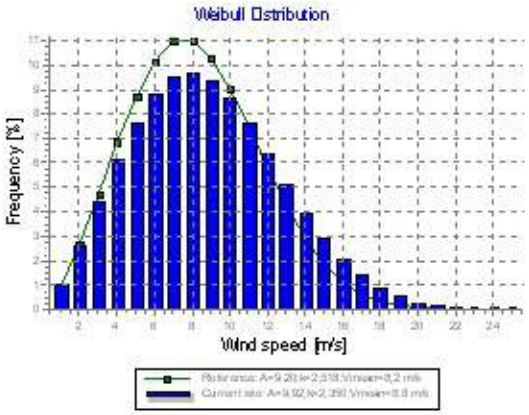
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

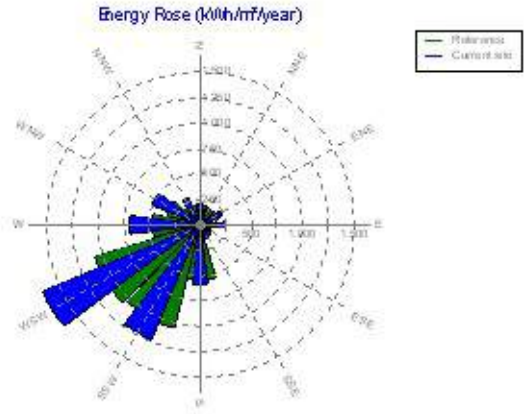
Wind statistics

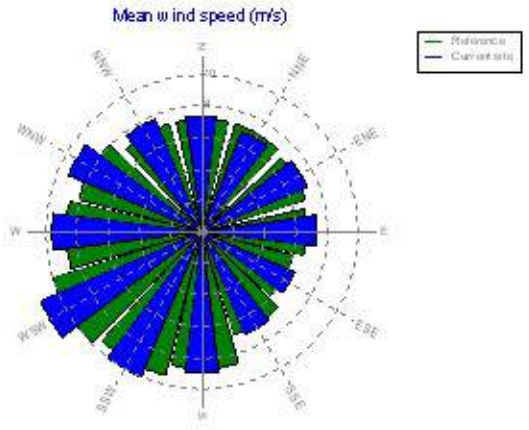
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

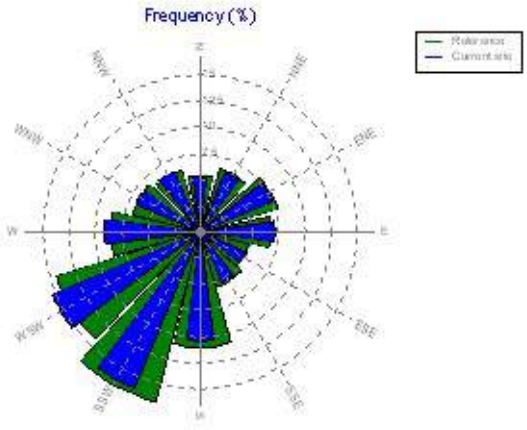
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 2D V117 2027

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	314	264	252	242	289	268	267	288	270	230	282	263	261	282
3,5	2.965	2.335	2.384	2.236	2.278	2.255	2.174	2.336	2.249	2.284	2.453	2.417	2.372	2.515
4,5	8.353	6.666	6.676	6.491	6.745	6.741	6.537	6.899	6.692	6.510	6.674	6.736	6.561	6.875
5,5	16.505	13.410	13.411	13.107	13.632	13.621	13.278	13.917	13.550	13.088	13.366	13.472	13.167	13.701
6,5	28.187	23.163	23.219	22.573	23.469	23.462	22.919	23.958	23.351	22.596	23.175	23.333	22.812	23.690
7,5	43.907	36.574	36.742	35.640	36.848	36.834	36.069	37.568	36.691	35.756	36.758	36.923	36.277	37.475
8,5	63.676	54.105	54.434	52.713	54.244	54.212	53.126	55.198	54.059	53.017	54.666	54.767	53.896	55.441
9,5	86.378	75.250	75.767	73.469	75.230	75.131	73.731	76.210	74.889	73.931	76.282	76.286	75.276	77.016
10,5	107.390	97.094	97.924	95.302	97.177	96.762	95.023	97.564	96.443	95.681	98.589	98.267	97.137	99.058
11,5	122.563	115.431	116.402	114.074	115.780	115.126	113.369	115.625	115.222	114.116	116.821	116.268	115.113	116.861
12,5	128.824	126.076	126.667	125.804	127.013	126.065	125.317	126.281	126.282	125.281	126.606	125.961	125.412	126.473
13,5	130.965	130.038	130.258	130.204	130.679	129.971	130.439	130.432	129.957	129.566	130.104	129.620	129.884	130.335
14,5	131.987	131.656	131.745	131.781	131.912	131.546	131.931	131.840	131.565	131.494	131.677	131.386	131.671	131.821
15,5	132.438	132.300	132.338	132.369	132.408	132.248	132.432	132.375	132.248	132.232	132.294	132.182	132.333	132.379
16,5	132.644	132.604	132.614	132.626	132.637	132.583	132.643	132.628	132.588	132.593	132.606	132.556	132.610	132.629
17,5	132.680	132.677	132.677	132.679	132.680	132.674	132.680	132.679	132.675	132.677	132.678	132.671	132.677	132.679
18,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
19,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
20,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
21,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
22,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
23,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
24,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
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.

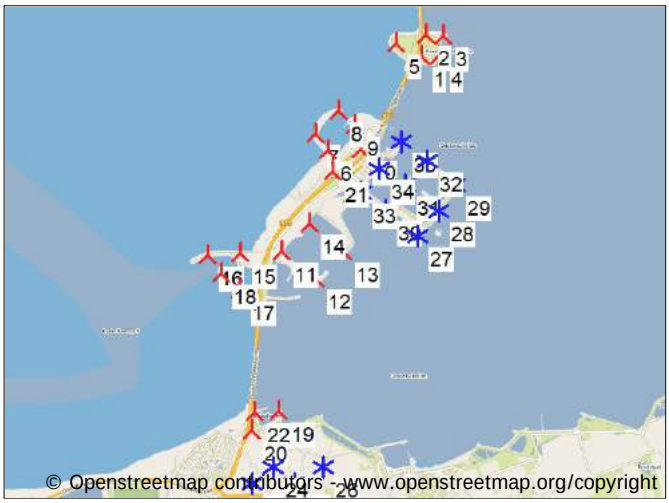
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 2D V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
9	0,0	8	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	416	3,6	3,6
11	0,0	14	0,0	645	5,5	5,5
12	0,0	13	0,0	645	5,5	5,5
13	0,0	12	0,0	645	5,5	5,5
14	0,0	11	0,0	645	5,5	5,5
15	0,0	18	0,0	459	3,9	3,9
16	0,0	18	0,0	376	3,2	3,2
17	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
18	0,0	16	0,0	376	3,2	3,2
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	6	0,0	363	3,1	3,1
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	34	0,0	501	3,9	3,9
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	645	5,6	5,5



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: 2D V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

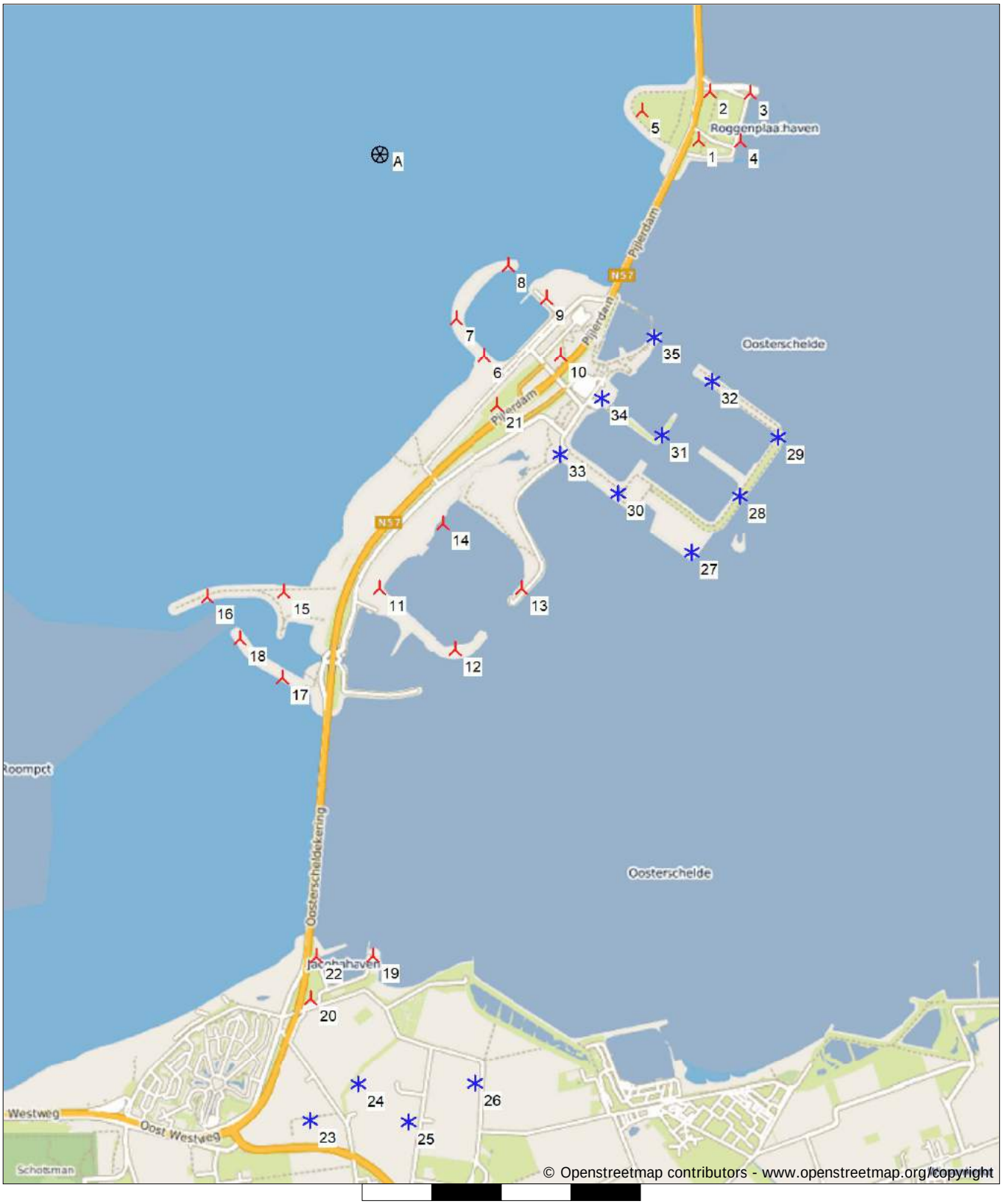
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:10/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 2D V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3A V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.722,0	287.749,8	350.613,8	91,2	38,2	12.510,9	3.346	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 86,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.940,1	8.046	87,07	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.712,2	7.841	85,92	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.664,7	7.798	86,33	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.919,8	8.028	88,40	8,62
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.090,7	8.182	89,51	8,66
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.139,7	8.226	90,26	8,65
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.079,1	14.471	90,31	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.393,2	14.754	93,14	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.197,5	14.578	91,99	8,75
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.641,9	14.078	89,27	8,72
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.684,1	14.116	88,51	8,77
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.729,8	14.157	90,77	8,64
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.678,4	15.011	95,81	8,67
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.136,6	14.523	93,80	8,59
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.292,8	14.664	94,10	8,64
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.049,5	14.445	93,07	8,60
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.963,4	14.367	93,20	8,56
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.628,4	14.066	90,63	8,60
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.744,8	14.170	91,07	8,62
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.895,7	12.506	91,06	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.266,2	12.840	93,65	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.208,8	14.588	91,44	8,77
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.664,4	12.298	90,13	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3A V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
6	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
13	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
14	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
15	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
16	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
17	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
18	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
19	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3A V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.722,0	287.749,8	350.613,8	91,2	38,2	12.510,9	3.346	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3A V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

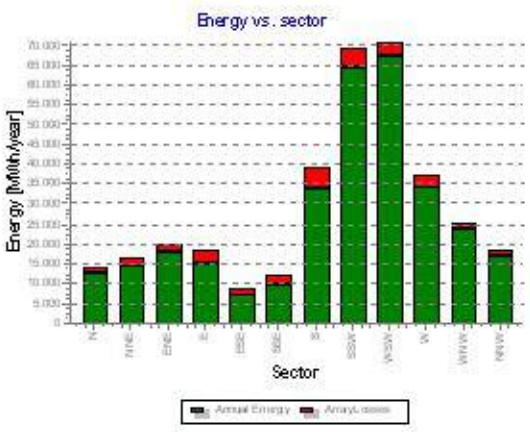
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

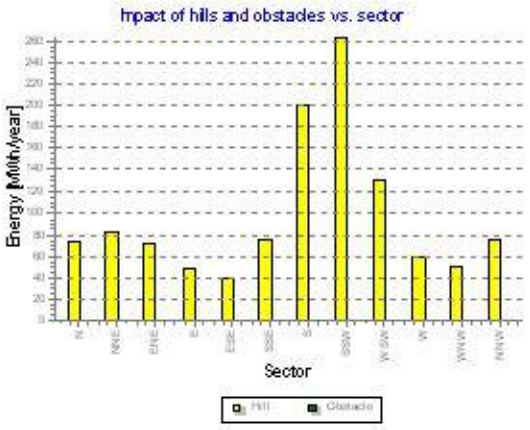
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3A V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.171,3	16.293,3	20.317,8	18.308,0	8.653,6	12.062,4	39.231,3	69.254,9	70.506,9	37.297,8	25.049,0	18.289,9	349.436,2
+Increase due to hills	[MWh]	73,6	83,5	72,1	50,4	39,2	76,0	200,1	262,9	130,9	60,1	51,7	76,9	1.177,4
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.314,0	1.902,7	2.461,3	2.921,2	1.461,3	2.118,8	5.369,3	5.093,4	2.880,6	2.948,9	1.104,1	1.316,0	30.891,8
Resulting energy	[MWh]	12.930,9	14.474,0	17.928,5	15.437,1	7.231,4	10.019,6	34.062,1	64.424,4	67.757,3	34.409,1	23.996,6	17.050,8	319.722,0
Specific energy	[kWh/m²]													1.491
Specific energy	[kWh/kW]													3.718
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,34
Decrease due to array losses	[%]	9,2	11,6	12,1	15,9	16,8	17,5	13,6	7,3	4,1	7,9	4,4	7,2	8,81
Utilization	[%]	29,5	33,6	33,9	31,4	34,2	33,6	29,2	28,1	23,1	23,7	22,0	27,6	26,7
Operational	[Hours/year]	454	527	639	606	407	460	920	1.408	1.260	781	566	538	8.564
Full Load Equivalent	[Hours/year]	150	168	208	180	84	117	396	749	788	400	279	198	3.718



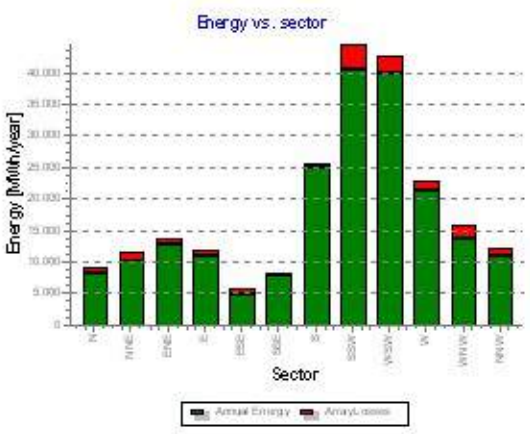


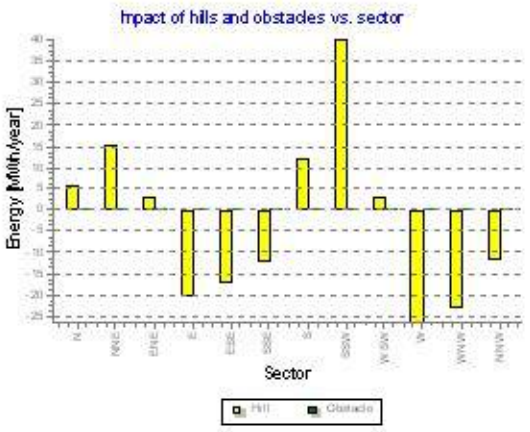
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3A V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.048,6	1.434,8	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,5	2.663,2	1.560,4	1.848,2	1.119,5	17.413,4
Resulting energy	[MWh]	8.361,5	10.273,9	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,5	40.173,7	21.436,0	14.034,7	11.049,2	208.122,0
Specific energy	[kWh/m²]													1.327
Specific energy	[kWh/kW]													4.179
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	11,1	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,2	6,8	11,6	9,2	7,72
Utilization	[%]	26,7	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,5	17,8	24,0	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	501	815	807	430	282	222	4.179





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3A V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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

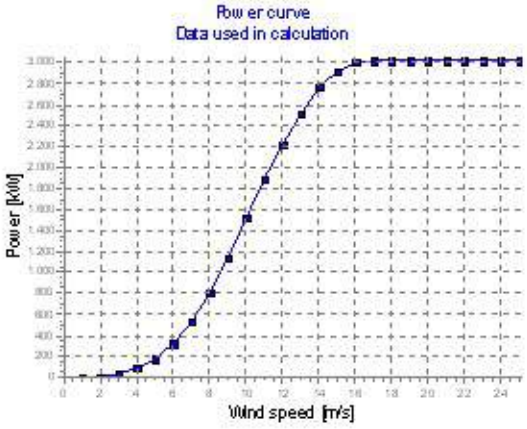
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

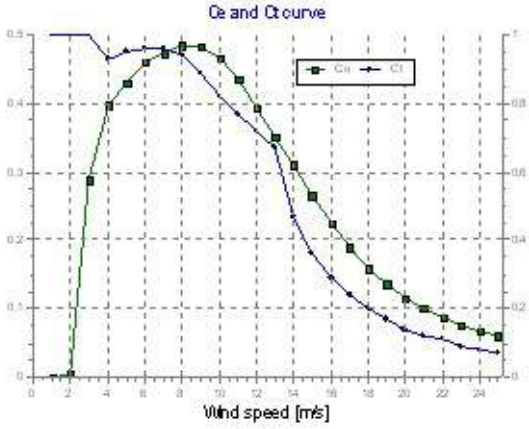
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,3	13,9	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	45,8	59,7	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	117,9	177,6	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	242,1	419,6	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	419,7	839,3	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	633,2	1.472,6	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	843,6	2.316,2	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.000,4	3.316,6	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.062,7	4.379,2	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.026,2	5.405,4	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	919,9	6.325,3	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	769,0	7.094,3	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	598,0	7.692,2	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	436,6	8.128,9	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	302,4	8.431,3	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	200,4	8.631,6	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,1	8.759,7	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	79,2	8.838,9	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	47,3	8.886,2	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	27,4	8.913,6	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,3	8.929,0	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,3	8.937,2	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	8.940,1	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3A V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3A V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

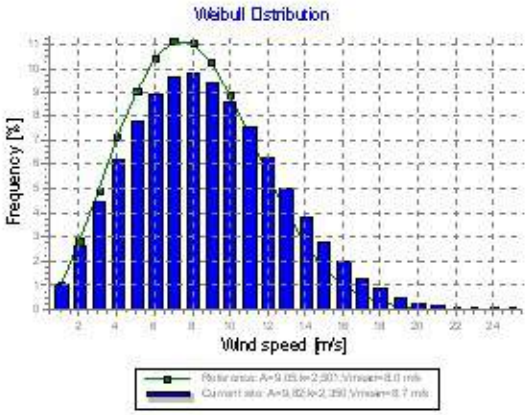
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

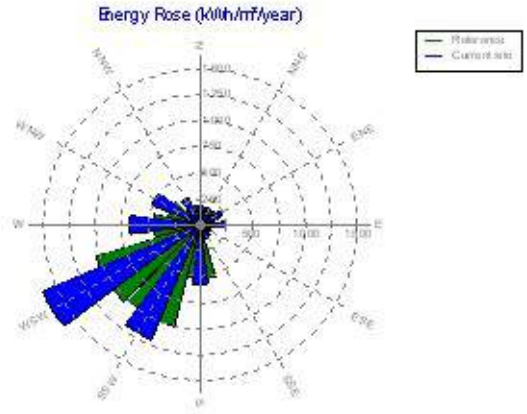
Wind statistics

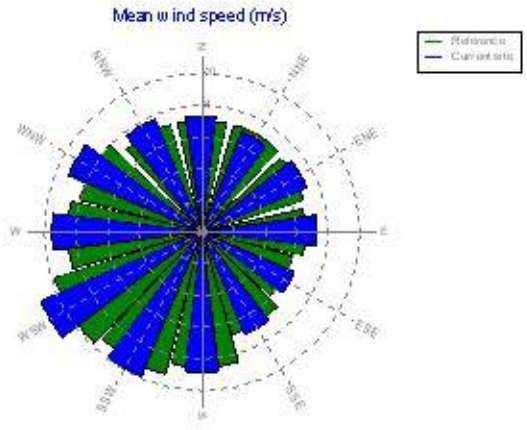
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

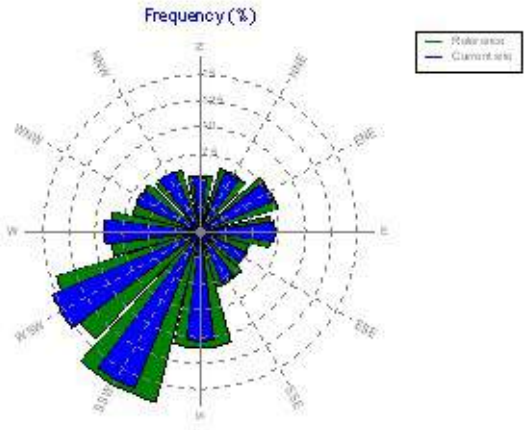
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3A V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

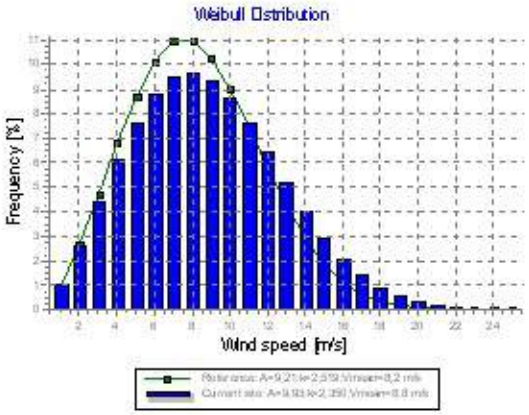
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

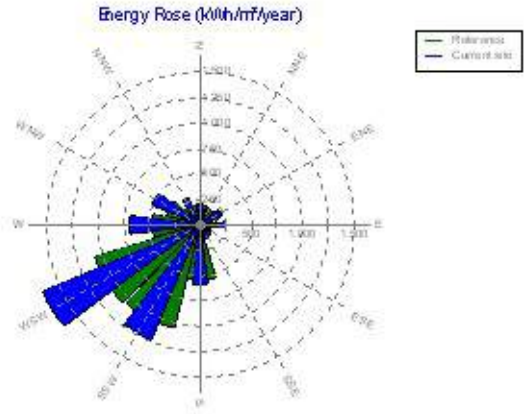
Wind statistics

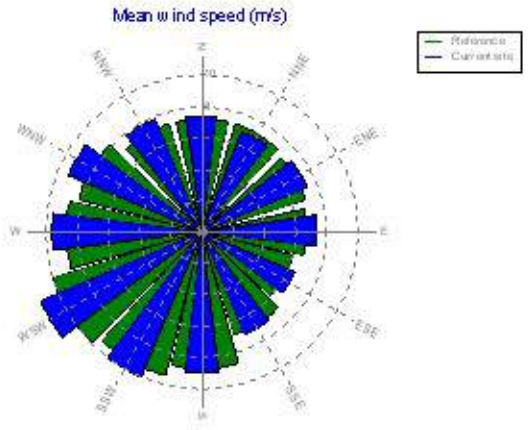
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

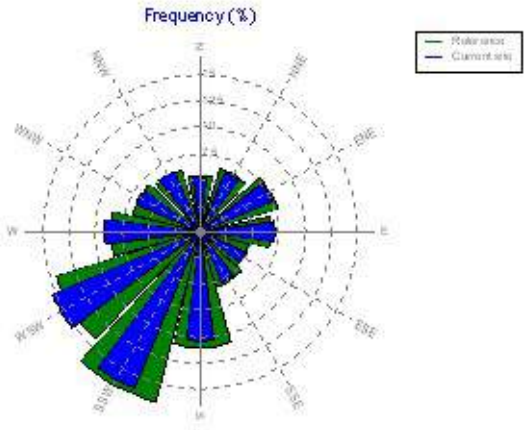
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3A V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

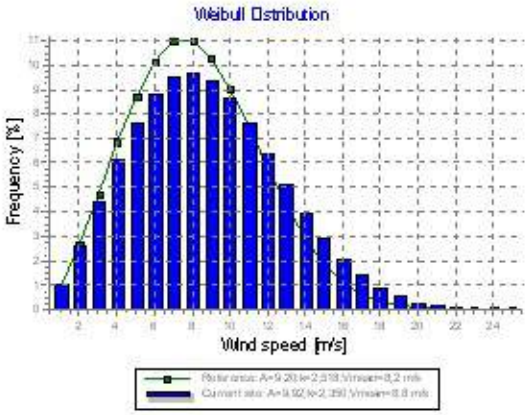
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

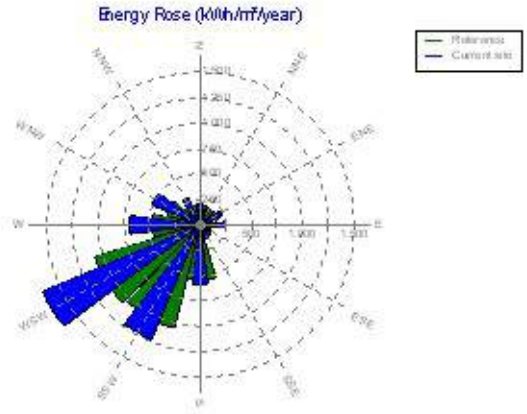
Wind statistics

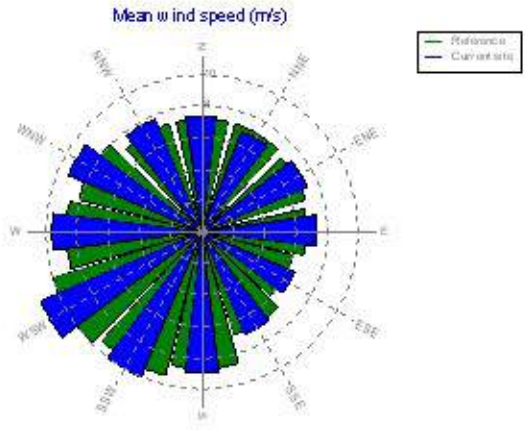
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

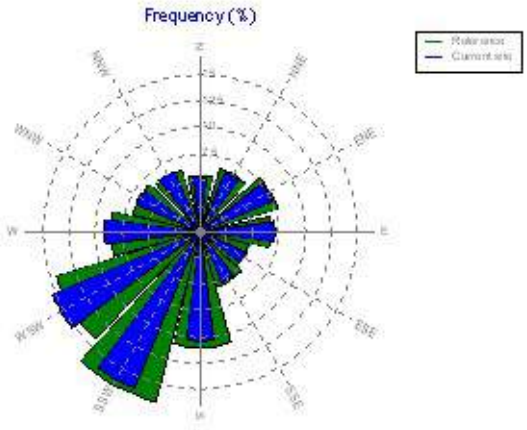
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 3A V117 2027

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	339	278	252	264	303	274	280	305	282	252	297	271	274	297
3,5	2.994	2.338	2.347	2.264	2.336	2.242	2.184	2.321	2.213	2.327	2.482	2.354	2.352	2.496
4,5	8.372	6.638	6.569	6.567	6.836	6.562	6.438	6.779	6.601	6.602	6.787	6.541	6.454	6.762
5,5	16.534	13.357	13.212	13.245	13.792	13.297	13.089	13.690	13.383	13.247	13.562	13.148	12.971	13.491
6,5	28.237	23.078	22.883	22.800	23.736	22.940	22.620	23.586	23.076	22.866	23.503	22.781	22.491	23.340
7,5	43.982	36.443	36.206	35.957	37.260	36.092	35.660	37.042	36.239	36.161	37.218	36.087	35.807	36.971
8,5	63.774	53.913	53.701	53.132	54.813	53.216	52.600	54.520	53.401	53.548	55.252	53.561	53.271	54.777
9,5	86.474	74.981	74.848	73.984	75.945	73.847	73.096	75.409	73.993	74.560	76.947	74.673	74.510	76.223
10,5	107.533	96.803	96.954	95.875	97.961	95.340	94.421	96.847	95.411	96.285	99.247	96.493	96.439	98.353
11,5	122.849	115.258	115.708	114.660	116.522	113.855	113.028	115.234	114.415	114.615	117.419	114.758	114.751	116.485
12,5	129.558	126.331	126.646	126.630	127.674	125.371	125.597	126.635	126.050	125.823	127.302	125.371	125.900	126.884
13,5	132.260	130.942	131.126	131.467	131.699	130.151	131.411	131.489	130.569	130.569	131.234	129.998	131.175	131.451
14,5	133.680	133.137	133.227	133.459	133.476	132.505	133.482	133.426	132.912	133.039	133.287	132.497	133.424	133.434
15,5	134.358	134.129	134.167	134.281	134.268	133.884	134.287	134.245	134.015	134.072	134.178	133.875	134.286	134.262
16,5	134.667	134.601	134.605	134.647	134.647	134.506	134.651	134.638	134.560	134.600	134.621	134.506	134.651	134.642
17,5	134.720	134.715	134.714	134.719	134.720	134.701	134.720	134.719	134.710	134.717	134.717	134.701	134.720	134.719
18,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
19,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
20,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
21,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
22,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
23,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
24,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
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.

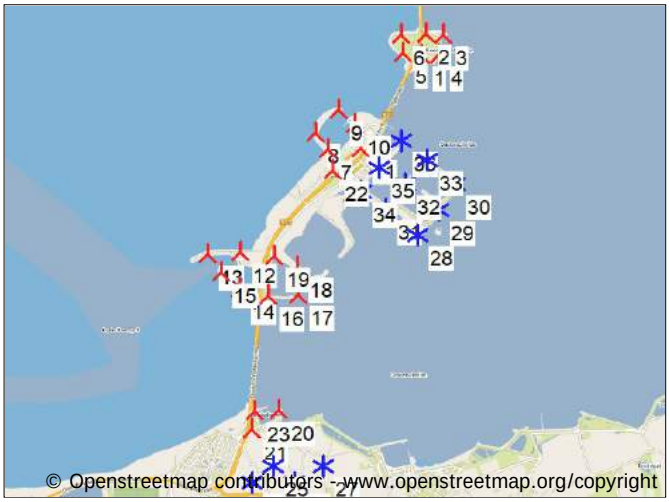
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3A V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	5	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	6	0,0	284	3,5	3,5
6	0,0	5	0,0	284	3,5	3,5
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
11	0,0	10	0,0	416	3,6	3,6
12	0,0	15	0,0	459	3,9	3,9
13	0,0	15	0,0	376	3,2	3,2
14	0,0	15	0,0	412	3,5	3,5
15	0,0	13	0,0	376	3,2	3,2
16	0,0	14	0,0	481	4,1	4,1
17	0,0	18	0,0	465	4,0	4,0
18	0,0	19	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	7	0,0	363	3,1	3,1
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	35	0,0	501	3,9	3,9
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	4,7	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3A V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

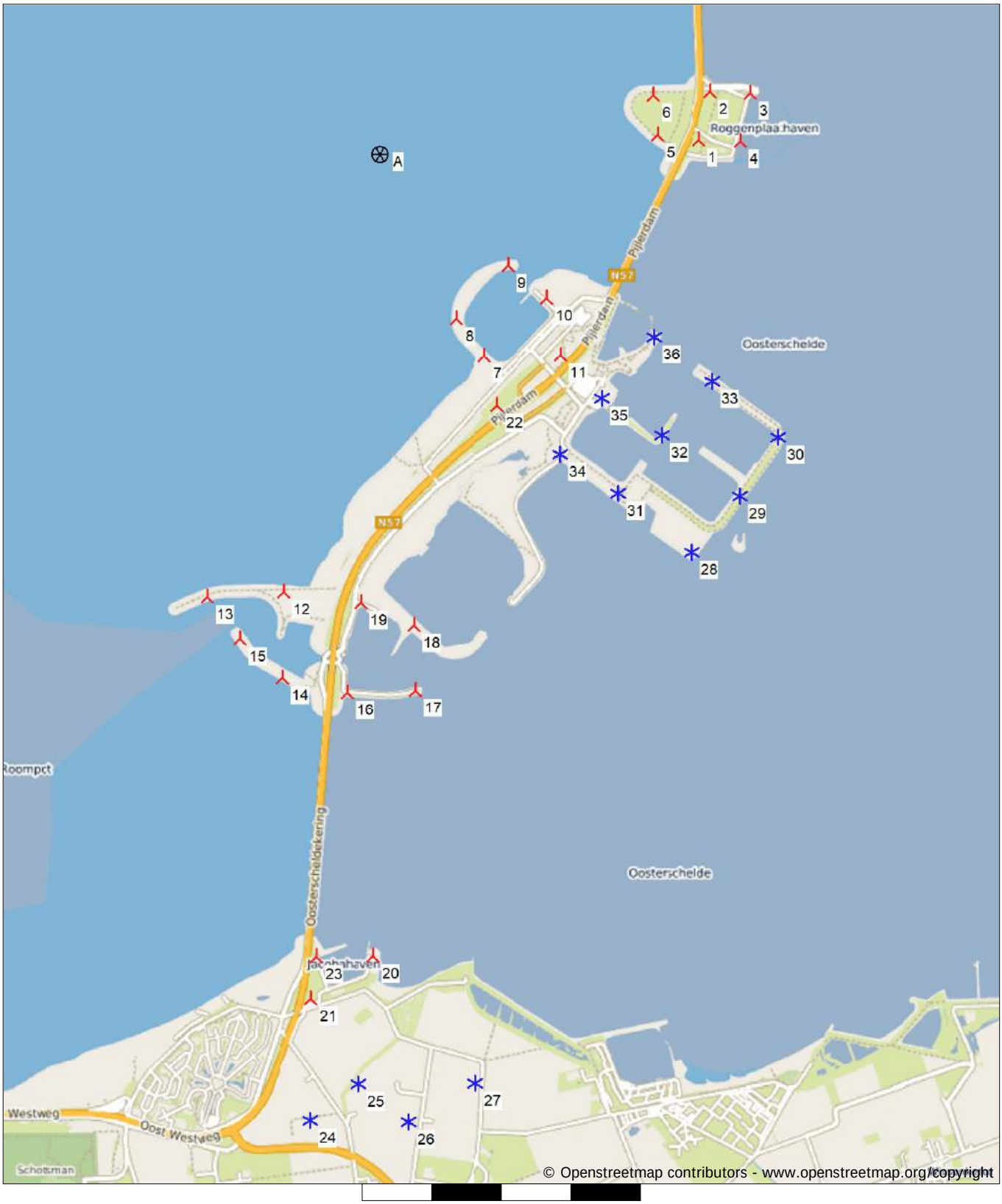
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:18/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3A V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3B V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	318.851,1	286.966,0	347.778,5	91,7	39,0	13.043,9	3.416	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 84,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.186,1	8.267	89,46	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.890,3	8.001	87,67	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.798,8	7.919	87,67	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.011,8	8.111	89,31	8,62
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.528,8	14.876	94,25	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.221,3	14.599	91,10	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.412,7	14.771	93,25	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.204,2	14.584	92,03	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.686,0	14.117	89,52	8,72
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.703,8	14.133	88,62	8,77
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.733,5	14.160	90,79	8,64
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.681,2	15.013	95,82	8,67
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.134,8	14.521	93,79	8,59
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.294,7	14.665	94,11	8,64
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.049,0	14.444	93,07	8,60
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.960,3	14.364	93,18	8,56
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.626,8	14.064	90,62	8,60
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.739,4	14.165	91,04	8,62
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.895,2	12.506	91,05	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.266,1	12.839	93,65	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.162,3	14.546	91,65	8,73
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.664,1	12.298	90,13	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Main Result

Calculation: 3B V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
12	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
13	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
14	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
15	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
16	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
17	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
18	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3B V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	318.851,1	286.966,0	347.778,5	91,7	39,0	13.043,9	3.416	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3B V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

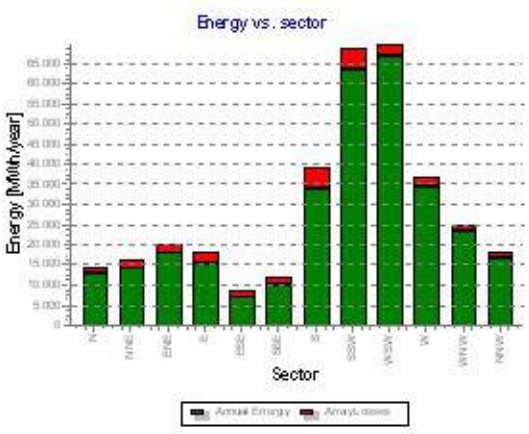
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

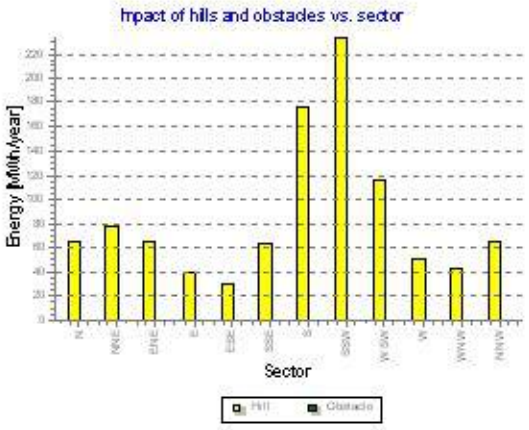
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3B V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.130,9	16.261,1	20.265,5	18.245,0	8.621,0	12.013,3	38.956,8	68.716,4	69.606,0	36.939,5	24.793,7	18.199,2	346.748,2
+Increase due to hills	[MWh]	66,1	77,8	65,3	40,6	30,4	64,2	176,6	233,4	115,8	51,6	43,1	65,3	1.030,3
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.157,3	1.938,6	2.348,7	2.657,2	1.516,7	2.013,3	4.925,0	5.083,3	2.483,3	2.488,4	1.113,5	1.202,2	28.927,5
Resulting energy	[MWh]	13.039,8	14.400,3	17.982,1	15.628,4	7.134,7	10.064,3	34.208,4	63.866,5	67.238,5	34.502,7	23.723,3	17.062,3	318.851,1
Specific energy	[kWh/m²]													1.485
Specific energy	[kWh/kW]													3.796
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,4	0,30
Decrease due to array losses	[%]	8,2	11,9	11,6	14,5	17,5	16,7	12,6	7,4	3,6	6,7	4,5	6,6	8,32
Utilization	[%]	29,7	33,4	33,9	31,8	33,7	33,8	29,2	27,8	22,9	23,7	21,7	27,6	26,6
Operational	[Hours/year]	453	527	640	607	407	460	921	1.408	1.258	781	566	539	8.565
Full Load Equivalent	[Hours/year]	155	171	214	186	85	120	407	760	800	411	282	203	3.796

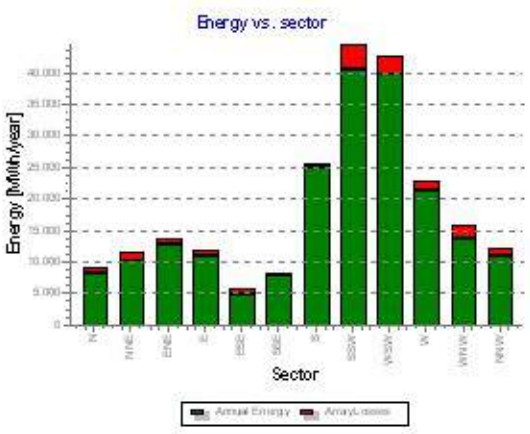


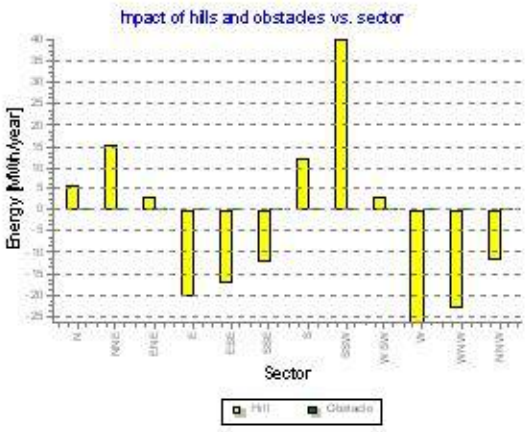


PARK - Production Analysis

Calculation: 3B V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.026,7	1.430,9	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,5	2.791,7	1.512,7	1.920,8	1.118,5	17.540,0
Resulting energy	[MWh]	8.383,3	10.277,8	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,5	40.045,2	21.483,7	13.962,1	11.050,2	207.995,4
Specific energy	[kWh/m²]													1.326
Specific energy	[kWh/kW]													4.177
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,9	12,2	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,5	6,6	12,1	9,2	7,78
Utilization	[%]	26,8	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,6	17,7	24,0	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	501	815	804	431	280	222	4.177





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3B V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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 is lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

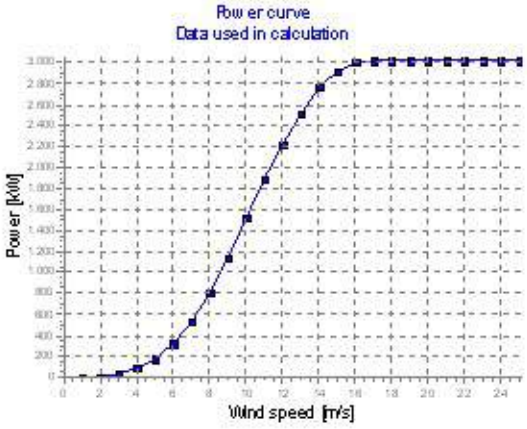
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

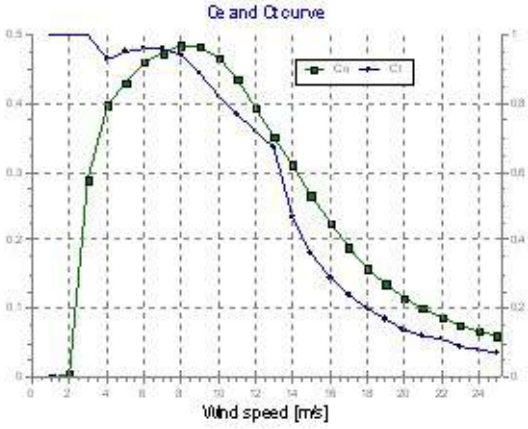
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,7	14,3	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	47,0	61,3	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	121,1	182,4	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	248,7	431,2	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	431,3	862,4	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	650,6	1.513,1	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	866,8	2.379,9	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.027,9	3.407,8	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.091,9	4.499,7	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.054,4	5.554,1	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	945,2	6.499,3	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	790,1	7.289,4	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	614,4	7.903,8	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	448,7	8.352,5	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	310,7	8.663,2	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	205,9	8.869,1	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	131,6	9.000,7	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	81,4	9.082,1	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	48,7	9.130,7	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	28,1	9.158,9	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,7	9.174,6	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,5	9.183,1	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	9.186,1	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3B V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3B V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

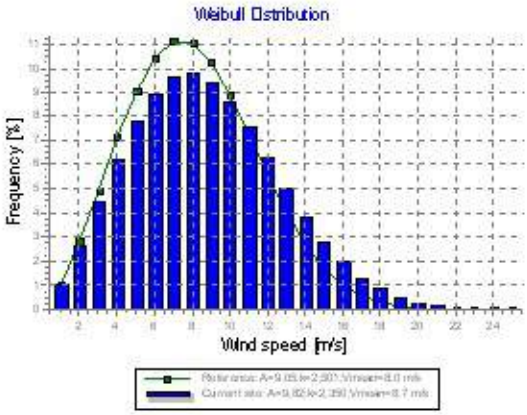
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

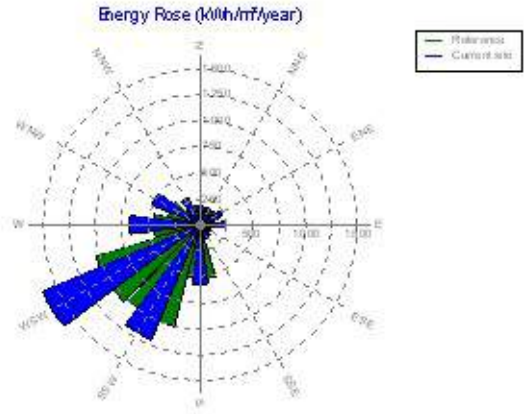
Wind statistics

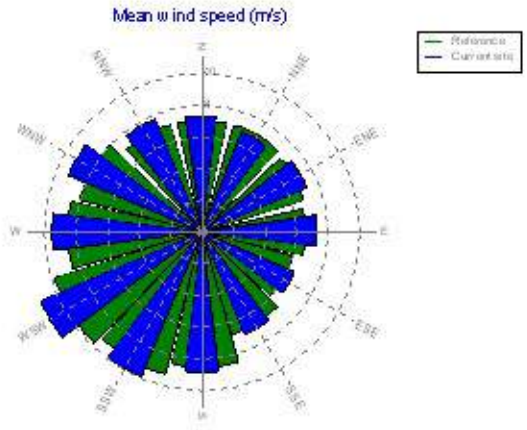
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

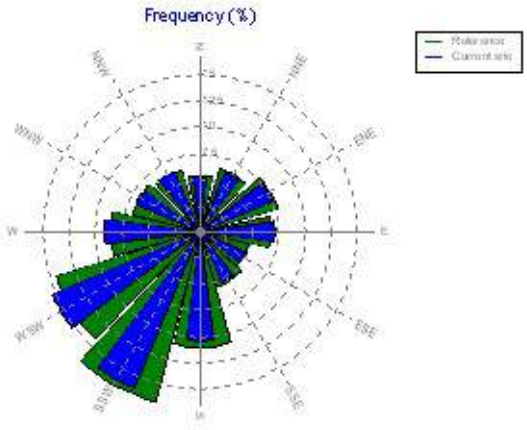
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Current site Wind speed [m/s]	Current site k-parameter	Current site Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	Reference: Roughness class 1 k-parameter	Reference: Roughness class 1 Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3B V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

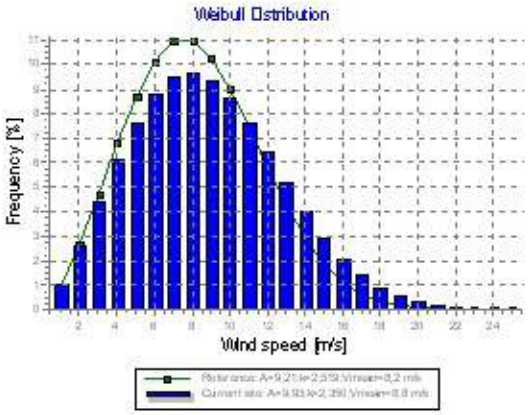
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

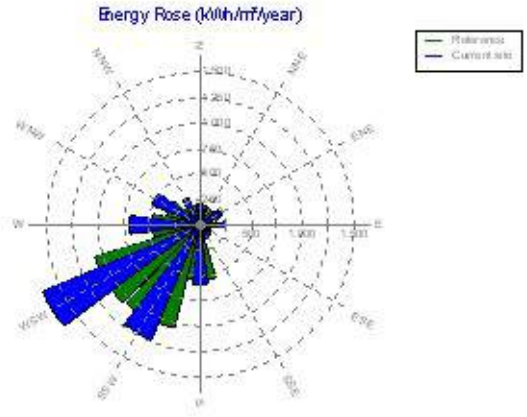
Wind statistics

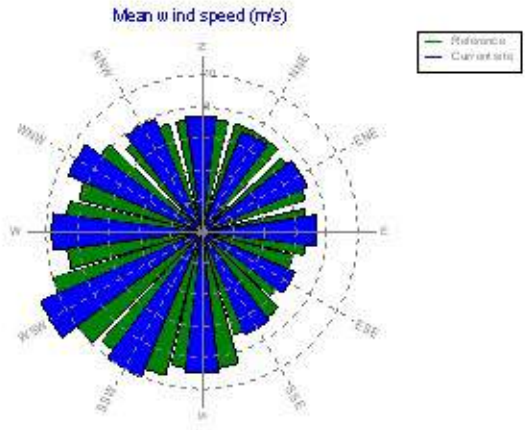
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

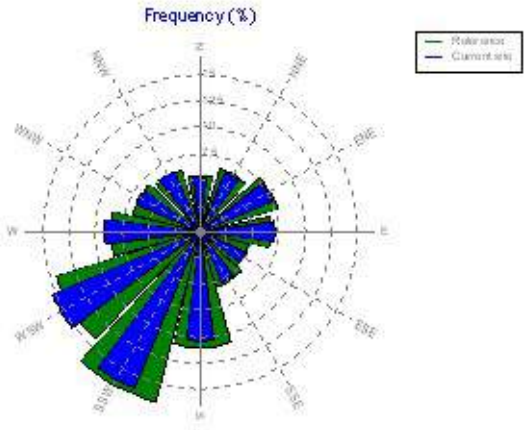
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3B V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

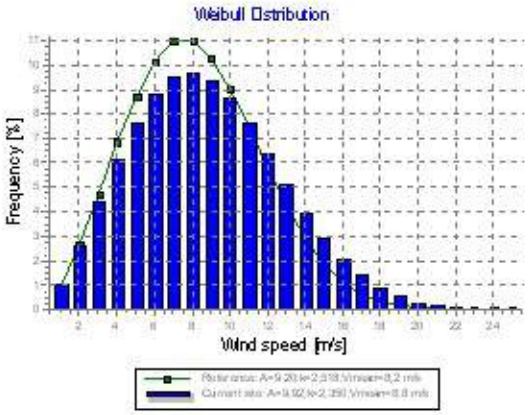
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

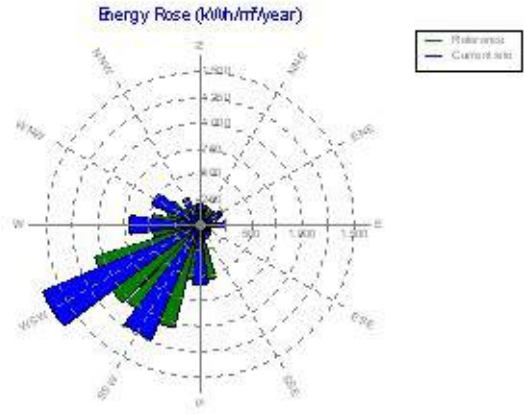
Wind statistics

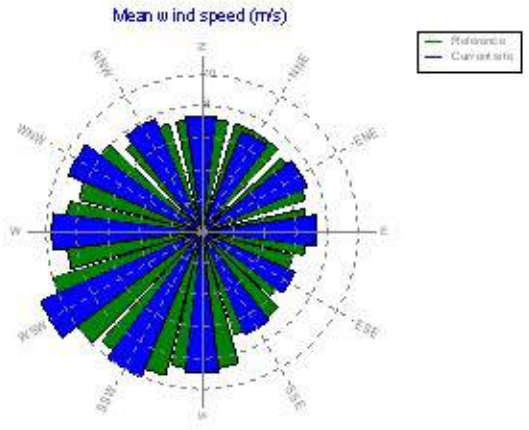
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

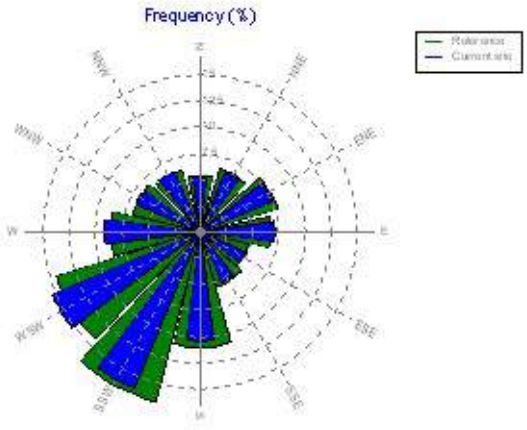
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 3B V117 2027

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	314	264	252	242	289	268	267	288	270	231	282	264	260	282
3,5	2.965	2.333	2.385	2.263	2.312	2.250	2.131	2.319	2.219	2.299	2.478	2.391	2.326	2.498
4,5	8.353	6.655	6.652	6.522	6.855	6.630	6.368	6.820	6.667	6.573	6.798	6.643	6.375	6.798
5,5	16.505	13.395	13.361	13.165	13.850	13.423	12.983	13.775	13.516	13.202	13.584	13.338	12.827	13.563
6,5	28.187	23.144	23.140	22.677	23.828	23.149	22.445	23.724	23.294	22.785	23.555	23.106	22.262	23.464
7,5	43.907	36.554	36.634	35.806	37.388	36.423	35.392	37.245	36.568	36.027	37.322	36.592	35.507	37.164
8,5	63.676	54.078	54.307	52.954	54.973	53.712	52.221	54.795	53.851	53.356	55.427	54.286	52.903	55.049
9,5	86.378	75.211	75.618	73.778	76.138	74.546	72.620	75.758	74.572	74.322	77.218	75.621	74.107	76.570
10,5	107.390	97.048	97.744	95.622	98.127	96.195	93.877	97.189	96.064	96.026	99.531	97.528	96.004	98.685
11,5	122.563	115.390	116.288	114.313	116.548	114.671	112.426	115.399	114.970	114.309	117.550	115.650	114.249	116.630
12,5	128.824	126.072	126.600	125.904	127.313	125.842	124.948	126.287	126.201	125.357	126.895	125.742	125.069	126.483
13,5	130.965	130.048	130.256	130.210	130.694	129.959	130.398	130.442	129.964	129.597	130.151	129.633	129.829	130.347
14,5	131.987	131.658	131.745	131.781	131.913	131.545	131.930	131.840	131.565	131.500	131.685	131.386	131.664	131.822
15,5	132.438	132.300	132.338	132.369	132.408	132.248	132.432	132.375	132.248	132.234	132.295	132.182	132.333	132.379
16,5	132.644	132.605	132.614	132.626	132.637	132.583	132.643	132.628	132.588	132.594	132.606	132.556	132.610	132.629
17,5	132.680	132.677	132.677	132.679	132.680	132.674	132.680	132.679	132.675	132.677	132.678	132.671	132.677	132.679
18,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
19,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
20,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
21,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
22,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
23,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
24,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
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.

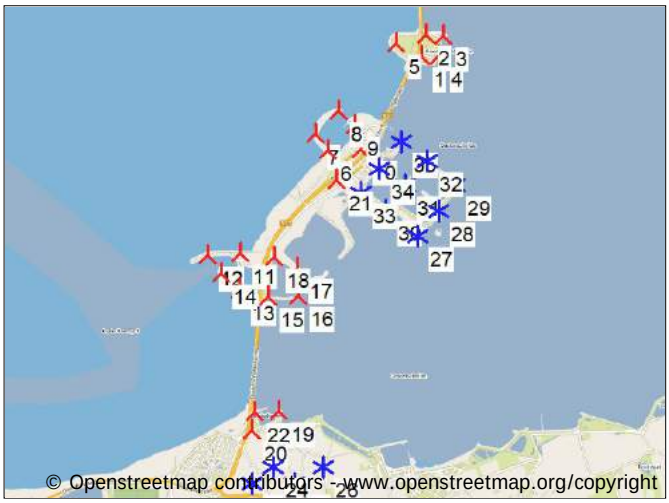
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3B V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
9	0,0	8	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	416	3,6	3,6
11	0,0	14	0,0	459	3,9	3,9
12	0,0	14	0,0	376	3,2	3,2
13	0,0	14	0,0	412	3,5	3,5
14	0,0	12	0,0	376	3,2	3,2
15	0,0	13	0,0	481	4,1	4,1
16	0,0	17	0,0	465	4,0	4,0
17	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
18	0,0	17	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	33	0,0	438	3,7	3,4
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	21	0,0	438	3,7	3,4
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,6	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3B V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

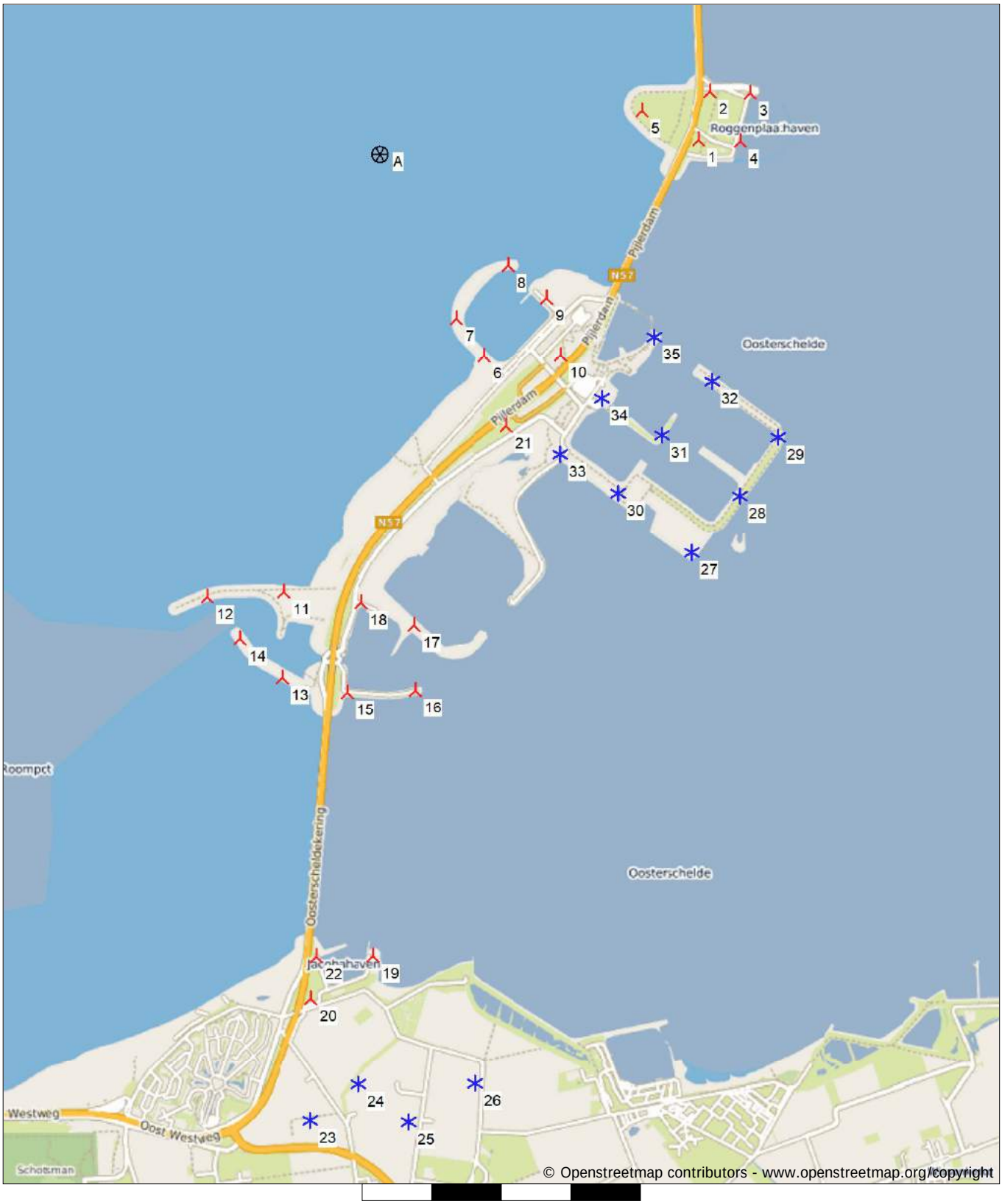
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:29/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3B V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Reguliérenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3C V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.869,8	287.882,8	350.522,9	91,3	38,2	12.516,6	3.347	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 86,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.933,8	8.040	87,00	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.709,9	7.839	85,89	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.657,6	7.792	86,26	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.914,0	8.023	88,34	8,62
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.092,3	8.183	89,53	8,66
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.144,8	8.230	90,31	8,65
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.221,8	14.600	91,11	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.408,0	14.767	93,22	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.197,3	14.578	91,99	8,75
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.684,3	14.116	89,52	8,72
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.700,0	14.130	88,60	8,77
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.733,1	14.160	90,79	8,64
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.680,9	15.013	95,82	8,67
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.134,7	14.521	93,79	8,59
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.294,5	14.665	94,10	8,64
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.048,9	14.444	93,07	8,60
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.959,9	14.364	93,18	8,56
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.626,7	14.064	90,62	8,60
19 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.739,2	14.165	91,04	8,62
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.895,1	12.506	91,05	8,19
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.266,1	12.839	93,65	8,17
22 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.163,0	14.547	91,65	8,73
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.664,0	12.298	90,13	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3C V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
6	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
13	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
14	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
15	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
16	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
17	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
18	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
19	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
20	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
21	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
22	New	38.397	406.303	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (133)
23	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3C V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	319.869,8	287.882,8	350.522,9	91,3	38,2	12.516,6	3.347	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3C V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

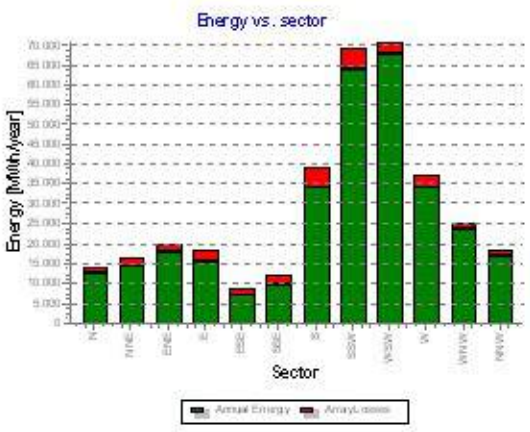
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

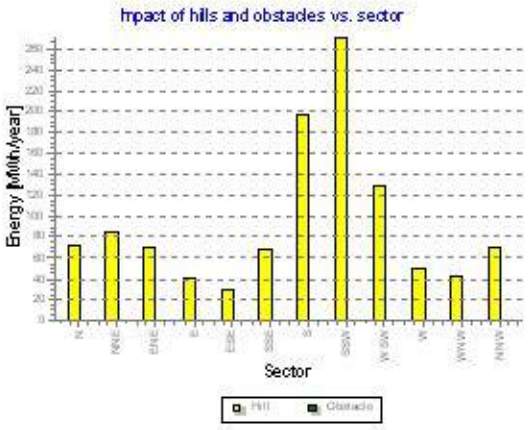
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3C V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.173,3	16.303,5	20.324,8	18.310,2	8.647,8	12.048,6	39.228,8	69.272,5	70.479,9	37.277,6	25.037,5	18.288,5	349.392,9
+Increase due to hills	[MWh]	73,1	86,6	71,1	40,8	30,8	68,3	198,1	270,5	129,7	49,3	41,7	69,9	1.129,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.275,4	1.959,2	2.429,0	2.892,6	1.496,4	2.067,7	5.266,1	5.247,5	2.689,7	2.948,9	1.104,1	1.276,5	30.653,1
Resulting energy	[MWh]	12.971,0	14.430,9	17.966,8	15.458,5	7.182,3	10.049,1	34.160,8	64.295,5	67.920,0	34.378,1	23.975,1	17.081,9	319.869,8
Specific energy	[kWh/m²]													1.492
Specific energy	[kWh/kW]													3.719
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,3	0,2	0,4	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2	0,4	0,32
Decrease due to array losses	[%]	9,0	12,0	11,9	15,8	17,2	17,1	13,4	7,5	3,8	7,9	4,4	7,0	8,74
Utilization	[%]	29,6	33,5	34,0	31,5	34,0	33,8	29,3	28,0	23,2	23,7	22,0	27,7	26,8
Operational	[Hours/year]	454	527	640	606	406	459	920	1.408	1.259	780	566	538	8.564
Full Load Equivalent	[Hours/year]	151	168	209	180	84	117	397	748	790	400	279	199	3.719



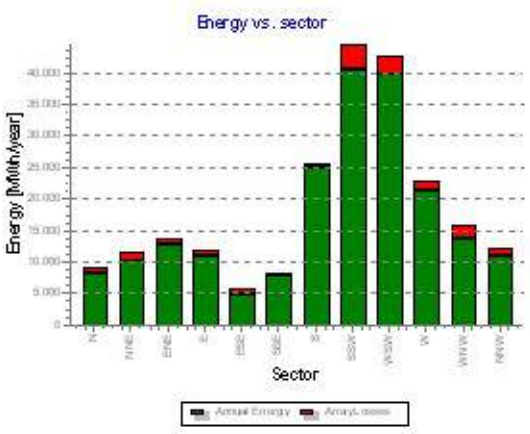


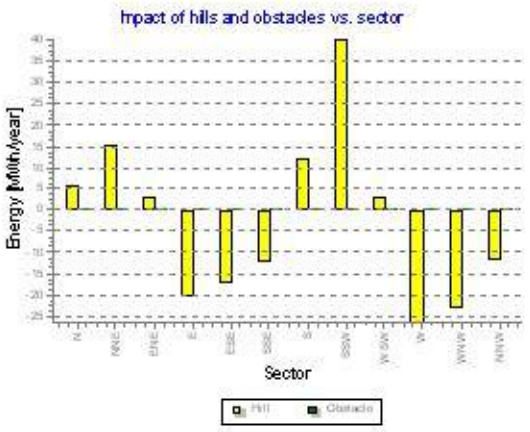
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3C V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.048,6	1.435,2	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,5	2.791,7	1.512,7	1.920,8	1.115,7	17.563,3
Resulting energy	[MWh]	8.361,5	10.273,5	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,5	40.045,2	21.483,7	13.962,1	11.053,0	207.972,1
Specific energy	[kWh/m²]													1.326
Specific energy	[kWh/kW]													4.176
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	11,1	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,5	6,6	12,1	9,2	7,79
Utilization	[%]	26,7	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,6	17,7	24,1	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	501	815	804	431	280	222	4.176





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3C V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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 is lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

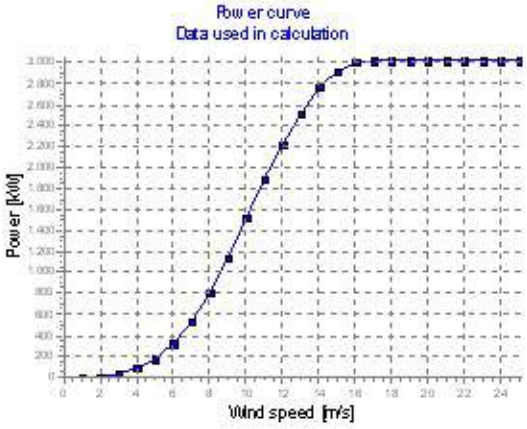
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

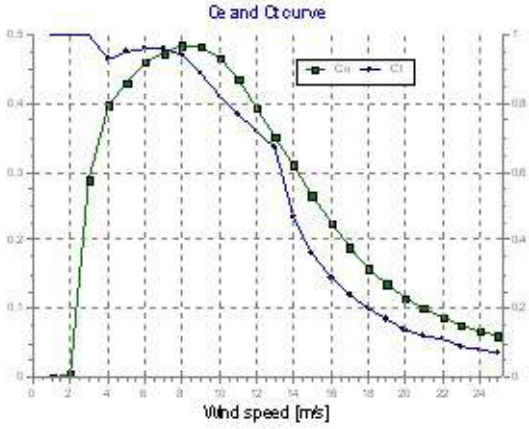
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,3	13,9	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	45,7	59,6	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	117,8	177,4	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	241,9	419,3	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	419,4	838,7	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	632,8	1.471,5	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	843,0	2.314,5	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	999,7	3.314,2	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.061,9	4.376,1	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.025,5	5.401,6	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	919,2	6.320,8	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	768,4	7.089,2	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	597,5	7.686,7	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	436,3	8.123,1	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	302,2	8.425,3	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	200,2	8.625,5	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,0	8.753,5	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	79,1	8.832,6	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	47,3	8.879,9	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	27,4	8.907,3	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,3	8.922,6	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,3	8.930,9	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	8.933,8	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3C V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3C V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

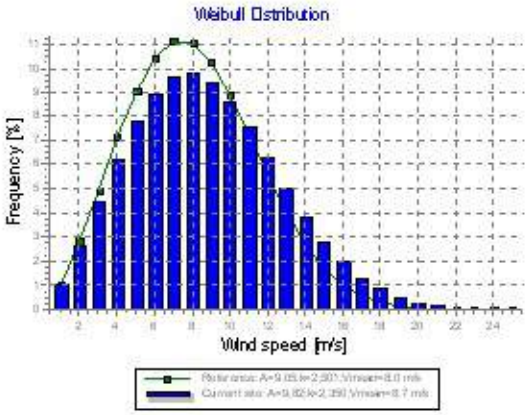
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

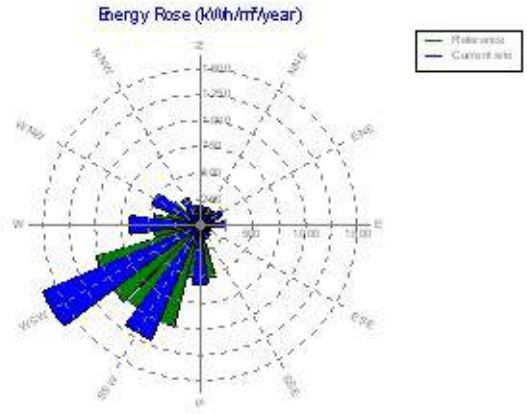
Wind statistics

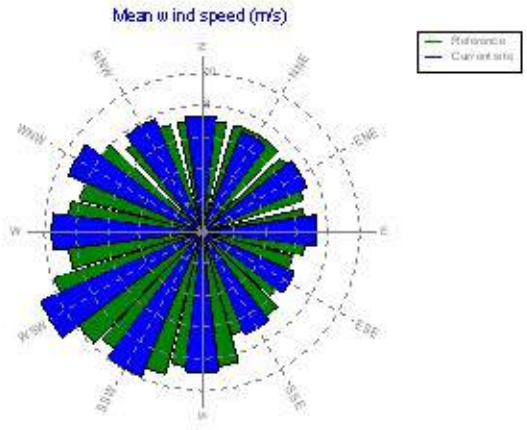
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

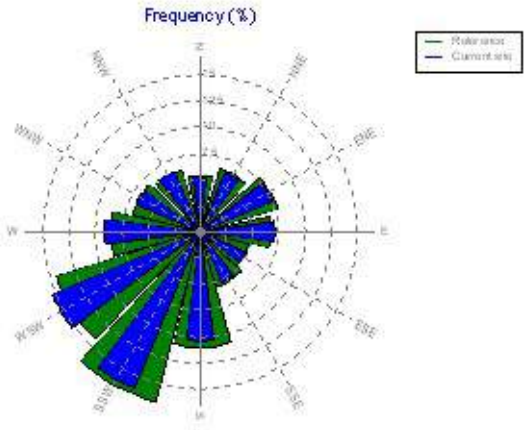
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3C V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

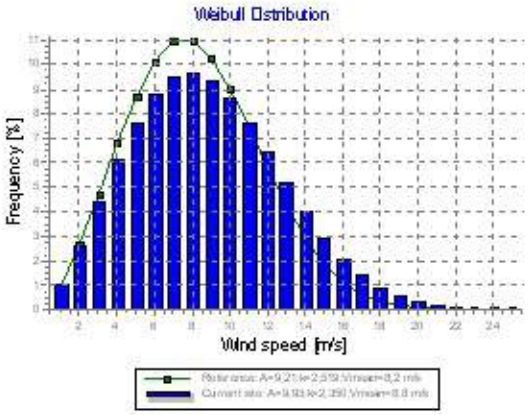
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

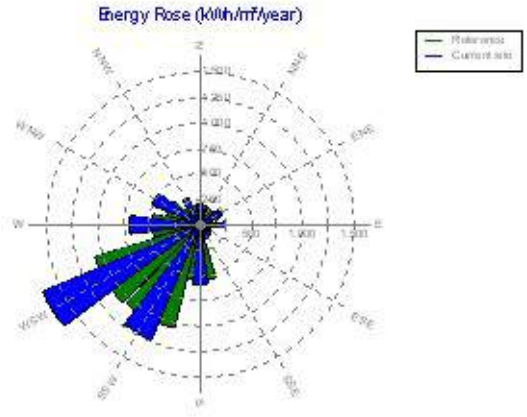
Wind statistics

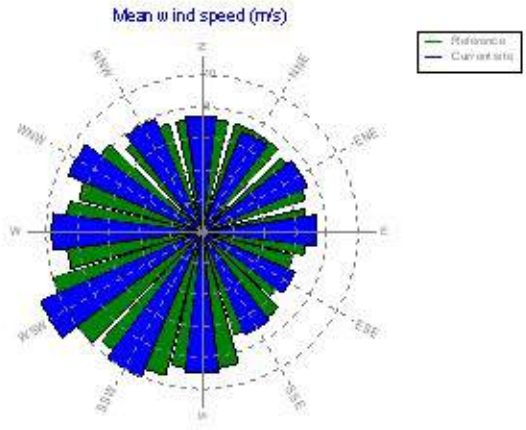
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

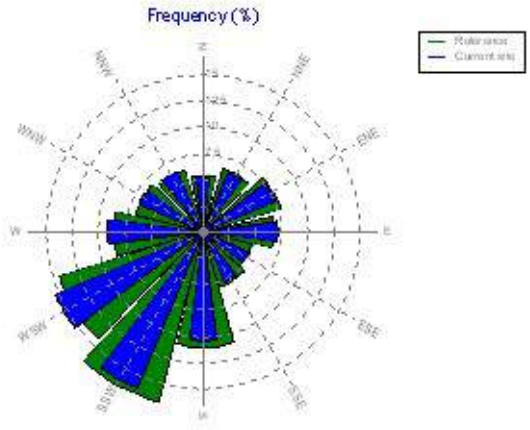
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3C V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

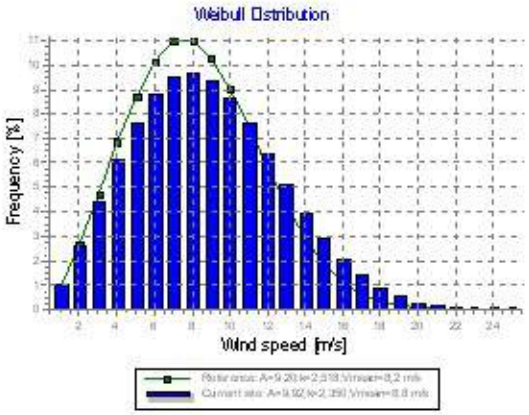
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

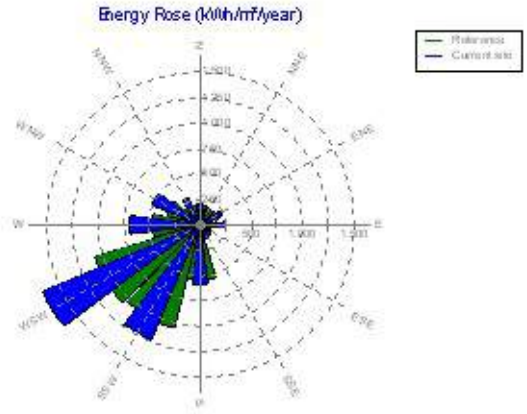
Wind statistics

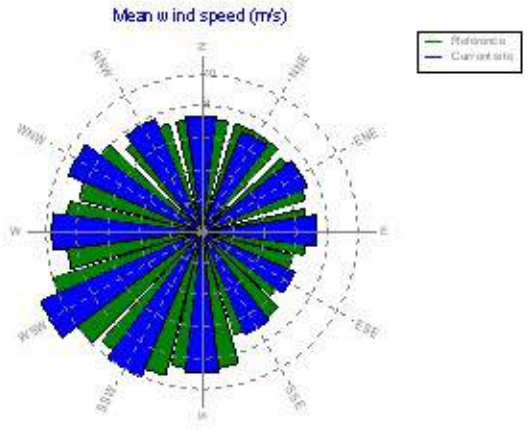
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

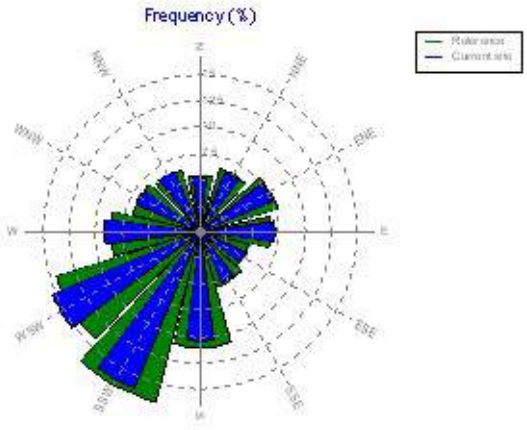
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 3C V117 2027

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	339	278	252	264	303	274	280	305	282	252	296	271	273	297
3,5	2.994	2.339	2.355	2.261	2.328	2.250	2.175	2.334	2.221	2.322	2.484	2.360	2.340	2.503
4,5	8.372	6.641	6.598	6.542	6.851	6.575	6.409	6.811	6.632	6.580	6.790	6.567	6.407	6.787
5,5	16.534	13.361	13.261	13.195	13.832	13.317	13.043	13.746	13.435	13.202	13.562	13.196	12.878	13.535
6,5	28.237	23.085	22.961	22.717	23.795	22.974	22.547	23.675	23.159	22.793	23.512	22.858	22.341	23.411
7,5	43.982	36.452	36.318	35.831	37.338	36.144	35.547	37.174	36.359	36.044	37.248	36.191	35.605	37.073
8,5	63.774	53.927	53.850	52.963	54.899	53.290	52.434	54.703	53.562	53.389	55.314	53.683	53.019	54.915
9,5	86.474	75.001	75.036	73.773	76.031	73.942	72.870	75.640	74.194	74.358	77.064	74.799	74.232	76.395
10,5	107.533	96.826	97.159	95.654	98.028	95.448	94.141	97.094	95.627	96.068	99.403	96.597	96.179	98.544
11,5	122.849	115.277	115.878	114.483	116.571	113.942	112.735	115.437	114.591	114.438	117.566	114.824	114.550	116.652
12,5	129.558	126.339	126.734	126.557	127.707	125.403	125.440	126.731	126.138	125.737	127.360	125.401	125.784	126.981
13,5	132.260	130.937	131.133	131.464	131.702	130.152	131.381	131.502	130.575	130.550	131.225	130.007	131.135	131.466
14,5	133.680	133.136	133.228	133.458	133.476	132.505	133.481	133.427	132.912	133.034	133.288	132.497	133.417	133.435
15,5	134.358	134.129	134.167	134.281	134.268	133.884	134.287	134.245	134.015	134.069	134.178	133.875	134.286	134.262
16,5	134.667	134.601	134.605	134.647	134.647	134.506	134.651	134.638	134.560	134.599	134.621	134.506	134.651	134.642
17,5	134.720	134.715	134.714	134.719	134.720	134.701	134.720	134.719	134.710	134.717	134.717	134.701	134.720	134.719
18,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
19,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
20,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
21,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
22,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
23,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
24,5	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720	134.720
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.

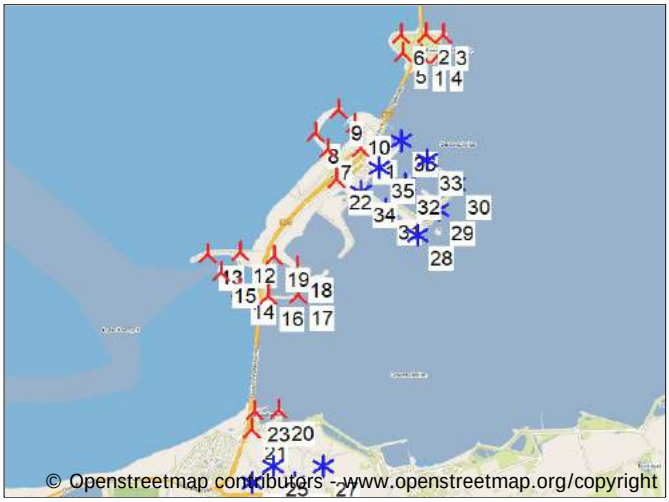
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3C V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	5	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	6	0,0	284	3,5	3,5
6	0,0	5	0,0	284	3,5	3,5
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
11	0,0	10	0,0	416	3,6	3,6
12	0,0	15	0,0	459	3,9	3,9
13	0,0	15	0,0	376	3,2	3,2
14	0,0	15	0,0	412	3,5	3,5
15	0,0	13	0,0	376	3,2	3,2
16	0,0	14	0,0	481	4,1	4,1
17	0,0	18	0,0	465	4,0	4,0
18	0,0	19	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
20	0,0	23	0,0	410	3,5	3,5
21	0,0	23	0,0	299	2,6	2,6
22	0,0	34	0,0	438	3,7	3,4
23	0,0	21	0,0	299	2,6	2,6
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	22	0,0	438	3,7	3,4
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	4,7	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3C V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

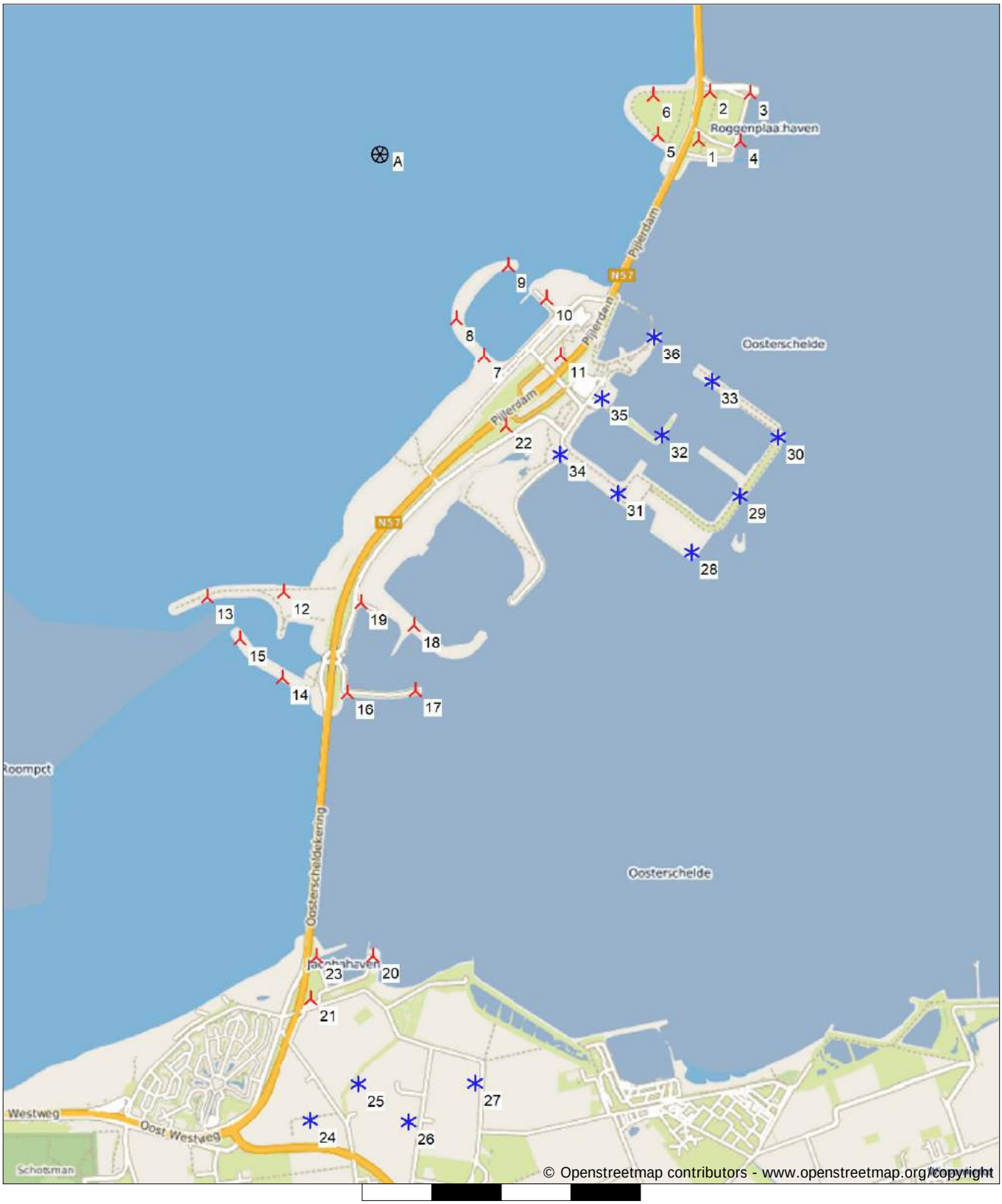
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:32/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3C V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: 3D V117 2027

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	318.703,5	286.833,2	347.869,3	91,6	39,0	13.037,9	3.415	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 22 new WTGs with total 84,0 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Park Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.192,4	8.273	89,52	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.892,6	8.003	87,69	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.805,8	7.925	87,74	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.017,7	8.116	89,37	8,62
5 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.521,1	14.869	94,21	8,74
6 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.078,6	14.471	90,30	8,81
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.398,0	14.758	93,16	8,75
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.204,4	14.584	92,03	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.643,5	14.079	89,28	8,72
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.688,0	14.119	88,53	8,77
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.730,1	14.157	90,77	8,64
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.678,7	15.011	95,81	8,67
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.136,7	14.523	93,80	8,59
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.293,0	14.664	94,10	8,64
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.049,5	14.445	93,07	8,60
16 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.964,0	14.368	93,20	8,56
17 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.628,5	14.066	90,63	8,60
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.745,2	14.171	91,08	8,62
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.895,8	12.506	91,06	8,19
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.266,3	12.840	93,65	8,17
21 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.209,0	14.588	91,44	8,77
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.664,5	12.298	90,13	8,16

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Main Result

Calculation: 3D V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.431	408.513	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (94)
6	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
7	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
8	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
9	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
10	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
11	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
12	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
13	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
14	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
15	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (116)
16	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (117)
17	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (118)
18	New	37.324	405.076	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (119)
19	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
20	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
21	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
22	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3D V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 Open farmland

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 NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

WAsP version WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000
New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	318.703,5	286.833,2	347.869,3	91,6	39,0	13.037,9	3.415	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
23 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
24 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
25 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
26 A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
27 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
28 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
29 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
30 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
31 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
32 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
33 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
34 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
35 A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
23	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
24	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: 3D V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

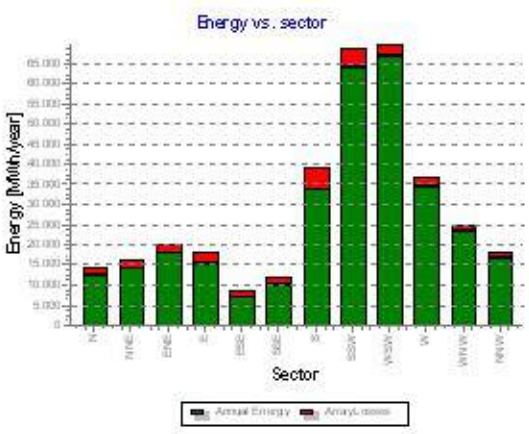
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
25	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
26	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
27	39.716	405.378	0,0	BD1		
28	40.071	405.768	0,0	BD2		
29	40.355	406.180	0,0	BD3		
30	39.195	405.809	0,0	BD4		
31	39.519	406.211	0,0	BD5		
32	39.893	406.586	0,0	BD6		
33	38.781	406.093	0,0	BD7		
34	39.093	406.485	0,0	BD8		
35	39.478	406.907	0,0	BD9		

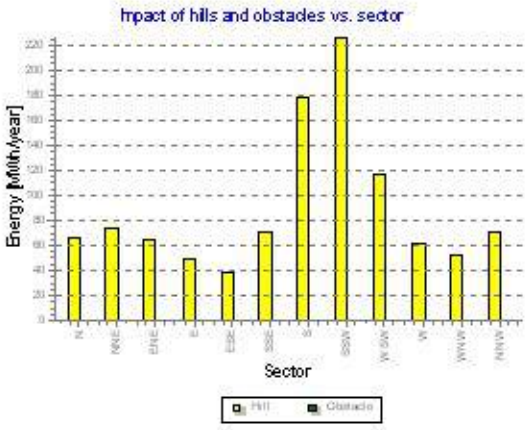
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: 3D V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.129,0	16.250,8	20.258,5	18.242,7	8.626,8	12.027,2	38.959,3	68.698,8	69.633,0	36.959,6	24.805,2	18.200,6	346.791,4
+Increase due to hills	[MWh]	66,6	74,7	66,2	50,1	38,7	72,0	178,7	225,8	117,1	62,4	53,1	72,3	1.077,8
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.195,9	1.880,9	2.381,0	2.685,8	1.481,6	2.064,4	5.028,2	4.930,1	2.674,2	2.488,4	1.113,5	1.241,7	29.165,8
Resulting energy	[MWh]	12.999,7	14.444,6	17.943,8	15.607,0	7.183,9	10.034,8	34.109,8	63.994,5	67.075,9	34.533,7	23.744,8	17.031,2	318.703,6
Specific energy	[kWh/m²]													1.485
Specific energy	[kWh/kW]													3.794
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,31
Decrease due to array losses	[%]	8,4	11,5	11,7	14,7	17,1	17,1	12,8	7,2	3,8	6,7	4,5	6,8	8,38
Utilization	[%]	29,6	33,5	33,9	31,7	33,9	33,6	29,1	27,8	22,8	23,7	21,7	27,5	26,6
Operational	[Hours/year]	453	527	639	607	407	460	921	1.407	1.258	781	566	539	8.565
Full Load Equivalent	[Hours/year]	155	172	214	186	86	119	406	762	799	411	283	203	3.794

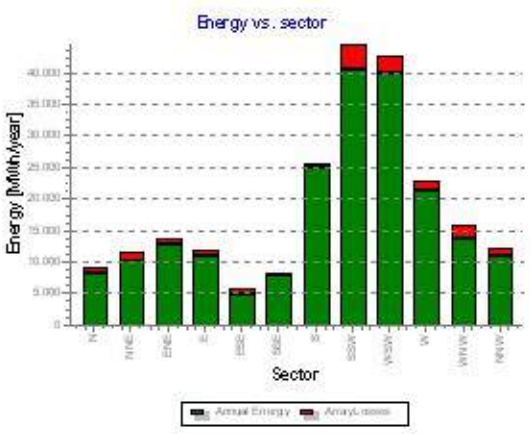


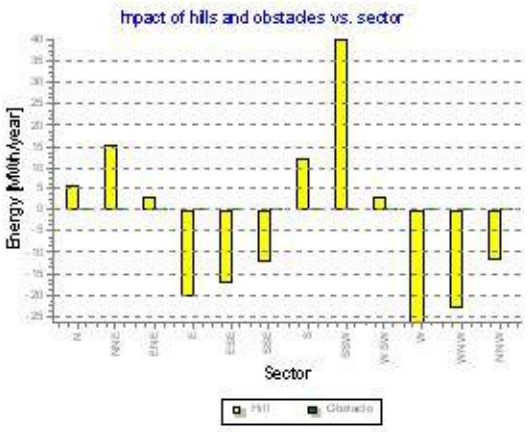


PARK - Production Analysis

Calculation: 3D V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,8	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.026,7	1.430,6	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.930,5	2.663,2	1.560,4	1.848,2	1.122,3	17.390,1
Resulting energy	[MWh]	8.383,3	10.278,1	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.567,5	40.173,7	21.436,0	14.034,7	11.046,4	208.145,3
Specific energy	[kWh/m²]													1.327
Specific energy	[kWh/kW]													4.180
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	10,9	12,2	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	8,8	6,2	6,8	11,6	9,2	7,71
Utilization	[%]	26,8	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,5	17,8	24,0	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	501	815	807	430	282	222	4.180





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: 3D V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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 is lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

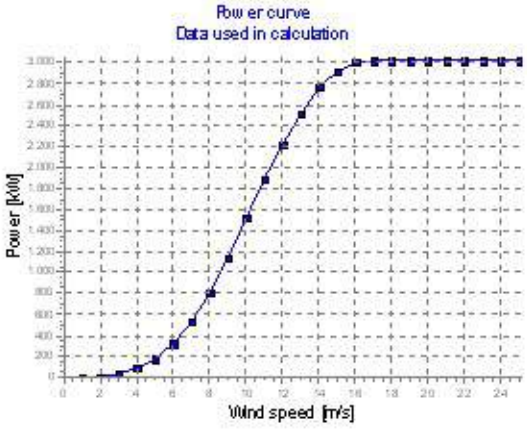
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

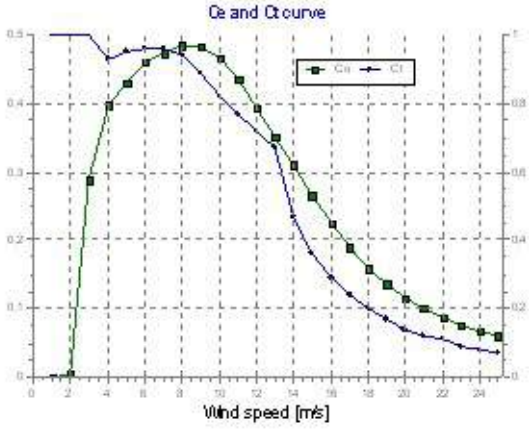
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,7	14,3	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	47,0	61,4	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	121,2	182,6	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	248,9	431,5	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	431,6	863,0	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	651,1	1.514,1	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	867,4	2.381,5	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.028,6	3.410,2	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.092,7	4.502,8	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.055,2	5.558,0	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	945,8	6.503,8	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	790,7	7.294,5	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	614,8	7.909,3	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	449,0	8.358,3	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	310,9	8.669,2	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	206,0	8.875,2	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	131,7	9.006,9	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	81,4	9.088,4	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	48,7	9.137,0	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	28,2	9.165,2	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,8	9.181,0	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,5	9.189,5	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	3,0	9.192,4	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: 3D V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3D V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

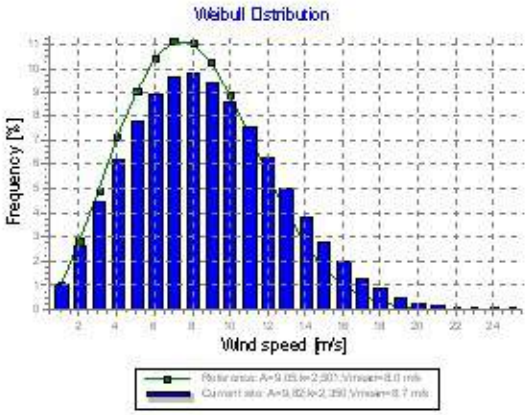
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

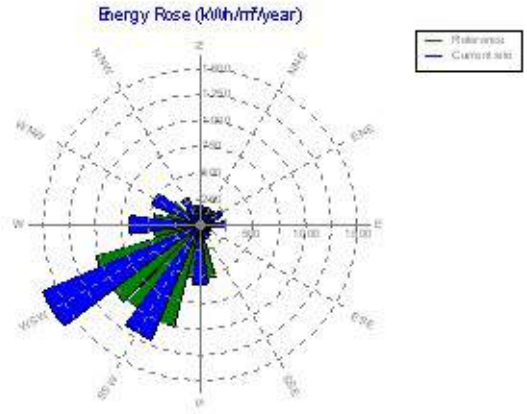
Wind statistics

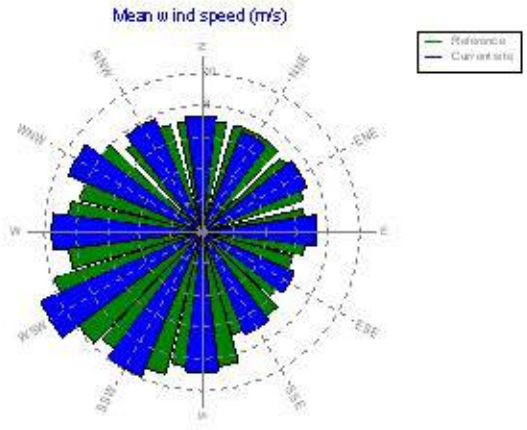
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

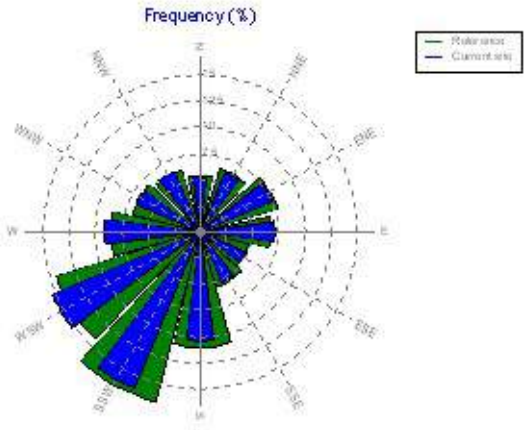
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3D V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

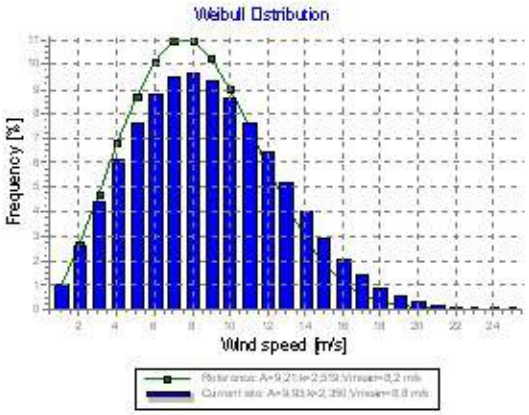
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

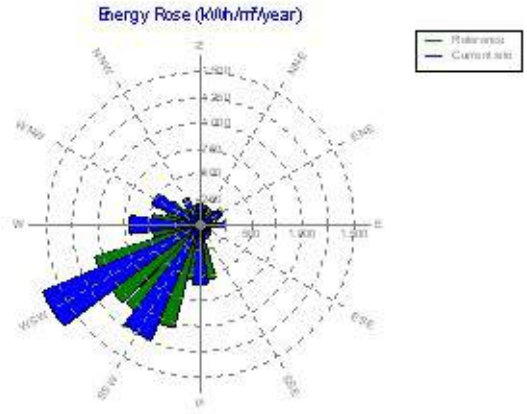
Wind statistics

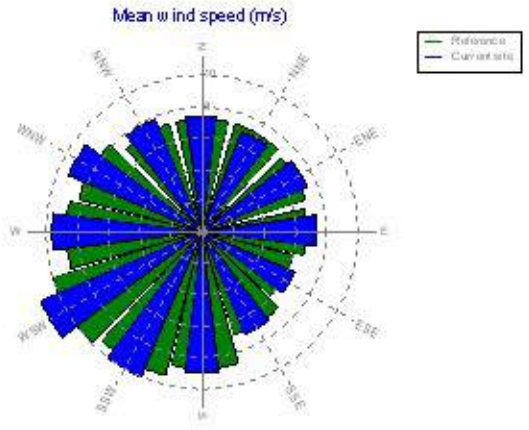
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

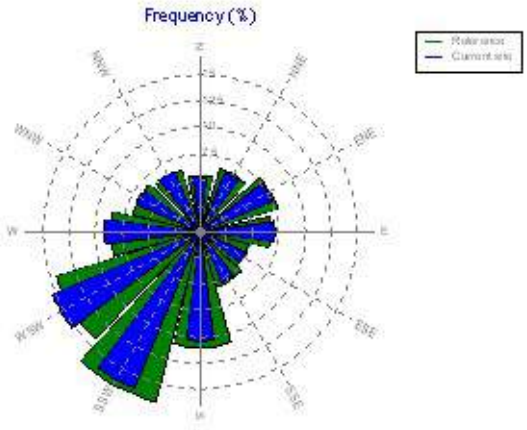
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: 3D V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

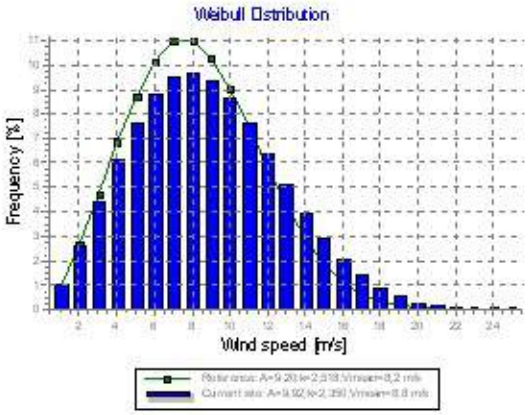
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

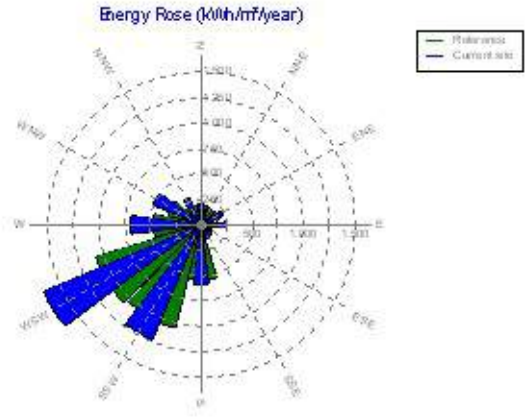
Wind statistics

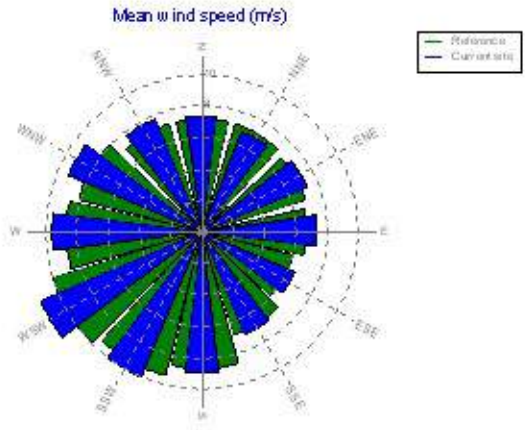
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

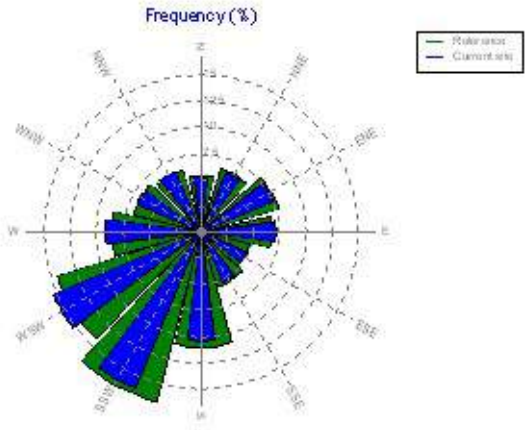
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Park power curve

Calculation: 3D V117 2027

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	314	264	252	242	289	268	267	288	270	231	283	264	261	282
3,5	2.965	2.332	2.377	2.266	2.320	2.243	2.140	2.306	2.211	2.304	2.477	2.385	2.338	2.491
4,5	8.353	6.652	6.623	6.548	6.840	6.618	6.397	6.788	6.637	6.596	6.794	6.618	6.422	6.773
5,5	16.505	13.392	13.312	13.217	13.810	13.402	13.029	13.719	13.464	13.246	13.584	13.290	12.920	13.519
6,5	28.187	23.138	23.063	22.761	23.769	23.115	22.519	23.635	23.211	22.858	23.546	23.030	22.411	23.393
7,5	43.907	36.544	36.522	35.936	37.310	36.371	35.504	37.113	36.448	36.142	37.292	36.489	35.710	37.062
8,5	63.676	54.064	54.158	53.127	54.887	53.639	52.388	54.611	53.690	53.513	55.365	54.165	53.154	54.911
9,5	86.378	75.190	75.429	73.993	76.051	74.450	72.846	75.527	74.371	74.520	77.101	75.495	74.385	76.398
10,5	107.390	97.024	97.539	95.847	98.060	96.087	94.157	96.943	95.848	96.239	99.375	97.423	96.264	98.494
11,5	122.563	115.371	116.118	114.493	116.499	114.584	112.719	115.195	114.793	114.485	117.403	115.585	114.450	116.463
12,5	128.824	126.065	126.512	125.977	127.280	125.810	125.105	126.191	126.114	125.446	126.837	125.711	125.184	126.385
13,5	130.965	130.054	130.250	130.213	130.691	129.958	130.428	130.430	129.957	129.622	130.159	129.623	129.869	130.333
14,5	131.987	131.660	131.745	131.781	131.913	131.545	131.930	131.840	131.564	131.511	131.685	131.386	131.671	131.821
15,5	132.438	132.301	132.338	132.369	132.408	132.248	132.432	132.375	132.248	132.239	132.294	132.182	132.333	132.379
16,5	132.644	132.605	132.614	132.626	132.637	132.583	132.643	132.628	132.588	132.595	132.606	132.556	132.610	132.629
17,5	132.680	132.677	132.677	132.679	132.680	132.674	132.680	132.679	132.675	132.677	132.678	132.671	132.677	132.679
18,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
19,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
20,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
21,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
22,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
23,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
24,5	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680	132.680
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.

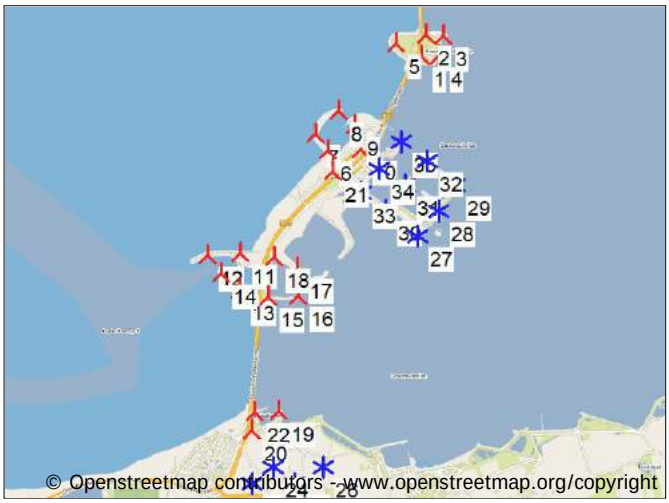
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: 3D V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	4	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	1	0,0	457	5,6	3,9
6	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
7	0,0	6	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
9	0,0	8	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	416	3,6	3,6
11	0,0	14	0,0	459	3,9	3,9
12	0,0	14	0,0	376	3,2	3,2
13	0,0	14	0,0	412	3,5	3,5
14	0,0	12	0,0	376	3,2	3,2
15	0,0	13	0,0	481	4,1	4,1
16	0,0	17	0,0	465	4,0	4,0
17	0,0	18	0,0	412	3,5	3,5
18	0,0	17	0,0	412	3,5	3,5
19	0,0	22	0,0	410	3,5	3,5
20	0,0	22	0,0	299	2,6	2,6
21	0,0	6	0,0	363	3,1	3,1
22	0,0	20	0,0	299	2,6	2,6
23	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
24	0,0	23	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	448	3,8	3,8
26	0,0	25	0,0	553	4,7	4,7
27	0,0	28	0,0	527	4,2	4,2
28	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
29	0,0	28	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	33	0,0	502	4,0	4,0
31	0,0	34	0,0	506	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	524	4,1	4,1
33	0,0	34	0,0	501	3,9	3,9
34	0,0	10	0,0	425	3,6	3,3
35	0,0	32	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	290	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	5,6	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Wind statistics info

Calculation: 3D V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

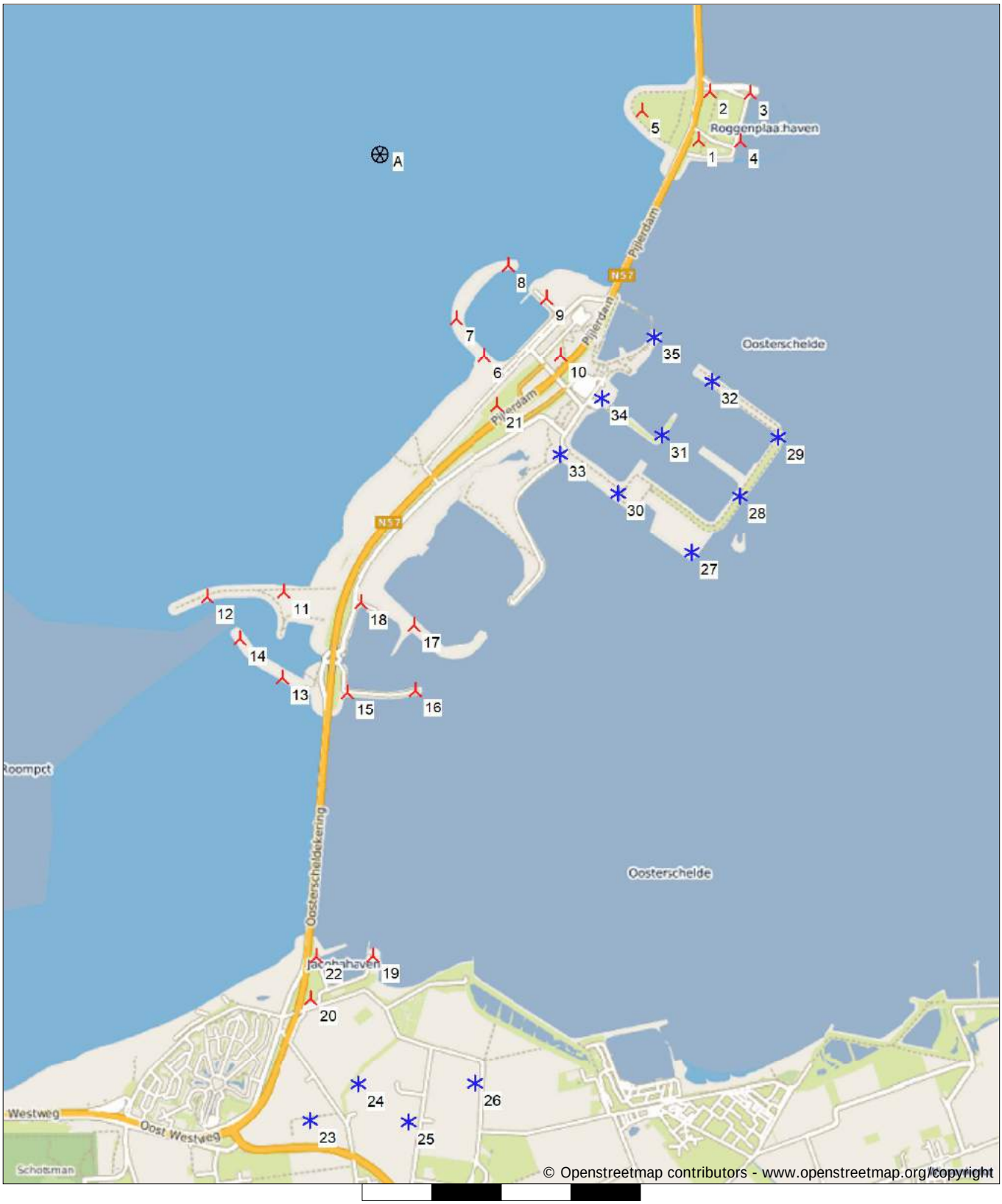
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:13/3.0.654

PARK - Map

Calculation: 3D V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

Project:
P179_Opt OSK_totaal

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: VKA V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	316.155,5	284.539,9	347.293,8	91,0	37,7	12.371,3	3.309	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 23 new WTGs with total 86,0 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.937,8	8.044	87,04	8,72
2 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.710,3	7.839	85,90	8,65
3 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.662,9	7.797	86,31	8,60
4 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	8.918,4	8.027	88,39	8,62
5 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.087,3	8.179	89,48	8,66
6 A	Yes	ENERCON	E-82 E3-3.000	3.000	82,0	84,6	0,0	EMD	Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	9.136,5	8.223	90,23	8,65
7 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.038,3	14.434	90,08	8,81
8 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.370,2	14.733	93,01	8,75
9 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.177,5	14.560	91,88	8,75
10 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.621,2	14.059	89,16	8,72
11 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.657,6	14.092	88,36	8,77
12 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	15.713,8	14.142	90,68	8,64
13 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.660,3	14.994	95,70	8,67
14 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.102,9	14.493	93,60	8,59
15 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.278,6	14.651	94,01	8,64
16 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.888,3	12.499	91,01	8,19
17 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.264,7	12.838	93,64	8,17
18 A	No	VESTAS	V117-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	14-07-2017 1.225 25.00 0.00	16.168,2	14.551	91,21	8,77
19 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	13.659,1	12.293	90,09	8,16
20 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	15.233,1	13.710	92,91	8,60
21 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	15.160,1	13.644	93,03	8,56
22 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	14.687,9	13.219	89,58	8,60
23 A	Yes	VESTAS	V117-4.0-MA-4.000	4.000	117,0	91,5	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - 01-2016	15.020,7	13.519	91,04	8,64

*) Included in array losses is influence from 13 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Main Result

Calculation: VKA V117 2027

WTG siting

		Dutch Stereo-RD/NAP 2008			
		X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description
1	New	39.834	408.297	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (4)
2	New	39.923	408.636	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (5)
3	New	40.213	408.621	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (6)
4	New	40.134	408.282	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (7)
5	New	39.537	408.340	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (78)
6	New	39.515	408.623	0,0	ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 84,6 m (TOT: 125,6 m) (79)
7	New	38.254	406.802	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (95)
8	New	38.058	407.073	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (96)
9	New	38.441	407.439	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (97)
10	New	38.709	407.201	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (99)
11	New	38.803	406.796	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (101)
12	New	36.771	405.164	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (112)
13	New	36.219	405.143	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (113)
14	New	36.745	404.561	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (114)
15	New	36.444	404.842	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (115)
16	New	37.353	402.574	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (126)
17	New	36.895	402.282	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (128)
18	New	38.338	406.449	0,0	VESTAS V117 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (131)
19	New	36.943	402.577	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (134)
20	New	37.211	404.441	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (167)
21	New	37.704	404.444	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (168)
22	New	37.701	404.909	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (169)
23	New	37.471	405.148	0,0	VESTAS V117-4.0-MA 4000 117.0 !O! hub: 91,5 m (TOT: 150,0 m) (170)

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Reference WTGs

Calculation: VKA V117 2027

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,231 kg/m³ to 1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,5 % to 100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	84,6 m to 99,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	10,1 °C to 10,2 °C
Pressure at WTGs	1.001,2 hPa to 1.003,0 hPa

Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,075 Open farmland

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	NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Scale 1:125.000

New WTG
Existing WTG
Site Data

Key results for height 50,0 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	37.537	408.244	Site data: WAsP (3)	WAsP (WAsP 11 Version 11.05.0028)	4.741	8,1	0,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	316.155,5	284.539,9	347.293,8	91,0	37,7	12.371,3	3.309	8,6

¤) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 13 reference WTGs with total 49,8 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Calculated prod. without new WTGs [MWh]	Goodness Factor [%]
24	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.991,2	0
25	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.741,6	0
26	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.889,8	0
27	A	Yes	NORDEX	N117/3000-3.000	3.000	116,8	91,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 3000kW - R02 - 10/2015	12.947,2	0
28	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.303,6	0
29	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.847,0	0
30	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.873,0	0
31	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.105,4	0
32	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.490,4	0
33	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.691,7	0
34	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	18.281,6	0
35	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.751,6	0
36	A	No	ENERCON	E-126 EP4 TES-4.200	4.200	127,0	99,0	0,0	EMD	Level 0 - official - 0 s - 4200kW - 08/2015	17.844,8	0

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2008

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
24	36.871	401.421	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (19)		
25	37.224	401.668	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (20)		

To be continued on next page...

PARK - Reference WTGs

Calculation: VKA V117 2027

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD / NAP 2008

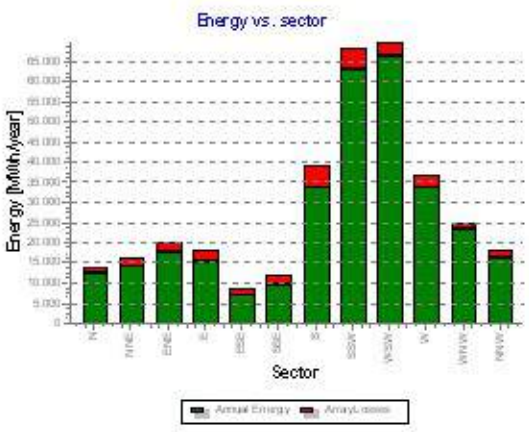
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Production source	Statistical basis for normalized production: [Months]
26	37.579	401.395	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (21)		
27	38.067	401.656	0,0	NORDEX N117/3000 3000 116.8 !O! hub: 91,0 m (TOT: 149,4 m) (22)		
28	39.716	405.378	0,0	BD1		
29	40.071	405.768	0,0	BD2		
30	40.355	406.180	0,0	BD3		
31	39.195	405.809	0,0	BD4		
32	39.519	406.211	0,0	BD5		
33	39.893	406.586	0,0	BD6		
34	38.781	406.093	0,0	BD7		
35	39.093	406.485	0,0	BD8		
36	39.478	406.907	0,0	BD9		

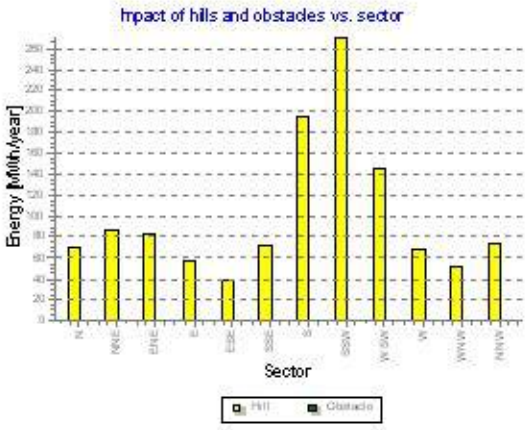
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: VKA V117 2027WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	14.037,8	16.190,0	20.202,6	18.188,2	8.623,9	12.011,2	38.892,3	68.547,9	69.640,9	36.873,3	24.754,2	18.109,5	346.071,9
+Increase due to hills	[MWh]	72,0	87,2	82,7	58,4	39,7	73,5	195,9	270,2	145,7	69,2	53,1	74,2	1.221,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.286,6	1.926,1	2.473,6	2.929,7	1.478,9	2.233,9	5.300,5	5.334,4	2.847,7	2.825,4	1.070,9	1.430,5	31.138,3
Resulting energy	[MWh]	12.823,2	14.351,1	17.811,7	15.316,9	7.184,7	9.850,8	33.787,8	63.483,7	66.938,9	34.117,1	23.736,4	16.753,2	316.155,6
Specific energy	[kWh/m²]													1.474
Specific energy	[kWh/kW]													3.676
Increase due to hills	[%]	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,35
Decrease due to array losses	[%]	9,1	11,8	12,2	16,1	17,1	18,5	13,6	7,8	4,1	7,6	4,3	7,9	8,97
Utilization	[%]	29,2	33,3	33,7	31,2	34,0	33,1	28,9	27,7	22,8	23,5	21,8	27,1	26,4
Operational	[Hours/year]	453	527	640	606	407	459	919	1.408	1.260	781	566	538	8.564
Full Load Equivalent	[Hours/year]	149	167	207	178	84	115	393	738	778	397	276	195	3.676



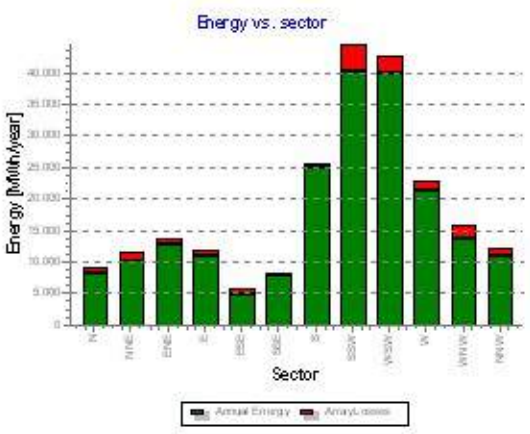


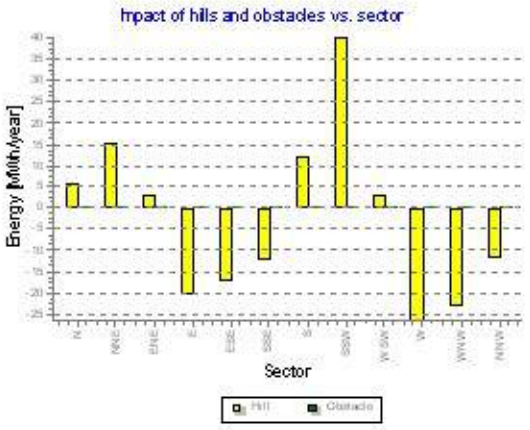
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Production Analysis

Calculation: VKA V117 2027WTG: All existing WTGs, Air density varies with WTG position 1,234 kg/m³ - 1,235 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]	9.404,1	11.693,4	14.051,3	11.930,6	5.930,6	8.352,3	25.804,0	44.457,9	42.834,0	23.022,9	15.905,9	12.180,3	225.567,3
+Increase due to hills	[MWh]	6,0	15,3	2,9	-20,4	-17,1	-12,2	11,9	40,0	2,8	-26,5	-22,9	-11,7	-31,9
-Decrease due to array losses	[MWh]	1.056,5	1.435,1	986,7	780,5	832,8	337,5	870,7	3.984,7	2.775,9	1.572,8	1.848,2	1.120,3	17.601,7
Resulting energy	[MWh]	8.353,6	10.273,6	13.067,4	11.129,7	5.080,7	8.002,6	24.945,1	40.513,2	40.061,0	21.423,6	14.034,7	11.048,4	207.933,7
Specific energy	[kWh/m²]													1.326
Specific energy	[kWh/kW]													4.175
Increase due to hills	[%]	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01
Decrease due to array losses	[%]	11,2	12,3	7,0	6,6	14,1	4,0	3,4	9,0	6,5	6,8	11,6	9,2	7,80
Utilization	[%]	26,7	29,3	32,4	32,2	33,1	36,4	28,6	24,1	19,9	21,5	17,8	24,0	24,2
Operational	[Hours/year]	456	527	644	606	407	471	931	1.415	1.237	770	568	540	8.571
Full Load Equivalent	[Hours/year]	168	206	262	223	102	161	501	814	804	430	282	222	4.175





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VKA V117 2027WTG: 1 - ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014, Hub height: 84,6 m

Name: Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
1-8-2014	EMD	25-11-2009	8-1-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,57

According to Enercon specification document D0341614-0_#_ger_#_LK_E-82_E3_3000kW_BM0_berechnet_V1.0

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]	2.777	4.645	6.731	8.822	10.759	12.433
ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! Level 0 - official - Mode 0 - 08/2014	[MWh]	3.029	4.862	6.877	8.888	10.750	12.354
Check value	[%]	-8	-4	-2	-1	0	1

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 is lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

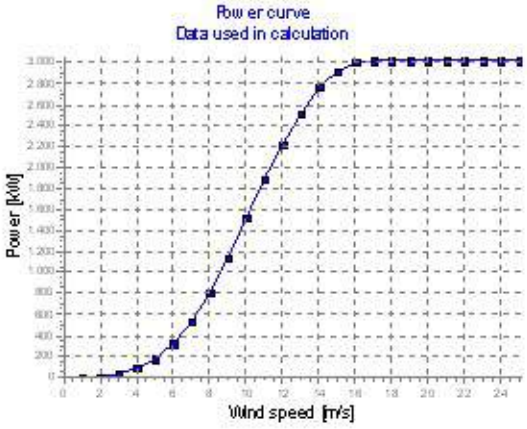
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

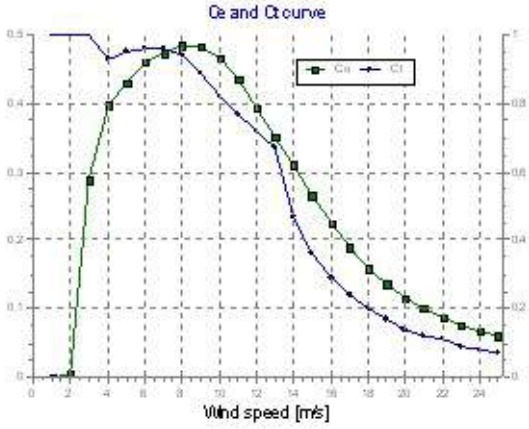
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
1,0	0,0	0,00	3,0	1,00
2,0	0,0	0,00	4,0	0,93
3,0	25,0	0,29	5,0	0,95
4,0	82,0	0,40	6,0	0,96
5,0	174,0	0,43	7,0	0,96
6,0	321,0	0,46	8,0	0,94
7,0	525,0	0,47	9,0	0,89
8,0	800,0	0,48	10,0	0,82
9,0	1.135,0	0,48	11,0	0,77
10,0	1.510,0	0,47	12,0	0,72
11,0	1.880,0	0,44	13,0	0,67
12,0	2.200,0	0,39	14,0	0,47
13,0	2.500,0	0,35	15,0	0,36
14,0	2.770,0	0,31	16,0	0,29
15,0	2.910,0	0,27	17,0	0,24
16,0	3.000,0	0,23	18,0	0,20
17,0	3.020,0	0,19	19,0	0,17
18,0	3.020,0	0,16	20,0	0,14
19,0	3.020,0	0,14	21,0	0,12
20,0	3.020,0	0,12	22,0	0,11
21,0	3.020,0	0,10	23,0	0,09
22,0	3.020,0	0,09	24,0	0,08
23,0	3.020,0	0,08	25,0	0,07
24,0	3.020,0	0,07		
25,0	3.020,0	0,06		

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,233 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	0,1	0,00	1,50- 2,50	1,6	1,6	0,0
3,0	25,4	0,29	2,50- 3,50	12,3	13,9	0,2
4,0	82,8	0,40	3,50- 4,50	45,7	59,7	0,7
5,0	175,6	0,43	4,50- 5,50	117,9	177,5	2,0
6,0	323,6	0,46	5,50- 6,50	242,0	419,5	4,7
7,0	529,1	0,47	6,50- 7,50	419,6	839,1	9,4
8,0	805,8	0,48	7,50- 8,50	633,0	1.472,2	16,5
9,0	1.142,8	0,48	8,50- 9,50	843,4	2.315,5	25,9
10,0	1.519,6	0,47	9,50-10,50	1.000,1	3.315,7	37,1
11,0	1.890,5	0,44	10,50-11,50	1.062,4	4.378,1	49,0
12,0	2.211,7	0,39	11,50-12,50	1.025,9	5.404,0	60,5
13,0	2.511,6	0,35	12,50-13,50	919,6	6.323,6	70,8
14,0	2.776,5	0,31	13,50-14,50	768,8	7.092,4	79,4
15,0	2.914,5	0,27	14,50-15,50	597,8	7.690,2	86,0
16,0	3.001,1	0,23	15,50-16,50	436,5	8.126,7	90,9
17,0	3.020,0	0,19	16,50-17,50	302,3	8.429,0	94,3
18,0	3.020,0	0,16	17,50-18,50	200,3	8.629,3	96,5
19,0	3.020,0	0,14	18,50-19,50	128,1	8.757,4	98,0
20,0	3.020,0	0,12	19,50-20,50	79,2	8.836,6	98,9
21,0	3.020,0	0,10	20,50-21,50	47,3	8.883,9	99,4
22,0	3.020,0	0,09	21,50-22,50	27,4	8.911,3	99,7
23,0	3.020,0	0,08	22,50-23,50	15,3	8.926,6	99,9
24,0	3.020,0	0,07	23,50-24,50	8,3	8.934,9	100,0
25,0	3.020,0	0,06	24,50-25,50	2,9	8.937,8	100,0





Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Terrain

Calculation: VKA V117 2027Site Data: A - Site data: WAsP (3)

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.727, Max X: 52.183, Min Y: 388.580, Max Y: 420.081, Width: 27.457 m, Height: 31.500 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Mapfiles\OSK 12km Orograpghy 2m v4.map
Min X: 24.750, Max X: 52.182, Min Y: 390.684, Max Y: 420.081, Width: 27.432 m, Height: 29.398 m

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VKA V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 84,6

Site coordinates

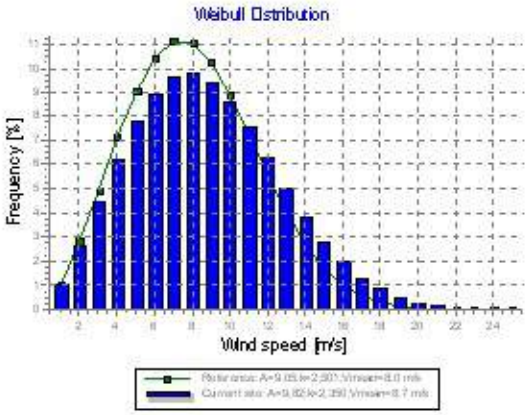
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

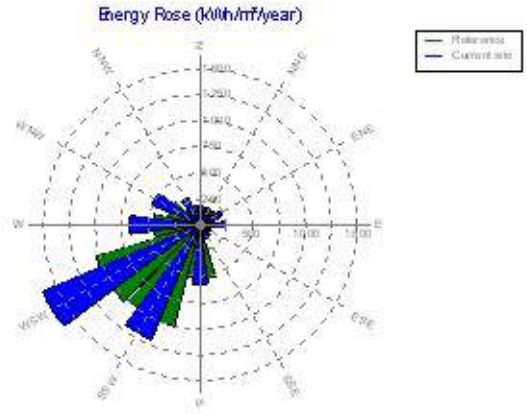
Wind statistics

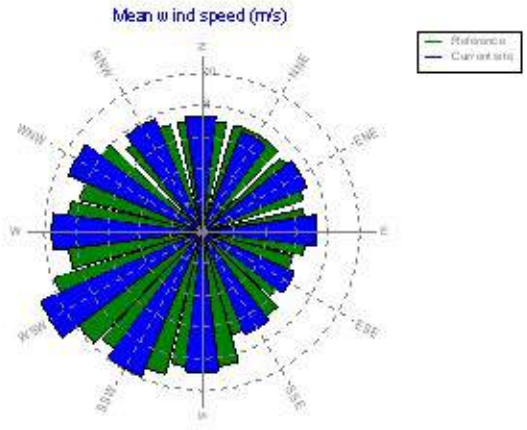
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

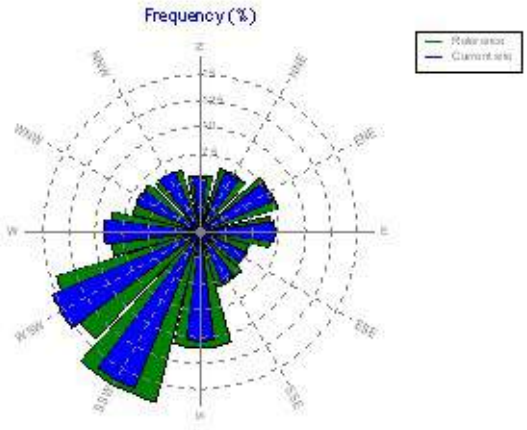
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,26	7,32	2,189	5,3	7,94	2,324	5,4
1 NNE	7,62	6,78	2,732	6,2	7,90	2,824	6,3
2 ENE	8,09	7,21	2,826	7,5	7,58	2,901	7,7
3 E	8,16	7,24	2,537	7,1	7,34	2,623	6,8
4 ESE	7,19	6,38	2,428	4,8	6,63	2,588	4,8
5 SSE	7,85	6,98	2,748	5,2	7,52	2,765	5,4
6 S	9,94	8,86	2,865	10,5	9,56	2,939	11,0
7 SSW	11,07	9,88	2,951	16,2	10,35	3,028	16,8
8 WSW	12,42	11,06	2,822	15,3	10,98	2,903	14,3
9 W	10,70	9,49	2,471	9,2	9,60	2,580	8,6
10 WNW	10,36	9,18	2,111	6,6	9,03	2,210	6,7
11 NNW	8,73	7,73	2,088	6,3	7,96	2,243	6,2
All	9,82	8,71	2,350	100,0	9,05	2,501	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VKA V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,5

Site coordinates

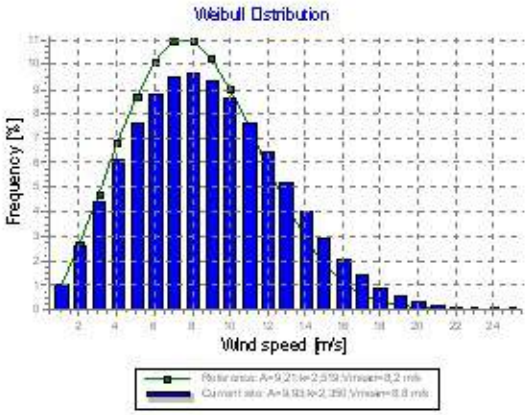
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

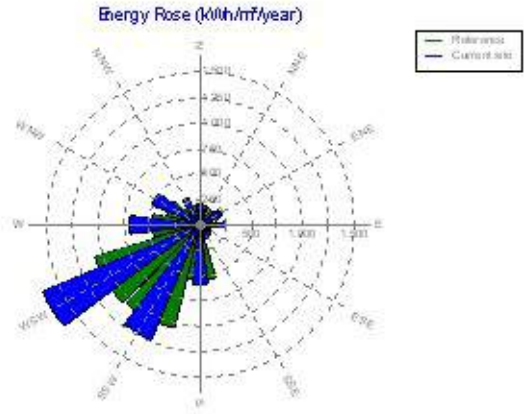
Wind statistics

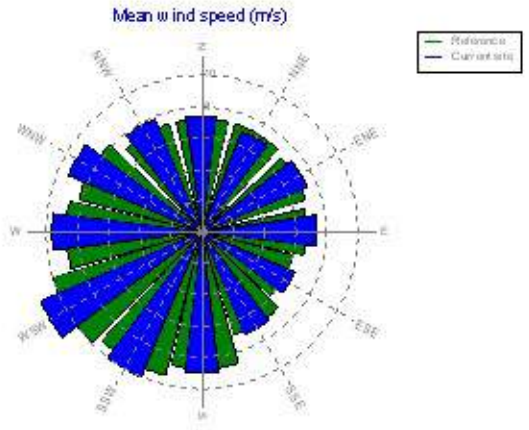
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

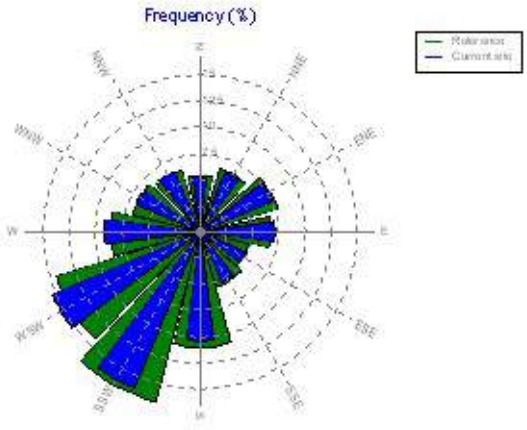
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,37	7,41	2,182	5,3	8,08	2,341	5,4
1 NNE	7,72	6,87	2,736	6,2	8,04	2,845	6,3
2 ENE	8,20	7,30	2,826	7,5	7,72	2,923	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,47	2,643	6,8
4 ESE	7,27	6,44	2,420	4,8	6,75	2,608	4,8
5 SSE	7,94	7,07	2,752	5,2	7,66	2,787	5,4
6 S	10,06	8,97	2,873	10,5	9,73	2,961	11,0
7 SSW	11,18	9,98	2,955	16,2	10,53	3,053	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,15	2,928	14,3
9 W	10,79	9,57	2,463	9,2	9,77	2,600	8,6
10 WNW	10,45	9,25	2,104	6,6	9,19	2,228	6,7
11 NNW	8,81	7,80	2,084	6,3	8,10	2,260	6,2
All	9,93	8,80	2,350	100,0	9,21	2,519	100,0









Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VKA V117 2027Wind data: A - Site data: WAsP (3); Hub height: 91,0

Site coordinates

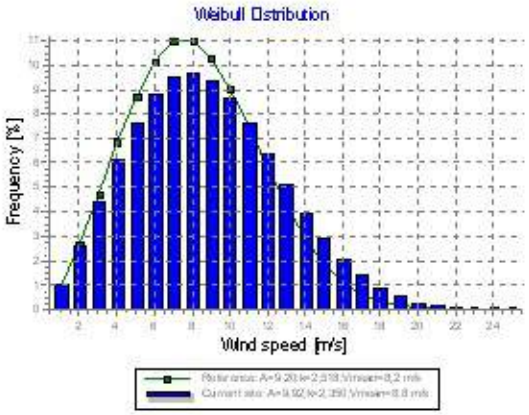
Dutch Stereo-RD/NAP 2008
East: 37.537 North: 408.244

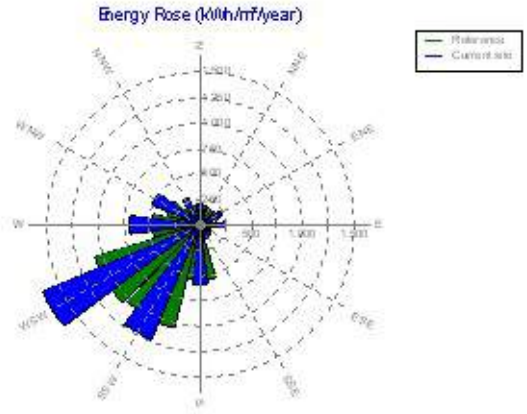
Wind statistics

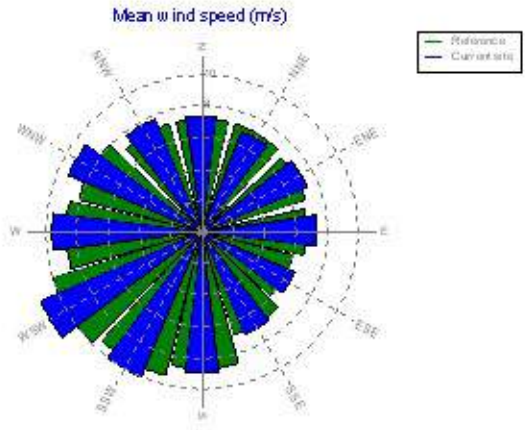
NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws

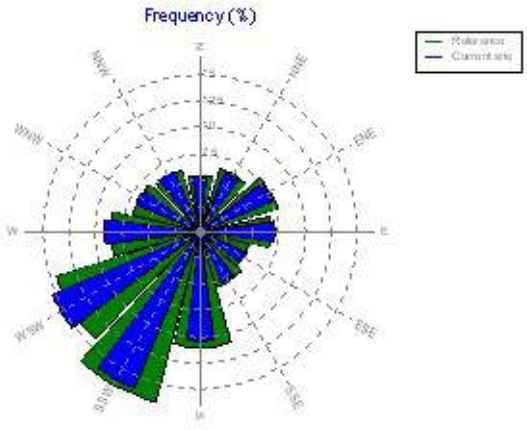
Weibull Data

	Current site				Reference: Roughness class 1		
Sector	A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	8,36	7,41	2,182	5,3	8,07	2,340	5,4
1 NNE	7,71	6,86	2,736	6,2	8,03	2,844	6,3
2 ENE	8,19	7,29	2,826	7,5	7,71	2,921	7,7
3 E	8,25	7,32	2,529	7,1	7,46	2,642	6,8
4 ESE	7,26	6,44	2,420	4,8	6,74	2,607	4,8
5 SSE	7,93	7,06	2,752	5,2	7,65	2,785	5,4
6 S	10,05	8,96	2,873	10,5	9,72	2,960	11,0
7 SSW	11,18	9,97	2,955	16,2	10,51	3,051	16,8
8 WSW	12,52	11,15	2,818	15,3	11,14	2,926	14,3
9 W	10,78	9,56	2,463	9,2	9,76	2,599	8,6
10 WNW	10,44	9,25	2,107	6,6	9,18	2,227	6,7
11 NNW	8,80	7,80	2,084	6,3	8,09	2,259	6,2
All	9,92	8,79	2,350	100,0	9,20	2,518	100,0









PARK - Park power curve

Calculation: VKA V117 2027

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	339	269	252	264	303	274	280	305	282	235	257	266	274	297
3,5	2.994	2.271	2.277	2.223	2.292	2.140	2.106	2.254	2.157	2.220	2.402	2.322	2.333	2.440
4,5	8.371	6.625	6.586	6.543	6.826	6.586	6.445	6.712	6.611	6.564	6.767	6.565	6.462	6.689
5,5	16.534	13.357	13.283	13.216	13.786	13.370	13.125	13.586	13.419	13.214	13.555	13.204	12.993	13.374
6,5	28.232	23.081	23.002	22.762	23.737	23.057	22.669	23.413	23.151	22.814	23.498	22.877	22.526	23.147
7,5	43.970	36.378	36.299	35.872	37.223	36.143	35.629	36.731	36.300	35.971	37.129	36.193	35.827	36.645
8,5	63.742	53.715	53.682	52.965	54.702	53.096	52.412	54.008	53.390	53.119	55.011	53.642	53.247	54.270
9,5	86.434	74.586	74.633	73.690	75.711	73.431	72.663	74.645	73.838	73.795	76.516	74.688	74.410	75.498
10,5	107.337	96.345	96.660	95.492	97.642	94.847	93.954	96.018	95.178	95.450	98.776	96.450	96.302	97.579
11,5	121.768	114.476	115.063	114.061	115.864	113.080	112.129	114.033	113.931	113.541	116.519	114.416	114.189	115.367
12,5	127.992	124.956	125.324	125.307	126.259	124.074	124.212	125.096	124.793	124.354	125.836	124.228	124.600	125.360
13,5	130.664	129.364	129.543	129.882	130.109	128.576	129.826	129.895	128.989	129.009	129.655	128.431	129.597	129.858
14,5	132.080	131.540	131.628	131.859	131.876	130.906	131.883	131.826	131.312	131.452	131.688	130.898	131.825	131.834
15,5	132.758	132.530	132.567	132.681	132.668	132.284	132.687	132.645	132.415	132.477	132.578	132.275	132.686	132.662
16,5	133.067	133.001	133.005	133.047	133.047	132.906	133.051	133.038	132.960	133.001	133.021	132.906	133.051	133.042
17,5	133.120	133.115	133.114	133.119	133.120	133.101	133.120	133.119	133.110	133.117	133.117	133.101	133.120	133.119
18,5	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120
19,5	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120
20,5	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120
21,5	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120
22,5	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120
23,5	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120
24,5	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120	133.120
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.

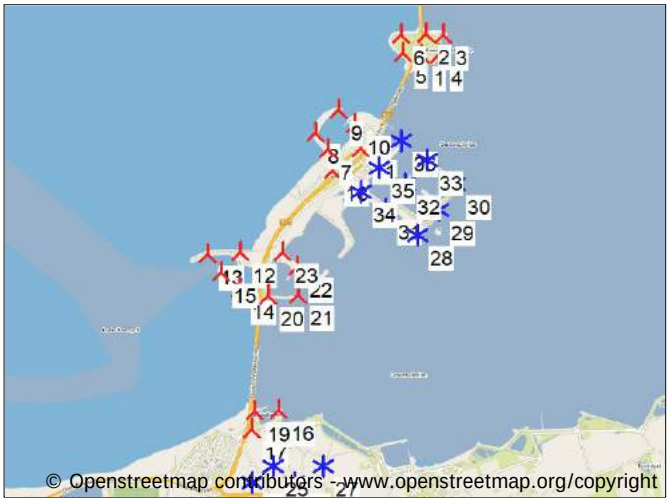
Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - WTG distances

Calculation: VKA V117 2027

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in|rotor diameters (max)	Distance in|rotor diameters (min)
1	0,0	5	0,0	300	3,7	3,7
2	0,0	3	0,0	290	3,5	3,5
3	0,0	2	0,0	290	3,5	3,5
4	0,0	1	0,0	300	3,7	3,7
5	0,0	6	0,0	284	3,5	3,5
6	0,0	5	0,0	284	3,5	3,5
7	0,0	8	0,0	334	2,9	2,9
8	0,0	7	0,0	334	2,9	2,9
9	0,0	10	0,0	358	3,1	3,1
10	0,0	9	0,0	358	3,1	3,1
11	0,0	10	0,0	416	3,6	3,6
12	0,0	15	0,0	459	3,9	3,9
13	0,0	15	0,0	376	3,2	3,2
14	0,0	15	0,0	412	3,5	3,5
15	0,0	13	0,0	376	3,2	3,2
16	0,0	19	0,0	410	3,5	3,5
17	0,0	19	0,0	299	2,6	2,6
18	0,0	7	0,0	363	3,1	3,1
19	0,0	17	0,0	299	2,6	2,6
20	0,0	14	0,0	481	4,1	4,1
21	0,0	22	0,0	465	4,0	4,0
22	0,0	23	0,0	331	2,8	2,8
23	0,0	22	0,0	331	2,8	2,8
24	0,0	25	0,0	431	3,7	3,7
25	0,0	24	0,0	431	3,7	3,7
26	0,0	25	0,0	448	3,8	3,8
27	0,0	26	0,0	553	4,7	4,7
28	0,0	29	0,0	527	4,2	4,2
29	0,0	30	0,0	500	3,9	3,9
30	0,0	29	0,0	500	3,9	3,9
31	0,0	34	0,0	502	4,0	4,0
32	0,0	35	0,0	506	4,0	4,0
33	0,0	36	0,0	524	4,1	4,1
34	0,0	35	0,0	501	3,9	3,9
35	0,0	11	0,0	425	3,6	3,3
36	0,0	33	0,0	524	4,1	4,1
Min	0,0		0,0	284	2,6	2,6
Max	0,0		0,0	553	4,7	4,7



Scale 1:125.000

New WTG Existing WTG

Licensed user:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl

PARK - Wind statistics info

Calculation: VKA V117 2027

Main data for wind statistic

File	C:\Users\Matthijs Jansen\Documents\WindPRO Data\Wind KNMI\Station 316 Schaar\NL De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m.wws
Name	De Schaar 2011 tm 2016 10,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 37.832 North: 408.808
Created	8-2-2017
Edited	8-2-2017
Sectors	12
WAsP version	WAsP 11 Version 11.05.0028

Additional info for wind statistic

Source data	Default Meteo data description
Data from	1-1-2011
Data to	1-1-2017
Measurement length	72,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	72,0 Months

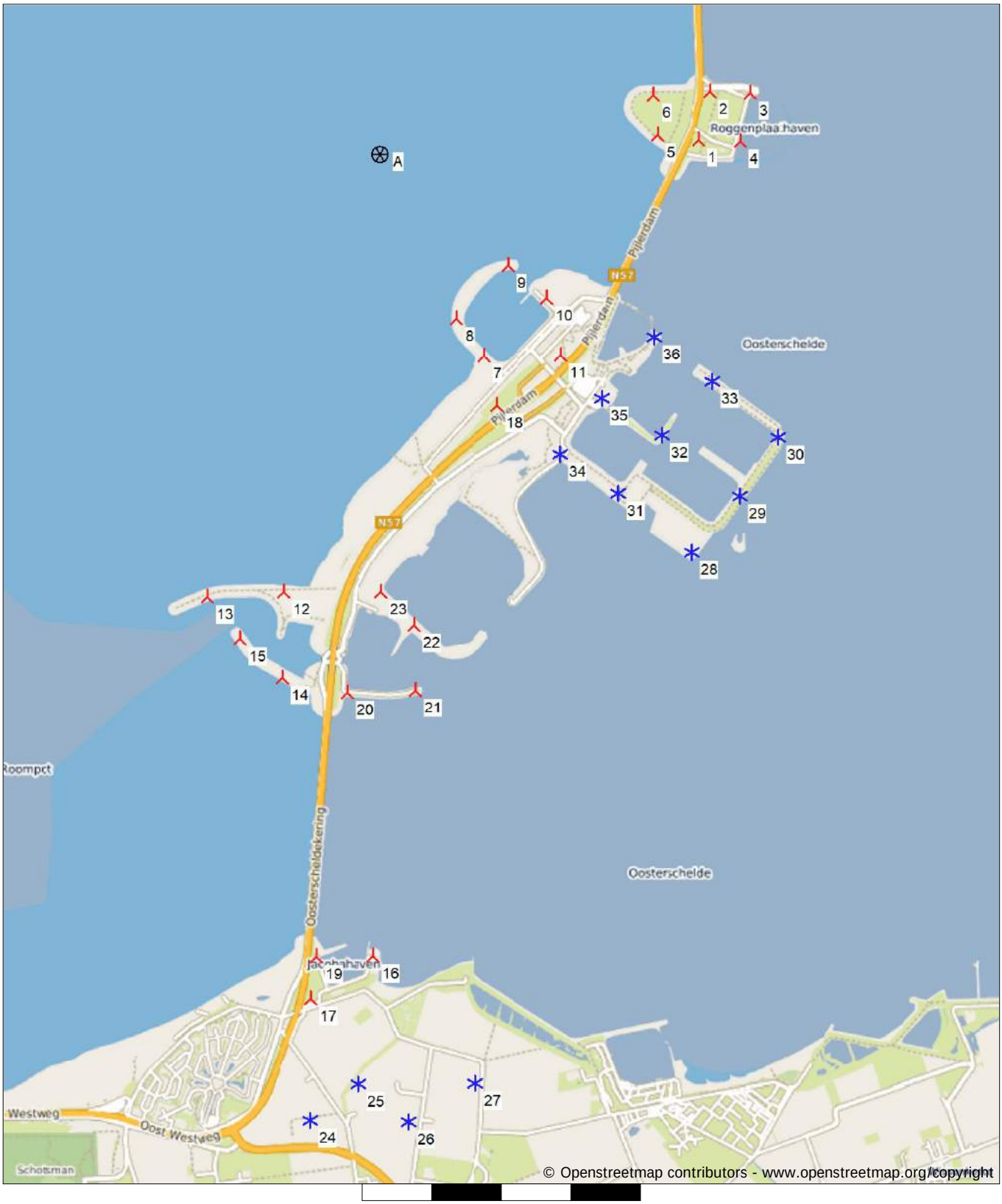
Note

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:
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980 CC Bunnik
+31 30 659 8000
Matthijs Jansen / matthijs.jansen@e-connection.nl
Calculated:
20-10-2017 16:45/3.0.654

PARK - Map

Calculation: VKA V117 2027



0 500 1000 1500 2000 m

Map: OSM provided by terrestris , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 38.287 North: 405.016

New WTG Existing WTG Site Data

colofon

Optimalisatie Windparken Oosterscheldekering

Milieueffectrapportage

auteur	**mr. ing. R.A.J. Schonis**
versie	**7 maart 2018**
documentstatus	**eindconcept MER**
projectnummer	**20170015**

energieke ruimte