

Onderzoek externe veiligheid

Windwinning Hoeksebaan

Eneco Wind BV en FMT BV

720064 | v5.0

5 juli 2024



Pondera

Hoofdvestiging Nederland
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postadres
Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia
Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia
Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Colofon

Soort document
Onderzoek externe veiligheid

Projectnaam
Windwinning Hoeksebaan

Versienummer
v5.0

Datum
5 juli 2024

Project nummer
720064

Opdrachtgever
Eneco Wind BV en FMT BV

Auteur
Kyra de Haan

Nagekeken door
Bouke Vogelaar

Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing. Pondera werkt met een kwaliteitsmanagementsysteem dat door EIK gecertificeerd is volgens de ISO 9001:2015 norm.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Locatieoverzicht	2
1.2	Eigenschappen windturbines	3
1.3	Relevante objecten en infrastructuur	5
2	Bebouwing	6
2.1	Huidige bebouwing	6
2.2	Toekomstige bebouwing	11
2.3	Groepsrisico	13
3	Wegen	14
3.1	Lokale wegen	14
3.2	Waterwegen	15
3.3	Spoorwegen	15
4	Risicovolle inrichtingen	17
5	Buisleidingen	18
6	Hoogspanningsinfrastructuur	19
7	Waterkeringen	20
7.1	Primaire waterkering	20
7.2	Maeslantkering	21
7.3	Europoortkering I	29
8	Kwalitatieve analyse ijsworp scenario	32
9	Conclusie	33
Bijlage 1	Eigenschappen windturbines in relatie tot externe veiligheid	34

1 Inleiding

Eneco Wind BV en FMT BV zijn voornemens om twee windturbines te realiseren in Hoek van Holland: één op het terrein van Renewi en één op het terrein van Hoogheemraadschap van Delfland (HHD). De twee windturbines samen vormen het project Windwinning Hoeksebaan. De windturbines worden een eigen inrichting.

Deze analyse onderzoekt wat de mogelijke effecten kunnen zijn in relatie tot het onderwerp externe veiligheid bij de ontwikkeling, exploitatie en bouw van windturbines. Ook wordt, waar relevant, een doorkijk gegeven naar mogelijke effecten voor inrichtingen van derden in de omgeving in relatie tot het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) en voor buisleidingen naar het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). Additioneel worden ook andere beleidsvraagstukken beschouwd zoals de invloed van de windturbines op de veiligheid van passanten (lokale wegen en waterwegen) en de gevolgen voor momenteel onderliggende bestemmingen.

Alle uitgangspunten, faalscenario's, normen en analyses in deze rapportage zijn gebaseerd op het handboek voor risicozonering van windturbines bestaande uit een handleiding¹ en de handreiking² (versie 1.1 – 20 mei 2020), dat een handreiking geeft voor de uitvoering van risicoanalyses bij windturbines in Nederland. De handleiding en de handreiking zijn wijd geaccepteerd als leidraad voor het uitvoeren van dergelijke analyses en meermaals juridisch getoetst in windenergieprojecten. Daarnaast wordt gekeken naar gepubliceerd aanvullend beleid dat betrokken beheerders van infrastructuur, overheden of derden volgen.

Risiconormen plaatsgebonden risico naar aanleiding van recente uitspraak Raad van State³ Uitgangspunt van het landelijke risicobeleid in zijn algemeenheid is dat het gevaar van een activiteit acceptabel is wanneer op een bepaalde plaats een daar aanwezig individu geen hogere kans op overlijden heeft dan maatschappelijk is geaccepteerd. Deze basisbescherming, die veelal een limiet kent van 1E-05 en 1E-06 per jaar⁴, wordt uitgedrukt in het plaatsgebonden risico^{5,6}.

Het externe veiligheidsbeleid van alle risicobronnen is met introductie van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) in 2004 gelijkgetrokken. Het hanteren van 1E-05 en 1E-06 voor een aanvaardbaar risico dateert al van eerder^{7,8}. Deze maatschappelijk aanvaardbare normen zijn in het Bevi vastgelegd.

Er is geen aanleiding om te twijfelen aan de ruimtelijke aanvaardbaarheid op basis van het hanteren van het plaatsgevonden risico's niveau van respectievelijke 1E-05 en 1E-06 die optreden voor andere risicobronnen. Ook zijn de gevolgen voor het milieu hiermee beperkt. Weliswaar is er een kans op een effect, maar het hanteren van een andere kans als beoordelingsniveau leidt niet tot een afname van het gevolg maar alleen van de kans dat dit effect kan optreden. Het feit dat een zekere mate van risico,

¹ Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV – Windturbines, versie oktober 2020

² Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020), 20 mei 2020, versie 1.1, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving door DNV GL

³ Uitspraak Raad van State, ECLI:NL:RVS:2021:1395

⁴ Deze risico's komen overeen met een kans op overlijden van 1 op 100.000 en 1 op 1.000.000 per jaar.

⁵ Nota Modernisering omgevingsveiligheid (Tweede Kamer, vergaderjaar 2013-2014, 29517, nr. 92)

⁶ Roels, J.M., et al, 2018; Bewust Omgaan met Veiligheid: doelen en effectmaten in het risico- en veiligheidsbeleid, RIVM Rapport 2018-0029

⁷ De vuurwerkramp, eindrapport, Commissie Oosting, (februari 2001), ISBN 90-71082-67-9

⁸ Nationaal milieubeleidsplan 4 (juni 2001)

alhoewel zeer beperkt, wordt geaccepteerd is inherent aan het feit dat Nederland een drukbevolkt land is en multifunctioneel ruimtegebruik toegepast wordt.

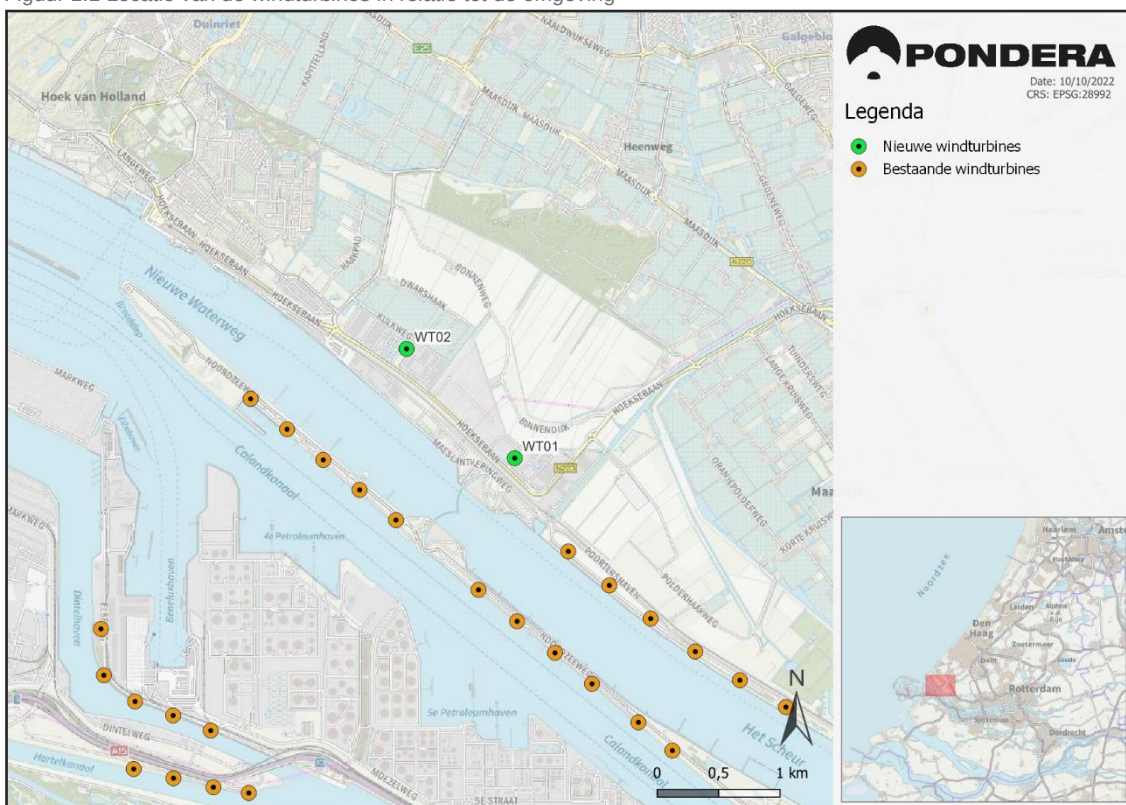
1.1 Locatieoverzicht

Om de effecten te onderzoeken is uitgegaan van windturbines op de coördinaten zoals aangegeven in Tabel 1.1. De ligging van de windturbines in relatie tot de omgeving is zichtbaar in Figuur 1.1.

Tabel 1.1 Windturbine X- en Y-coördinaten in coördinatenstelsel EPSG:28992 (Rijksdriehoekstelsel)

Windturbine	Omschrijving	X-coördinaten	Y-coördinaten
WT01	Windturbine Renewi	71332	441852
WT02	Windturbine HHD	70451	442742

Figuur 1.1 Locatie van de windturbines in relatie tot de omgeving



1.2 Eigenschappen windturbines

De specifieke eigenschappen en afmetingen van een bepaald type windturbine beïnvloeden in sterke mate de veiligheidseffecten die een windturbine heeft op zijn omgeving. In het Handboek Risicozonering Windturbines (HRW) worden generieke afstanden genoemd tot de risicocontouren. De afstanden die volgen uit deze ‘vuistregels’ zijn in de regel altijd groter dan wanneer specifieke windturbinetypes worden doorgerekend.

Er is in dit stadium nog geen keuze gemaakt voor wat betreft fabrikant of type windturbine. Daarom is in deze studie het worst-case effect in kaart gebracht. De bandbreedten van de windturbineafmetingen zijn weergegeven in Tabel 1.2. Voor bepaling van de worst-case effecten zal per faalscenario een worst-case referentie-windturbine worden gekozen die binnen deze bandbreedte valt.

Tabel 1.2 Bandbreedte van turbineafmetingen

Parameter	Bandbreedte
Ashoogte [m]	140 – 170 m
Rotordiameter [m]	140 – 180 m
Tiphoogte [m]	Maximaal 250 m

1.2.1 Effectafstanden met betrekking tot veiligheid

Een windturbine kan op meerdere manieren voor een veiligheidsrisico zorgen in zijn omgeving. Conform het HRW zijn er vijf scenario's die kunnen optreden. Elk scenario heeft een eigen maximale effectafstand. In dit onderzoek wordt de maximale effectafstand beschouwd die volgt uit de bandbreedtes in Tabel 1.2.

Voor de scenario's gondelfalen en mastfalen volgen deze effectafstanden direct uit de bandbreedten. Bij gondelfalen wordt namelijk uitgegaan van een maximale effectafstand gelijk aan de maximale afstand van een halve rotordiameter, in dit geval 90 m. Voor mastfalen is de maximale effectafstand gelijk aan de maximale tiphoogte van de windturbine, in dit geval 250 m.

Voor de bepaling van de werpafstanden bij bladworp (zowel bij nominaal toerental als overtoeren) is gekeken naar de werpafstanden van de op dit moment beschikbare windturbines die passen binnen de bandbreedten uit Tabel 1.2. Uit de lijst beschikbare windturbinetypes is vervolgens een windturbine gekozen waarbij de werpafstand bij overtoeren het grootst is. De maximale werpafstanden bij nominaal toerental en overtoeren worden berekend met behulp van het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten en de berekeningen uit het handboek – bijlage C⁹.

Het windturbinetype wat gebruikt is voor bladworp is een Nordex N163/5.X op een ashoogte van 168 meter. De eigenschappen van deze windturbine zijn weergegeven in Tabel 1.3. De werpafstand bij nominaal toerental bedraagt 203,5 meter, de werpafstand bij 2x nominaal toerental (overtoeren) bedraagt 520 meter.

De effectafstanden en de bijbehorende faalfrequenties zijn weergegeven in Tabel 1.4. In Bijlage 1 is een overzicht gegeven van de beschikbare windturbinetypes binnen de bandbreedte met de bijbehorende specificaties en berekende effectafstanden.

⁹ Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV – Windturbines, versie oktober 2020

Tabel 1.3 Windturbine eigenschappen Nordex N163/5.X voor bladworp

Eigenschap	Waarde	Eenheid
Ashoogte	168,0	meter
Rotordiameter	163,0	meter
Tiphoogte	249,5	meter
Nominaal toerental	10,7	rotaties per minuut
Zwaartepunt blad*	27,2	meter

* Bepaald op 1/6e van de rotordiameter

Tabel 1.4 De gebruikte effectafstanden en de kans van optreden.

Faalscenario	Afstand [m]	Kans per jaar
Gondelfalen (halve rotordiameter)	90	4,0 x 1E-05
Mastfalen met rotor (tiphoogte)	250	1,3 x 1E-04
Mastfalen zonder rotor (ashoogte)	168	1,3 x 1E-04*
Bladworp bij nominaal toerental	203,5	8,4 x 1E-04
Bladworp bij overtoeren	520	5,0 x 1E-06

* Het scenario mastfalen kan slechts eenmaal optreden waarmee mastfalen met rotor en zonder rotor een cumulatieve kans betreft.

1.3 Relevante objecten en infrastructuur

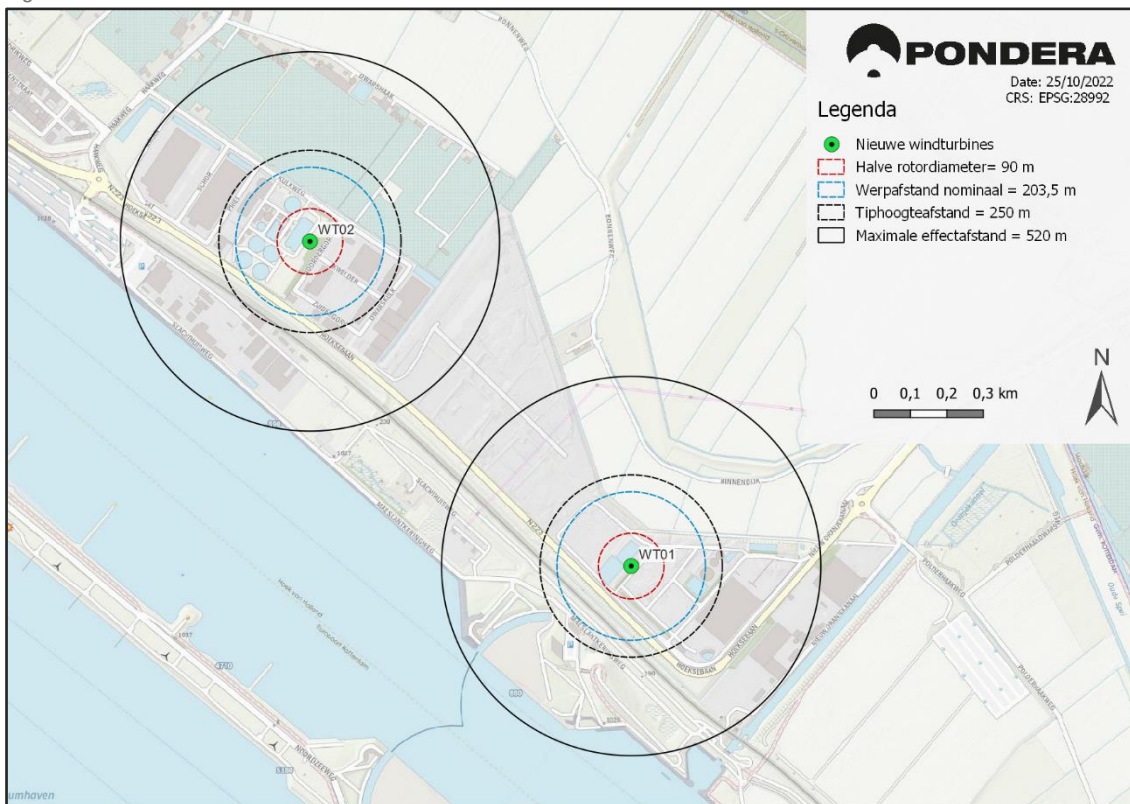
Om alle relevante objecten en infrastructuur in de omgeving in kaart te brengen, wordt gebruik gemaakt van de identificatieafstand. Deze identificatieafstand is de maximale effectzone van een windturbine. Objecten buiten deze afstand kunnen geen veiligheidsrisico ondervinden van de windturbine. Conform het handboek is de maximale effectzone van een windturbine gelijk aan de werpafstand bij 2x nominaal toerental. Op basis van Tabel 1.4 is deze afstand 520 meter.

De volgende relevante objecten en infrastructuur zijn geïdentificeerd binnen de identificatieafstand:

- Bedrijfsgebouwen en panden;
- Lokale wegen;
- Waterweg;
- Spoorweg;
- Risicovolle inrichting;
- Buisleiding;
- Hoogspanningsinfrastructuur;
- Waterkeringen.

De effectafstanden van de windturbines zijn hieronder weergegeven in Figuur 1.2. In de komende hoofdstukken wordt de ligging van bovengenoemde objecten en infrastructuur ten opzichte van de windturbines en effectafstanden besproken.

Figuur 1.2 Overzichtskaart windturbines en effectafstanden



2 Bebouwing

Voor beperkt kwetsbare objecten wordt een grenswaarde van het Plaatsgebonden Risico¹⁰ (PR) gehanteerd van maximaal 1E-05 per jaar. Het maximale PR voor kwetsbare objecten is 1E-06 per jaar. Op basis van generieke gegevens uit het handboek kunnen de volgende afstandseisen worden gehanteerd: een afstand van een halve rotordiameter tot beperkt kwetsbare objecten en een afstand van tiphoogte tot kwetsbare objecten. De gebruikte afstanden zijn weergegeven in Tabel 2.1. Deze afstanden worden de generieke PR1E-05 en PR1E-06 contour genoemd. De generieke PR1E-05 contour heeft een afstand van 90 m en de generieke PR1E-06 contour heeft een afstand van 250 m. Indien aan deze afstanden wordt voldaan zal er zeker geen hoger PR optreden dan respectievelijk 1E-05 en 1E-06.

De generieke PR-contouren zijn gebruikt als eerste indicatie. Wanneer er situaties zijn waar niet aan de generieke PR1E-05 en PR1E-06 contour kan worden voldaan, wordt voor deze situaties gekeken naar de specifieke worst-case PR-contouren welke een realistischer beeld geven van de daadwerkelijke PR-contouren die gerealiseerd gaan worden. De specifieke worst-case PR-contour is de maximaal mogelijke PR-contour berekend op basis van specificaties van beschikbare windturbines binnen de bandbreedte (Tabel 1.2). In Bijlage 1 is de berekende radius van de PR1E-05 en PR1E-06 contour gegeven voor de beschikbare windturbines binnen de bandbreedte. De maximale berekende afstanden voor de PR1E-05 en PR1E-06 contouren vormen de specifieke worst-case PR-contouren. De specifieke worst-case PR1E-05 en PR1E-06 contour zijn gegeven in Tabel 2.1. De specifieke worst-case PR1E-05 contour bedraagt 75 m, de specifieke worst-case PR1E-06 contour bedraagt 204 m.

Tabel 2.1 De gebruikte afstanden van de generieke en worst-case specifieke PR 1E-05 en PR1E-06 contour

PR	Afstand [m]
Generieke PR1E-05 contour	90 (halve rotordiameter)
Generieke PR1E-06 contour	250 (tiphoogte)
Specifieke PR1E-05 contour	75
Specifieke PR1E-06 contour	204

De definitie van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten is beschreven in het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen. Kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld woningen, ziekenhuizen, scholen en kantoorgebouwen met een bruto vloeroppervlak groter dan 1.500 m². Beperkt kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld restaurants, hotels, winkels en kleinere kantoorgebouwen. Voor de bepaling van kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten staat de kans op langdurige aanwezigheid van een grote hoeveelheid personen centraal.

In onderstaande sub-paragrafen wordt ingegaan op de PR-contouren in relatie tot de huidige bebouwing en mogelijke toekomstige bebouwing.

2.1 Huidige bebouwing

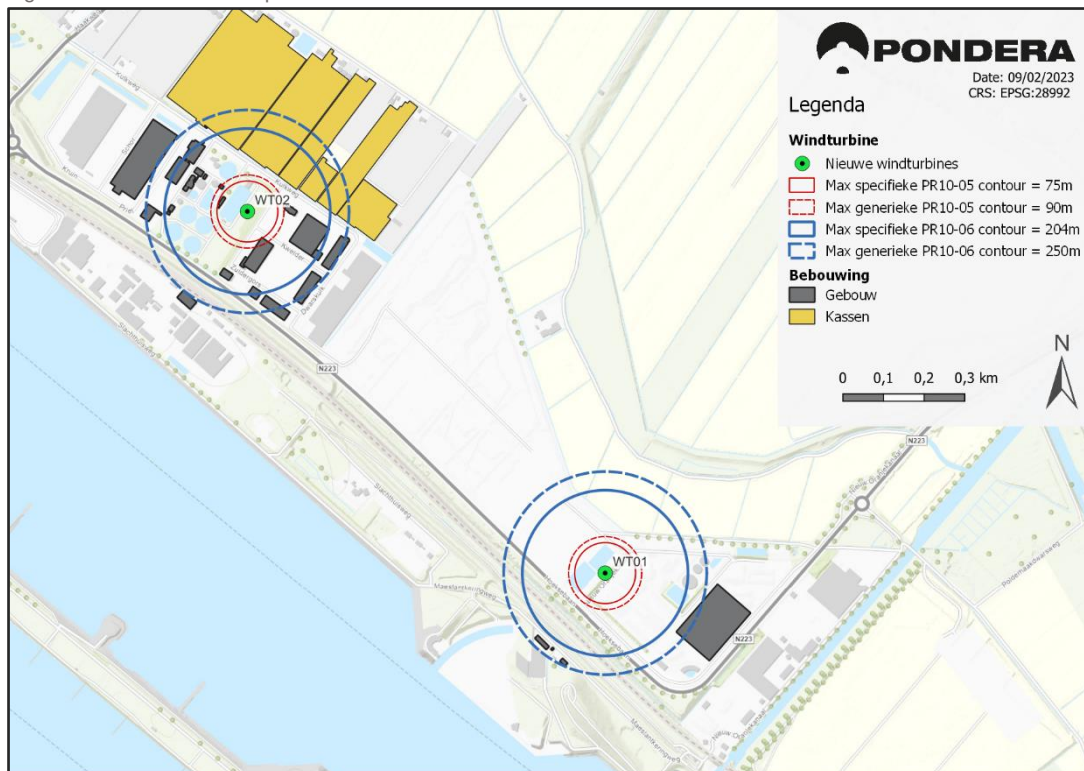
De maximale generieke PR1E-05 en PR1E-06 contour en de gebouwen die binnen de respectievelijke contouren liggen, zijn weergegeven in Figuur 2.1. Een gedetailleerde kaart van de PR-contouren en

¹⁰ Risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als een kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als een rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting

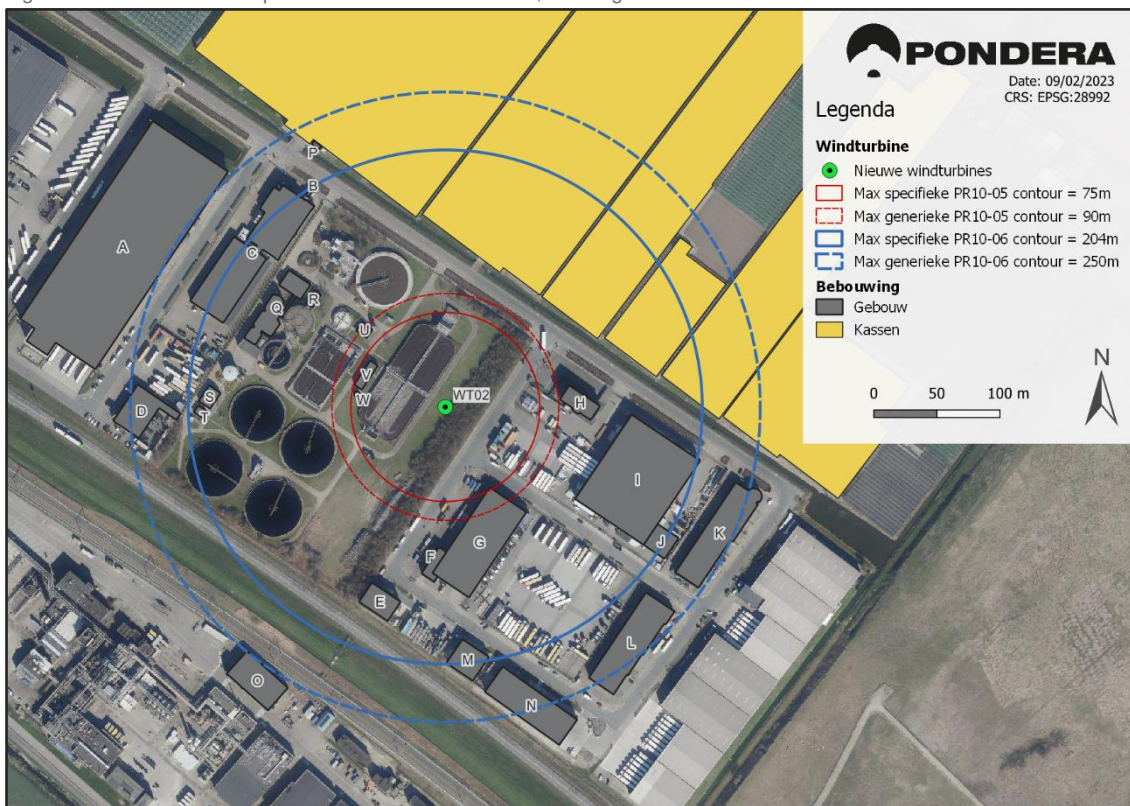
gebouwen rondom WT02 en WT01 is gegeven in respectievelijk Figuur 2.2 en Figuur 2.3. Hieronder worden de betreffende gebouwen besproken.

Bij een aantal gebouwen is gevonden dat deze niet zijn toegestaan binnen de generieke PR-contouren zoals gedefinieerd in Tabel 2.1. Voor deze situaties is gekeken naar de ligging binnen de specifieke worst-case PR-contouren (tevens gegeven in Tabel 2.1). In de figuren hieronder zijn naast de generieke PR-contouren ook de specifieke worst-case PR-contouren weergegeven.

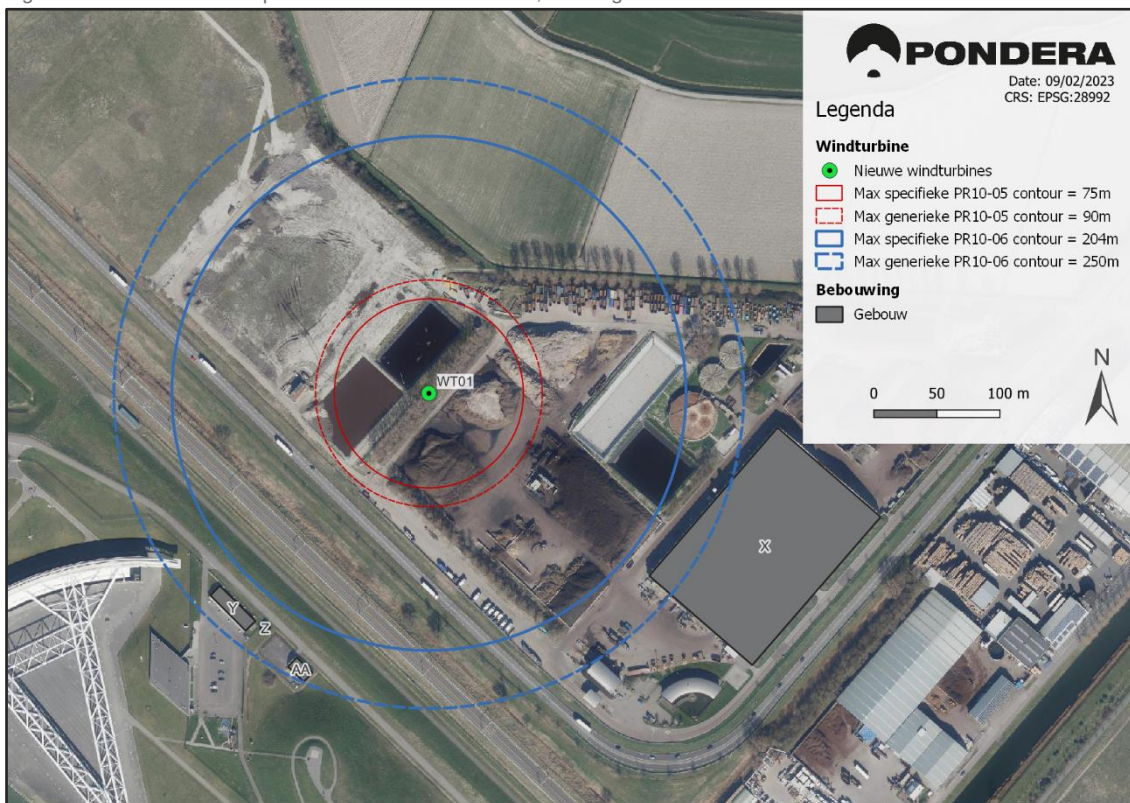
Figuur 2.1 Gebouwen ten opzichte van de PR contouren



Figuur 2.2 Gebouwen ten opzichte van de PR contouren, WT02 gedetailleerd



Figuur 2.3 Gebouwen ten opzichte van de PR contouren, WT01 gedetailleerd



PR1E-05 contour

De volgende gebouwen (met letter aangegeven in bovenstaande figuren) bevinden zich binnen de maximale PR1E-05 contour:

- Kras Recycling (gebouw G): het betreft een gebouw met industriefunctie volgens BAG en heeft op basis Google Streetview geen kantoordelen waar mensen langdurig aanwezig kunnen zijn. Het betreft hiermee een beperkt kwetsbaar object welke niet binnen de PR1E-05 contour is toegestaan. De afstand vanaf WT02 tot de rand van het pand bedraagt 72 m. De generieke PR1E-05 contour ligt op 95 m, de specifieke PR1E-05 contour ligt op 75 m. Dit betekent dat het pand ook binnen de specifieke worst-case PR1E-05 contour ligt. Om te voorkomen dat het pand binnen de daadwerkelijke PR1E-05 zal liggen, moet de specifieke PR1E-05 contour of de rotordiameter van de windturbine worden beperkt tot maximaal 72 m.
- Gebouwen U, V en W (gelegen op het terrein van HHD): deze gebouwen betreffen een terreinwatergemaal, laagspanningsruimte en beluchtingscompressorenruimte. Daarmee betreffen het gebouwen voor de behuizing van installaties. Dagelijks is hier 1 persoon kortstondig aanwezig. De gebouwen zijn daarmee geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten en zijn derhalve toegestaan binnen de PR1E-05 contour.

Indien de bovengenoemde gebouwen onderdeel worden van de inrichting waar ook de windturbine aanwezig is, kan dit een reden zijn de betrokken gebouw niet te beschermen onder het aspect externe veiligheid.

PR1E-06 contour

De volgende gebouwen (tevens met letter of kleur aangegeven in Figuur 2.2) bevinden zich binnen de maximale PR1E-06 contour:

- Kassen: ten noorden en noordoosten van WT02 liggen enkele kassen. Kassen zijn beperkt kwetsbare objecten en zijn daarmee toegestaan in de PR1E-06 contour.
- DS Smith Fresh Produce Packaging (A): het pand ligt net binnen de maximale PR 1E-06 contour van WT02. Het betreft een pand met industriefunctie. Op basis van Google Streetview zijn er geen kantoren in het deel van het pand dat binnen de PR 1E-06 contour ligt. Het object kan worden beschouwd als beperkt kwetsbaar en mag daarmee binnen de PR1E-06 contour liggen.
- Synres Almoco B.V. (B, C): betreft een pand met industriefunctie volgens BAG, maar bevat wel een kantoordeel op basis van Google Streetview. Het bruto vloeroppervlak van het kantoor bedraagt ca. 1.000 m². Het betreft een beperkt kwetsbaar object welke is toegestaan binnen de PR1E-06 contour. Aangrenzend aan gebouw C ligt het kleine pand B waarvan de functie onbekend is. Op basis van Google Streetview wordt hier geen langdurig verblijf van personen verwacht en betreft dit geen kwetsbaar object.
- Bandenservice Klaas van der Eijk (D): het betreft een pand met industriefunctie en heeft een klein kantoordeel. Op basis van luchtfoto's valt een zeer klein deel van het kantoordeel binnen de PR1E-06 contour en is het bruto vloeroppervlak van het kantoordeel (geschat op maximaal 500 m²) zeker niet meer dan 1.500 m². Daarmee is dit pand toegestaan binnen de PR1E-06 contour.
- Gebouw E (A.G. van den Berg, Zuidergors 50): het betreft een pand met industriefunctie bestaande uit een loods en klein deel kantoorfunctie. De bebouwing beslaat in totaal een oppervlakte van 500 m². Het pand is een beperkt kwetsbaar object en daarmee toegestaan binnen de PR1E-06 contour.
- Kras Recycling (F, G): beide gebouwen betreffen een pand met industriefunctie, waarbij gebouw F op Google Streetview in zijn geheel een kantoorpand lijkt waar personen langdurig kunnen verblijven.

Het bruto vloeroppervlak van het kantoordeel wordt geschat op 400 m² en is daarmee zeker niet meer dan 1.500 m². Het object kan worden beschouwd als beperkt kwetsbaar object. Beide panden zijn toegestaan binnen de PR1E-06 contour.

- Bom Group (H): het betreft een pand met industrie- en overige functie, maar wordt op basis van Google Streetview in zijn volledigheid als kantoorpand gebruikt. Het totale vloeroppervlak is circa 1.200 m² wordt daarmee net gecategoriseerd als beperkt kwetsbaar object (<1.500 m²). Het object is toegestaan binnen de PR10E-06 contour. Als er eventuele uitbreidingsplannen zijn voor dit pand kan het zijn dat het vloeroppervlak toeneemt tot meer dan 1.500 m² en vervolgens een kwetsbaar object betreft. Deze zou dan niet meer toegestaan zijn in de PR1E-06 contour.
- Hecmar BV (I, J): beide gebouwen betreffen een pand met industrie functie. Gebouw I bestaat uit een industrieloos en betreft ten hoogste een beperkt kwetsbaar object. Het gebouw is toegestaan binnen de PR1E-06 contour. Voor gebouw J geldt de status bouwvergunning verleend, deze is nog niet gebouwd. Het is mogelijk dat deze ondanks de industrie functie kan worden ingericht als kantoordeel. Het bruto vloeroppervlak bedraagt circa 730 m², waarmee dit ten hoogste een beperkt kwetsbaar object zal zijn en daarmee binnen de PR1E-06 contour is toegestaan.
- Gebouw K: in dit gehele pand zijn meerdere bedrijven gevestigd waarvan allen met industrie functie. Op Google Streetview is er een aantal kantoor delen zichtbaar waar personen langer kunnen verblijven op een plek. Er wordt geschat dat maximaal de helft van het bruto vloeroppervlak in gebruik is als kantoordeel en het volledige gebouw met ten minste 5 verschillende bedrijven wordt gedeeld. Het bruto vloeroppervlak van het gehele gebouw dat fungeert als kantoor is daarmee geschat op maximaal 2.000 m², en het bruto vloeroppervlak per bedrijf in het pand op 400 m². De individuele bedrijfspanden zijn daarmee een beperkt kwetsbaar object en daarmee toegestaan in de PR1E-06 contour.
- Gebouw L: net als bij gebouw K betreft dit een gebouw waarin meerdere bedrijven zijn gevestigd waarvan een aantal een kantoor functie heeft volgens BAG. Op basis van Google Streetview lijkt de gehele eerste verdieping in gebruik te zijn als kantoor. Er wordt verondersteld dat de helft van het totale bruto vloeroppervlak behoort tot kantoordeel, uitkomend op maximaal 2.100 m² dat kan fungeren als kantoor. Ook hier wordt verwacht dat er minimaal 5 bedrijven zijn die het gebouw delen, uitkomend op een bruto vloeroppervlak van 420 m² per bedrijf dat kan fungeren als kantoordeel. Het betreffen hiermee beperkt kwetsbare objecten welke zijn toegestaan in de PR1E-06 contour.
- Van Heyningen Transport BV (M): het betreft een gebouw met industrie functie met een klein kantoordeel. Het vloeroppervlak van het kantoordeel is zeker minder dan 1.500 m². Het betreft hiermee een beperkt kwetsbaar object welke is toegestaan in de PR1E-06 contour.
- Boers Lasconstructies en Montage BV (N): het betreft een gebouw met industrie functie. Het gebouw heeft een klein kantoordeel (circa 350 m²) welke buiten de PR1E-06 contour ligt. Het gebouw is ten hoogste beperkt kwetsbaar en is daarmee binnen de PR1E-06 contour toegestaan.
- Gebouw O: het betreft een gebouw met onbekende gebruiksfunctie op het terrein van Synres B.V.. Het pand is niet zichtbaar op Google Streetview beelden. De rand van het gebouw ligt net binnen de generieke PR1E-06 contour. Als het een kwetsbaar object is, is deze niet toegestaan in de PR1E-06 contour. Het gebouw ligt buiten de specifieke maximale PR1E-06 contour. Daarmee wordt verondersteld dat het gebouw buiten de daadwerkelijke PR1E-06 contour zal vallen en de windturbines geen onaanvaardbaar risico vormen op het object.
- Gebouw P: betreft een klein gebouw met onbekende functie. Op basis van Google Streetview wordt geconcludeerd dat hier geen personen langdurig verblijven en het gebouw kan worden gezien als een beperkt kwetsbaar object. Het object is daarmee toegestaan in de PR1E-06 contour.
- Gebouwen op terrein van HHD (gebouwen Q t/m W): zoals eerder aangegeven betreffen de gebouwen U t/m W gebouwen met installaties waar kortstondig een enkele persoon aanwezig kan

zijn. De gebouwen zijn geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten en daarmee toegestaan in de PR1E-06 contour. Het gebouw Q omvat een werkplaats, slibontwatering, magazijn en motorruimte met dagelijks de aanwezigheid van 4 personen. Het betreft ten hoogste een beperkt kwetsbaar object. Gebouw R is een ontvangstruimte voor personen met gemiddeld maandelijks 20 personen en een aanwezigheidsduur van ca. 3 uur per dag. Het heeft een bruto vloeroppervlak van ca. 75 m². Ten hoogste is dit een beperkt kwetsbaar object. Gebouw S is een opslagloods en gebouw T een effluentgemaal. In beide gebouwen is sporadisch een enkele persoon kortstondig aanwezig. Met deze analyse kan worden geconcludeerd dat de gebouwen op het terrein van HHD geen kwetsbare objecten zijn en daarmee zijn toegestaan in de PR1E-06 contour.

- Renewi (X): het betreft een grote werkloods. Er zijn geen kantoorruimten aanwezig waar personen langdurig aanwezig kunnen zijn. Daarmee is het hoogstens een beperkt kwetsbaar object welke is toegestaan in de PR1E-06 contour.
- Gebouwen aan Maeslantkeringweg (Y, Z, AA): van de beheerder van de Maeslantkering (Rijkswaterstaat) is informatie verkregen betreft de functies van deze gebouwen. Gebouw Y (Keet) is in gebruik als kantoor en heeft een bruto vloeroppervlak van circa 450 m². Het betreft hiermee een beperkt kwetsbaar object dat is toegestaan in de PR1E-06 contour. Gebouw Z is een transformatorhuis en gebouw AA een opslagloods. Het betreffen geen kwetsbare objecten en dus zijn deze objecten toegestaan in de PR1E-06 contour. De beheerder heeft een aantal overige gebouwen op het terrein van de Maeslantkering aangekaart: het Bedieningsgebouw en het Keringhuis. Deze gebouwen liggen buiten de generieke PR contouren waarmee de windturbines geen onaanvaardbaar risico op deze gebouwen vormen.

Bovenstaande analyse is uitgevoerd uitgaande van de definities van beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten uit het Besluit externe veiligheid inrichtingen. In dit besluit is ook opgenomen dat een bevoegd gezag een beperkt kwetsbaar object ook altijd mag definiëren als een kwetsbaar object indien er argumentatie beschikbaar is dat een object extra bescherming benodigd heeft.

2.2 Toekomstige bebouwing

De windturbines en effectafstanden van de windturbines beslaan de gebieden van vier bestemmingsplannen:

- Hoek van Holland-Bedrijventerreinen
- Hoek van Holland Bedrijventerreinen Oost
- Hoek van Holland – Buitengebied
- Oranjeschakel

De mogelijkheid van toekomstige bebouwing in deze gebieden in relatie tot de ligging van de windturbines en de PR contouren zijn hieronder toegelicht. In een separate memo¹¹ is per perceeleigenaar van diverse percelen op het bedrijventerrein van Hoek van Holland de consequenties van de PR-contouren op toekomstige bebouwing geanalyseerd en toegelicht

Bestemmingsplan Hoek van Holland-Bedrijventerreinen

Volgens het vigerende bestemmingsplan Hoek van Holland-Bedrijventerreinen zijn de volgende Enkelbestemmingen gelegen binnen de maximale PR 1E-05 contour:

- Bedrijf – nutsbedrijf: de bestemming betreft het terrein van HHD. Op dit terrein is de bouw van voorzieningen ten behoeve van de rioolwaterzuiveringsinstallatie toegestaan. Daarmee is het in

¹¹ Impact risicocontour windturbine op bedrijventerrein Hoek van Holland, januari 2023.

wezen mogelijk dat hier kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten kunnen worden gerealiseerd. De initiatiefnemers zijn voornemens met HHD een Recht van Opstel overeenkomst af te sluiten waarbij wordt overeengekomen dat HHD voor de exploitatie van de windturbine geen belemmerende activiteiten opstart. HHD mag onder deze overeenkomst dus geen (beperkt) kwetsbare objecten realiseren binnen de PR1E-05 contour en geen kwetsbare objecten realiseren binnen de PR1E-06 contour.

- Bedrijf – 2: realisatie van beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten (kantoren met maximaal bruto vloeroppervlak van 3.000 m²) is toegestaan in het huidige bestemmingsplan. De toekomstige realisatie van dergelijke objecten in de PR1E-05 contour kan een belemmering vormen.
- Verkeer – verblijfsgebied: realisatie van (beperkt) kwetsbare objecten is niet toegestaan;

Enkelbestemmingen gelegen binnen de maximale PR 1E-06 contour:

- Bedrijf – nutsbedrijf: de bestemming betreft het terrein van HHD, zie omschrijving hierboven.
- Bedrijf – 2: realisatie van beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten (kantoren met maximaal bruto vloeroppervlak van 3.000 m²) is toegestaan in het huidige bestemmingsplan. De toekomstige realisatie van dergelijke objecten in de PR1E-06 contour kan een belemmering vormen.
- Verkeer – verblijfsgebied: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Verkeer – Spoorverkeer: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Groen – verblijfsgebied: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan.

Bestemmingsplan Hoek van Holland-Bedrijventerreinen Oost

Volgens het vigerende bestemmingsplan Hoek van Holland Bedrijventerreinen Oost zijn de volgende

Enkelbestemmingen gelegen binnen de maximale PR 1E-05 contour:

- Bedrijf – 4: het betreft het terrein van Renewi. Op het terrein is de bouw van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten toegestaan, mits deze worden gebouwd ten behoeve van de functie van de werkzaamheden van Renewi. Daarmee is het mogelijk dat hier kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten kunnen worden gerealiseerd. De mogelijke realisatie van (beperkt) kwetsbare objecten in de PR1E-05 contour of kwetsbare objecten in de PR1E-06 contour kan een belemmering vormen in de toekomst.

En PR1E-06 contour:

- Bedrijf – 4: het betreft het terrein van Renewi, zie toelichting hierboven. De realisatie van kwetsbare objecten in de PR1E-06 contour is toegestaan en kan een belemmering vormen in de toekomst.
- Groen: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Water – 1: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Waterstaatkundige doeleinden (terrein van de Maeslantkering): op deze gronden mag uitsluitend worden gebouwd ten behoeve van de opgenomen functies in het bestemmingsplan¹². Er is daarmee een mogelijkheid dat in de toekomst ten behoeve van het functioneren van de kering een kantoorpand wordt gebouwd of het huidige pand (Keet) wordt uitgebreid waarmee het een kwetsbaar object kan betreffen. Het terrein ligt binnen de generieke PR1E-06 contour, maar buiten de specifieke maximale PR1E-06 contour. Er wordt daarmee niet verwacht dat een toekomstig kwetsbaar object op dit terrein binnen de daadwerkelijke PR1E-06 contour zal liggen.
- Verkeer – wegverkeer: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Verkeer – verblijfsgebied: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Verkeer – Metro/sneltram: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan.

¹² https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0599.BP1074HvHBedrvOost-va01/r_NL.IMRO.0599.BP1074HvHBedrvOost-va01.html#_13_Waterstaatkundigedoeleinden

Bestemmingsplan Hoek van Holland – Buitengebied

Volgens het vigerende bestemmingsplan Hoek van Holland – Buitengebied is de volgende Enkelbestemming gelegen binnen de maximale PR 1E-06 contour:

- Agrarisch – Tuinbouw: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan.

Bestemmingsplan Oranjabonnen

Volgens het vigerende bestemmingsplan Oranjabonnen zijn de volgende Enkelbestemmingen gelegen binnen de maximale PR1E-06 contour:

- Agrarisch: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Water: realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan.

2.3 Groepsrisico

Het Groepsrisico (GR) gaat over de impact van een calamiteit met veel dodelijke slachtoffers tegelijk. Er geldt voor het bevoegd gezag een verantwoordingsplicht. In de motivering dienen de mogelijkheden en de voorgenomen maatregelen tot beperking van het groepsrisico in de nabije toekomst meegenomen te worden.

Het groepsrisico is geen beoordelingskader voor windturbines, maar er kan wel op dit aspect ingegaan worden in het kader van een goede ruimtelijke onderbouwing.

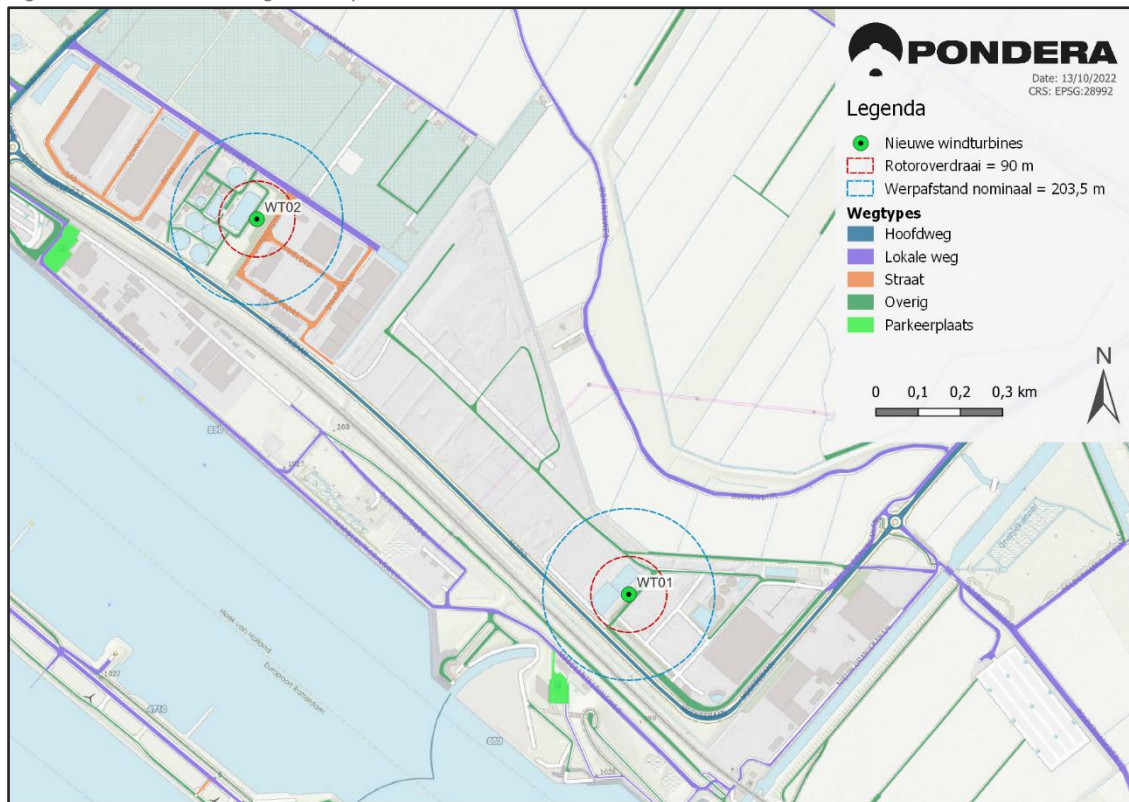
De gevolgen van een ongeval voor een groep zijn wezenlijk anders voor een ongeval met gevaarlijke stoffen dan met een ongeval met een windturbine. Bij een ongeval met gevaarlijke stoffen kunnen slachtoffers vallen verspreid over een groot gebied afhankelijk van de wijze waarop de gevaarlijke stof zich verspreidt in de omgeving. Tevens zijn ook de elementen zelfredzaamheid en hulpverlening wezenlijk anders. Bij een ongeval met een windturbine zullen alleen slachtoffers vallen op de plekken waar eventueel afgebroken onderdelen van een windturbine terecht komen, hetgeen een beperkt gebied is. Om bij een ongeval met een windturbine een groep slachtoffers te krijgen moet er dus een grote personendichtheid zijn ter plaatse waar een onderdeel terecht kan komen. Indien er geen aanleiding is om een continue grote personendichtheid te verwachten binnen de contouren van een windturbine (PR 1E-05 / PR 1E-06), dan valt een beoordeling van het groepsrisico van windturbines altijd positief uit. Voor objecten en gebouwen wordt al getoetst aan de PR-contouren. Er lijken in de nabije omgeving geen aanleidingen te zijn om een hoge personendichtheid te verwachten buiten de wegen en gebouwen. Er is daarom geen aanleiding aanwezig om toetsing aan het groepsrisico voor dit project uit te laten voeren. Indien het bevoegd gezag eist dat het groepsrisico toch berekend moet worden, zal afgestemd moeten worden op welke wijze het groepsrisico berekend dient te worden.

3 Wegen

3.1 Lokale wegen

Windturbines kunnen een veiligheidsrisico vormen voor wegen indien deze binnen bepaalde effectafstanden liggen. De effectafstanden en de relevante wegen zijn weergegeven in Figuur 3.1. Er liggen geen rijkswegen binnen de maximale effectafstanden.

Figuur 3.1 De relevante wegen ten opzichte van de effectafstanden



Voor lokale wegen (anders dan Rijkswegen) zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing. Ter informatie worden de relevante lokale wegen hier kort benoemd.

De hoofdweg (N223, een provinciale weg) bevindt zich binnen nominale bladworpafstand en buiten rotoroverdraai van beide windturbines. Er worden hier geen significante hoeveelheden verkeer verwacht waar de windturbines een onaanvaardbaar risico zouden vormen. Ter informatie is het maximaal aantal passerende voertuigen welke binnen de MR van $2E-03^{13}$ past voor deze hoofdweg vastgesteld op 9,4 miljoen voertuigen per jaar. Met zo'n 6.400 voertuigen per etmaal¹⁴ (~2,5 miljoen voertuigen per jaar) blijft dit ver onder de 9,4 miljoen voertuigen per jaar. Tevens is het IPR bepaald van een meest kritieke passant op deze weg (500 passages per jaar). Het IPR bedraagt $6,66E-08$, welke lager is dan de normstelling van

¹³ Toetswaarde voor aanvaardbaar toegevoegd risico die Rijkswaterstaat hanteert op wegen in beheer van Rijkswaterstaat. Aangezien geen externe veiligheidsnorm van toepassing is op overige lokale wegen, wordt deze toetswaarde hier gebruikt ter indicatie van aanvaardbaarheid van het toegevoegde risico.

¹⁴ Bestemmingsplan Hoek van Holland Bedrijventerreinen Oost: Akoestisch onderzoek, Gemeente Rotterdam Ingenieursbureau, 19-3-2018.

een IPR van $1E-06$ die Rijkswaterstaat hanteert voor Rijkswegen. Op basis van het MR en IPR wordt verondersteld dat de windturbines geen onaanvaardbaar risico vormen op de passanten over deze hoofdweg.

Binnen de halve rotordiameter afstand van WT01 ligt een aantal 'overige' wegen op het terrein van Renewi. Er wordt op deze bedrijfswegen geen significante hoeveelheden verkeersbewegingen verwacht, waarmee de windturbines geen significant risico vormen op passanten over deze bedrijfswegen

Binnen de rotoroverdraai van WT02 bevinden zich een aantal straten en 'overige' wegen (behorende bij het terrein van HHD). Binnen nominale bladworpafstand van WT02 bevindt zich een lokale weg (Kulkweg). Er wordt op deze straten en wegen geen significante hoeveelheden verkeer verwacht, waarmee de windturbines geen significant risico vormen op passanten over de wegen.

3.2 Waterwegen

Ook voor waterwegen geldt dat er enkel algemene beleidsregels beschikbaar zijn voor rijkswaterwegen. Voor overige waterwegen zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing.

De Nieuwe Waterweg ligt binnen de maximale effectafstand van de windturbines. De kortste afstand tussen de dichtstbijzijnde windturbine tot de rand van de vaarweg bedraagt 430 m. De windturbines staan hiermee ten minste 50 m uit de rand van de vaarweg, waarmee wordt voldaan aan de beleidsregel van Rijkswaterstaat. De windturbines vormen daarmee geen significant risico op vaartuigen over de Nieuwe Waterweg.

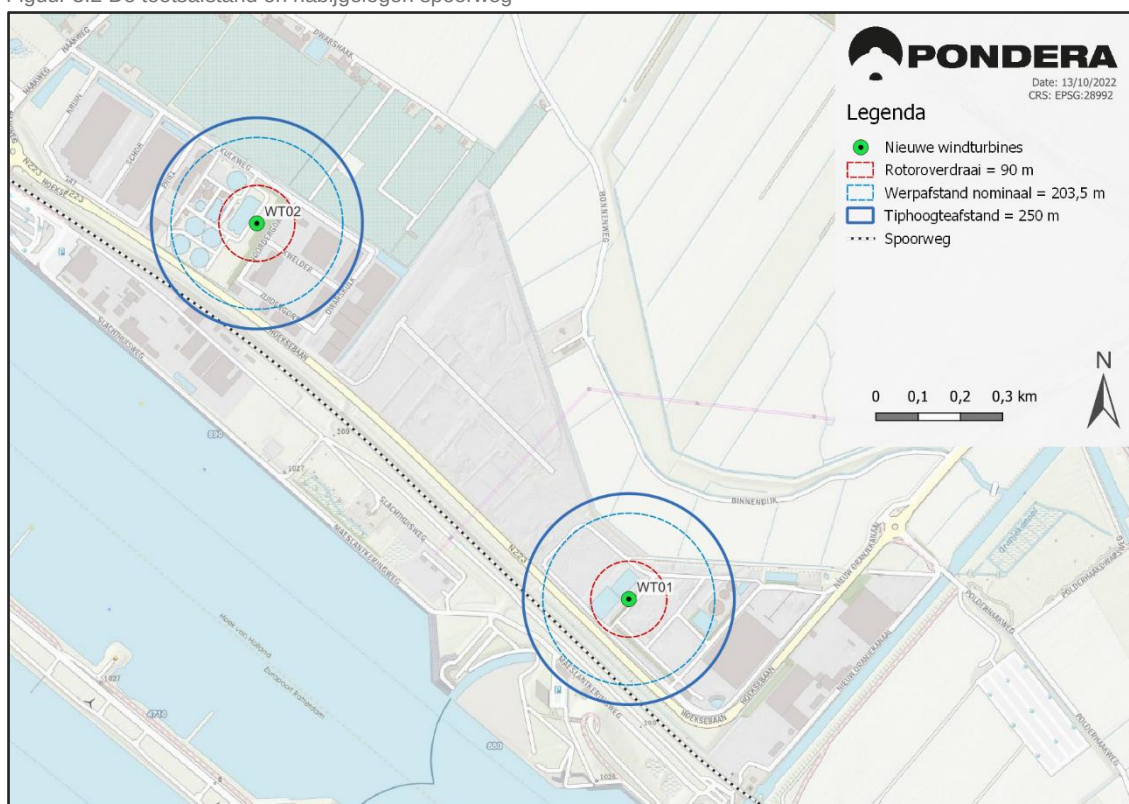
3.3 Spoorwegen

Binnen de effectafstanden van de windturbines ligt een spoorweg. De spoorweg is alleen in gebruik door een metrolijn, namelijk de Hoekse Lijn van het openbaar vervoerbedrijf RET. De spoorweg ligt bij WT02 binnen de tiphoogteafstand van 250 m en buiten de nominale bladworpafstand van 203,5 m. Bij WT01 ligt de spoorweg binnen de nominale bladworpafstand van 203,5 m en buiten de halve rotordiameter afstand van 90 m. Dit is afgebeeld in Figuur 3.2. Hoewel in de Handreiking Risicozonering Windturbines wel adviesafstanden zijn opgenomen voor spoorwegen in beheer van ProRail (spoorwegen in gebruik voor treinen), is dit niet het geval voor spoorwegen van andere beheerders. Om toch een indicatie te geven van de impact van de windturbines op de spoorweg van RET, worden de afstanden die door ProRail worden aangehouden ook toegepast op deze situatie.

De rotoroverdraai ligt in ieder geval niet binnen 11 m van het hart van het buitenste spoor waardoor er geen vergunningaanvraag benodigd zou zijn indien het een spoorweg van zou betreffen ProRail. Er wordt daarom vanuit gegaan dat er geen vergunningaanvraag benodigd is bij deze spoorweg van RET. Daarnaast staan de windturbines ook buiten de minimaal $7,85 + \text{halve rotordiameter}$ (97,85 m) afstand wat het plaatsingsadvies van ProRail is. Er wordt daarom geconcludeerd dat er geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersdeelnemers optreden op de spoorweg van RET als gevolg van de windturbines.

Ter informatie is het maximaal aantal passerende voertuigen welke binnen de MR van 2E-03 past berekend¹⁵: dit bedraagt ruim 120.000 metro's per jaar (ruim 300 metro's per dag). Op basis van de dienstregeling is bepaald dat dit aantal metro's op deze spoorweg niet wordt bereikt. Tevens is het IPR bepaald van een meest kritieke passant op deze spoorweg (500 passages per jaar). Het IPR bedraagt 8,28E-08, welke significant lager is dan de normstelling van een IPR van 1E-06 die ProRail hanteert voor passanten over spoorwegen. Op basis van het MR en IPR wordt verondersteld dat de windturbines geen onaanvaardbaar risico vormen op de passanten over deze spoorweg.

Figuur 3.2 De toetsafstand en nabijgelegen spoorweg



¹⁵ Toetswaarde voor aanvaardbaar toegevoegd risico die ProRail hanteert op spoorwegen. Deze waarde wordt ook aangenomen voor de spoorweg van RET.

4 Risicovolle inrichtingen

Volgens de Risicokaart¹⁶ ligt er een Brzo-bedrijf binnen de maximale effectafstand van WT02, namelijk Synres B.V. aan de Slachthuisweg. Op basis van de PR1E-06 contouren van het terrein en de luchtfoto is de meest nabijgelegen risicovolle installatie van Synres B.V. bepaald. Deze is weergegeven in Figuur 4.1. Op de installatie is een trefkansanalyse verricht om de risico's in kaart te brengen. De hoogte van de installatie is geschat op 13 m, bepaald op basis van Algemeen Hoogteprofiel Nederland (AHN). De trefkans per faalscenario en totale trefkans zijn gegeven in Tabel 4.1. De installatie kan alleen worden getroffen in het faalscenario bladworp bij overtoeren. De totale trefkans is $9,86E-08$ (1 keer in de ~10 miljoen jaar). De trefkans is dusdanig laag dat wordt verwacht dat de windturbines niet substantieel bijdragen aan een hoger risico van de installatie (minder dan 10% toegevoegd risico op de installatie).

Figuur 4.1 Ligging installatie Synres B.V. ten opzichte van WT02



Tabel 4.1 Trefkansen installatie Synres per faalscenario en totaal

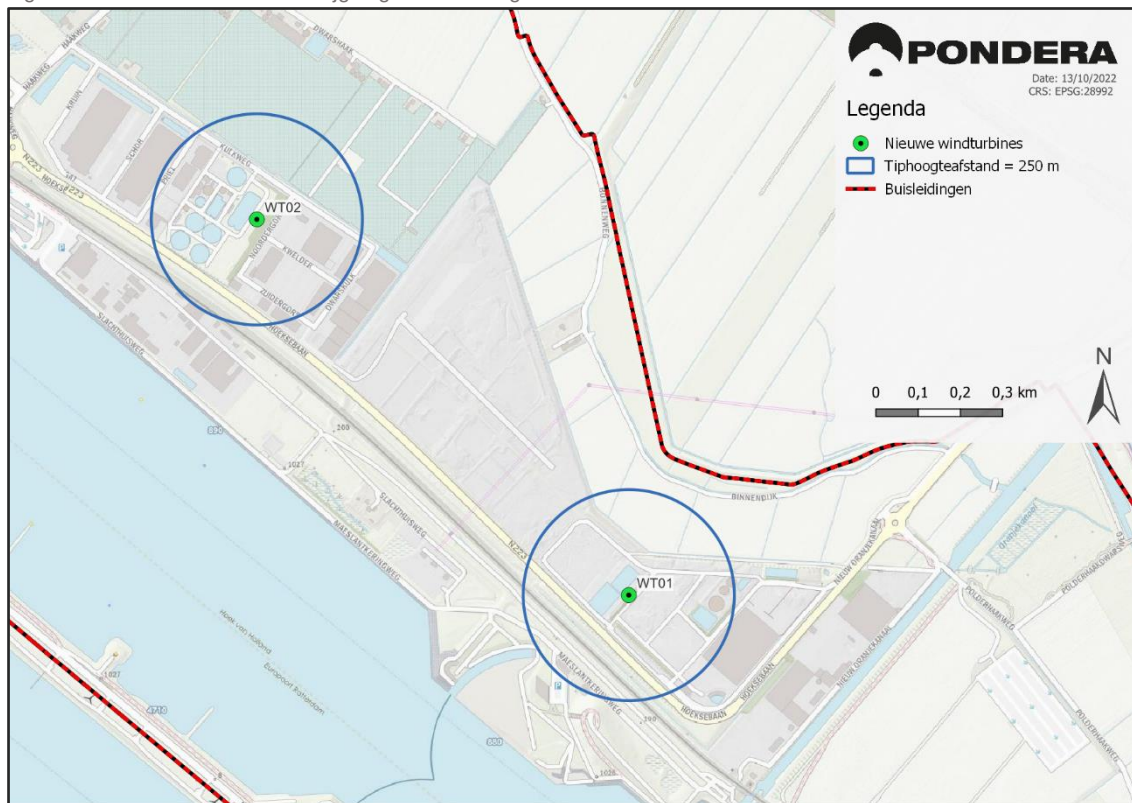
	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
Installatie Synres	0	0	0	$9,86E-08$	$9,86E-08$

¹⁶ Geraadpleegd via Atlas Leefomgeving: <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>

5 Buisleidingen

Binnen de identificatieafstand van WT01 bevindt zich één buisleiding van de NAM. Het HRW geeft aan dat voor ondergrondse buisleidingen een adviesafstand geldt die gelijk is aan de tiphoogte van de windturbines óf indien deze groter is de werpafstand bij nominaal toerental van de windturbines. Op basis van Tabel 1.4 wordt 250 meter (tiphoogte) aangehouden als toetsafstand. De toetsafstand ten opzichte van de nabijgelegen buisleidingen is weergegeven in Figuur 5.1. Hieruit volgt dat er geen buisleidingen binnen de toetsafstand liggen. De eerste buisleiding ligt op 340 m afstand van de windturbines en kan alleen getroffen worden in het scenario bladworp bij overtoeren.

Figuur 5.1 De toetsafstand en nabijgelegen buisleidingen

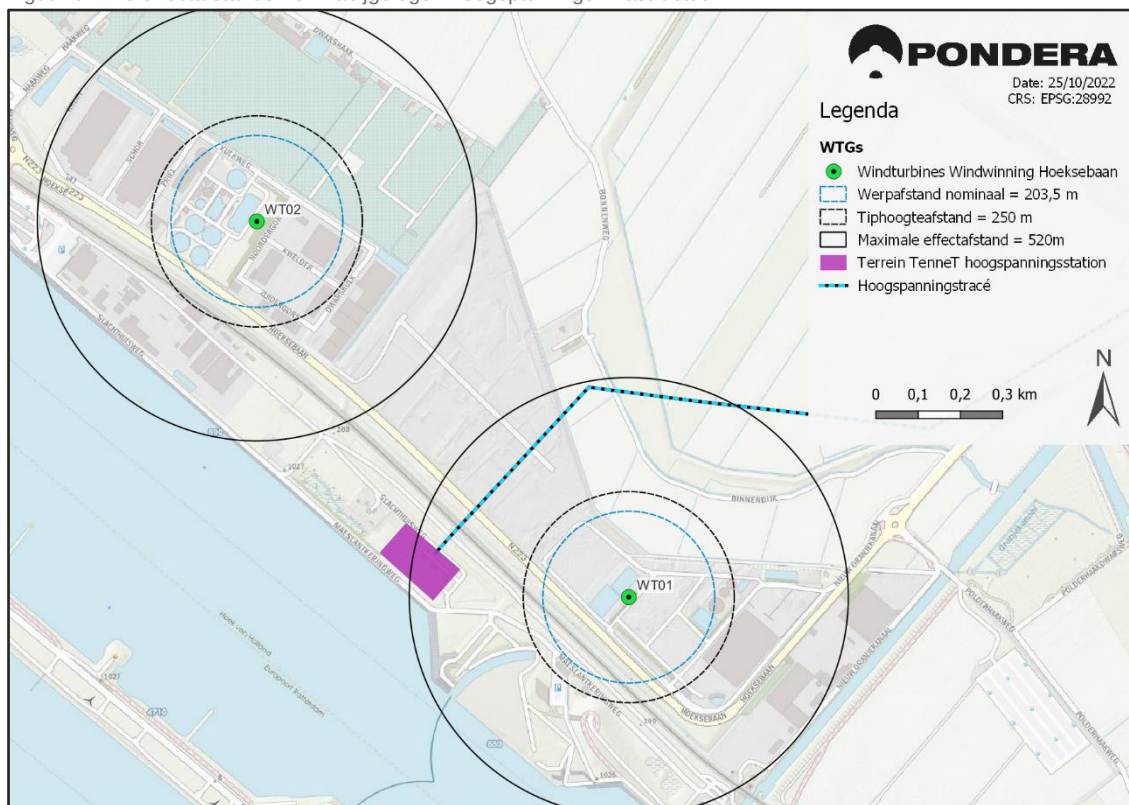


6 Hoogspanningsinfrastructuur

Binnen de maximale effectafstand van WT01 bevindt zich één hoogspanningsleiding en een hoogspanningsstation van TenneT. Deze zijn weergegeven in Figuur 6.1.

Het HRW geeft aan dat voor hoogspanningsinfrastructuur een adviesafstand geldt die gelijk is aan de tiphoogte van de windturbines óf, indien deze groter is, de werpafstand bij nominaal toerental van de windturbines. Op basis van Tabel 1.4 wordt 250 m (tiphoogte) aangehouden als toetsafstand. Zowel de hoogspanningsleiding als het hoogspanningsstation liggen buiten de toetsafstand en kunnen alleen worden getroffen in het faalscenario bladworp bij overtoeren. Het toegevoegde risico wordt hiermee aanvaardbaar geacht. Ter informatie is de trefkans op het terrein van het hoogspanningsstation bepaald, de resultaten zijn gegeven in Tabel 6.1. De totale trefkans op het terrein van het hoogspanningsstation is $8,40E-08$ (1 keer in de ~12 miljoen jaar).

Figuur 6.1 De effectafstanden en nabijgelegen hoogspanningsinfrastructuur



Tabel 6.1 Totale trefkansen terrein hoogspanningsstation TenneT per faalscenario en totaal

	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
Terrein TenneT	0	0	0	$8,40E-08$	$8,40E-08$

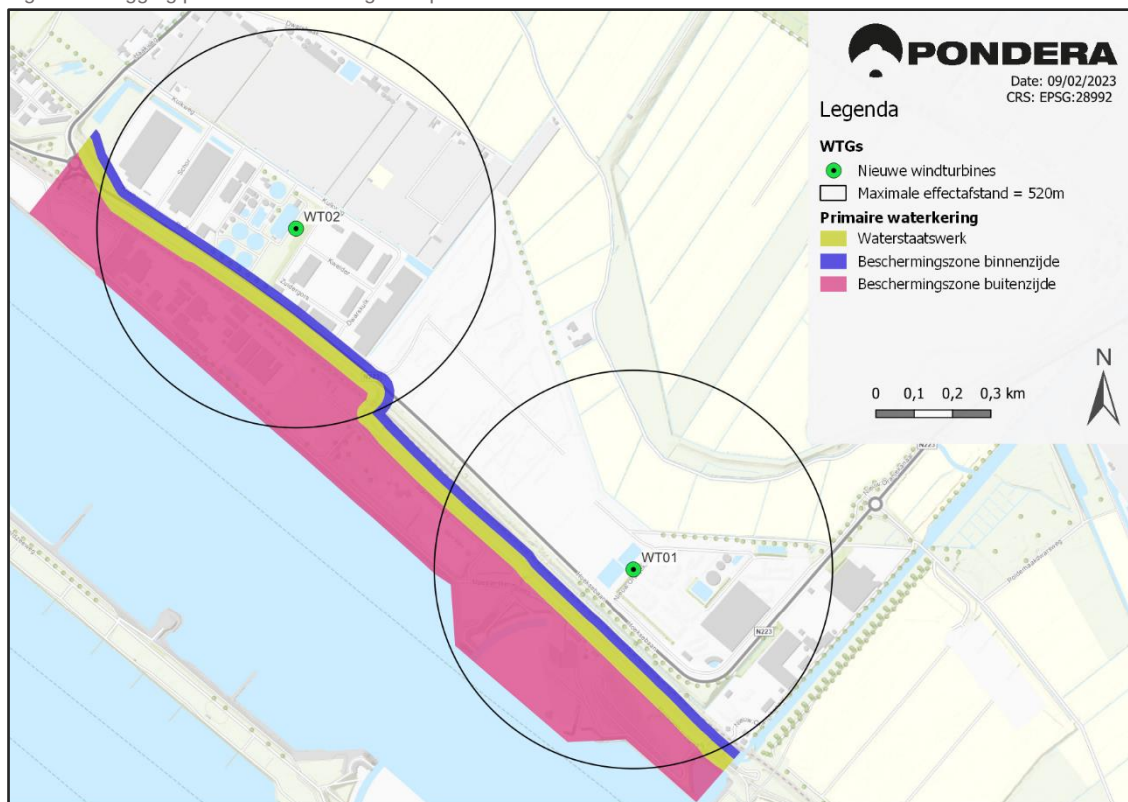
7 Waterkeringen

Langs de Nieuwe Waterweg ten zuidwesten van de windturbines loopt de primaire waterkering Delflandsedijk (beheerder: HHD) en ten zuidwesten van WT01 ligt de Maeslantkering (beheerder: Rijkswaterstaat). De waterkeringen liggen binnen de maximale effectafstand van de windturbines. Voor de primaire waterkering en de Maeslantkering is een trefkansanalyse uitgevoerd, de resultaten zijn in de volgende sub-paragrafen besproken.

7.1 Primaire waterkering

De primaire waterkering Delflandsedijk is opgedeeld in drie onderdelen: het waterstaatswerk (kernzone), de beschermingszone binnenzijde en beschermingszone buitenzijde (Figuur 7.1). De totale trefkans per faalscenario per onderdeel is gegeven in Tabel 7.1. De primaire waterkering ondervindt een totale trefkans van $9,06E-05$ (1 keer in de ~11.000 jaar). Beschermingszone binnenzijde ondervindt een totale trefkans van $1,27E-04$ (1 keer in de ~8.000 jaar) en beschermingszone buitenzijde een totale trefkans van $1,12E-07$ (1 keer in de ~890.000 jaar). In Tabel 7.2 zijn de trefkansen per faalscenario, windturbine en onderdeel gegeven.

Figuur 7.1 Ligging primaire waterkering ten opzichte van de windturbines



Tabel 7.1 Totale trefkans per faalscenario op de onderdelen

Object	Gondelfalen		Mastfalen		Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
	Gondel gewicht	Blad gewicht	Gondel gewicht	Blad gewicht			
Primaire waterkering	0	0	0	4,58E-05	4,44E-05	3,44E-07	9,06E-05
Beschermingszone binnenzijde	0	0	3,27E-05	6,66E-05	6,04E-05	2,50E-07	1,27E-04
Beschermingszone buitenzijde	0	0	0	0	0	1,12E-06	1,12E-06

Tabel 7.2 Trefkansen per faalscenario en windturbine op de onderdelen

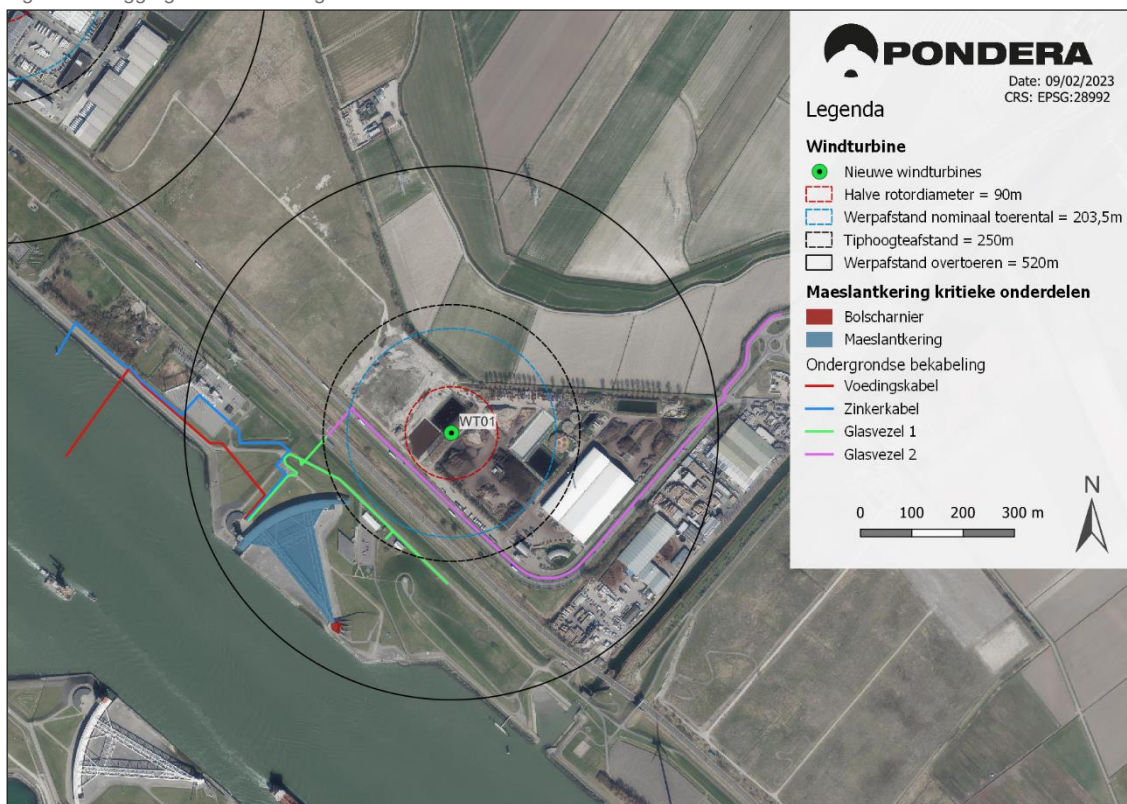
Object	WT	Gondelfalen		Mastfalen		Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
		Gondel gewicht	Blad gewicht	Gondel gewicht	Blad gewicht			
Primaire waterkering	1	0	0	0	2,50E-05	2,64E-05	1,69E-07	5,16E-05
Primaire waterkering	2	0	0	0	2,08E-05	1,80E-05	1,74E-07	3,90E-05
Beschermingszone binnenzijde	1	0	0	1,88E-05	3,47E-05	3,10E-05	1,25E-07	6,59E-05
Beschermingszone binnenzijde	2	0	0	1,39E-05	3,19E-05	2,94E-05	1,26E-07	6,13E-05
Beschermingszone buitenzijde	1	0	0	0	0	0	5,69E-07	5,69E-07
Beschermingszone buitenzijde	2	0	0	0	0	0	5,55E-07	5,55E-07

7.2 Maeslantkering

De Maeslantkering is een beweegbare stormvloedkering bij de Nieuwe Waterweg. De noordelijke deur van de Maeslantkering ligt binnen de effectafstand van WT01, zie Figuur 7.2. De kritieke onderdelen van de Maeslantkering binnen de effectafstand van WT01 zijn de kerende wand, vakwerkarm en de bolscharnier van de noordelijke deur. Aan weerszijden van de kering liggen Waterstand Meet Opstellingen (WMO), buiten de maximale effectafstand van de windturbines (niet zichtbaar op kaart). Doordat deze buiten de maximale effectafstand liggen, vormen de windturbines geen toegevoegd risico op deze onderdelen. Op het terrein ligt ondergrondse bekabeling, waarvan de kritieke onderdelen bestaan uit de voedings- en besturingskabel, zinkerkabel en glasvezelkabel. De ligging van de kabels is afgebeeld Figuur 7.2.

Er is een trefkansanalyse gedaan op de Maeslantkering (in ruste en in werking), bolscharnier en ondergrondse bekabeling. In de volgende sub-paragrafen is eerst de trefkansanalyse van de Maeslantkering en bolscharnier toegelicht en vervolgens de trefkansen van ondergrondse bekabeling. Door Rijkswaterstaat wordt getoetst of het additionele risico op de Maeslantkering (inclusief alle bijbehorende onderdelen) als gevolg van Windwinning Hoeksebaan voldoet aan de niet-beschikbaarheidseis van 1,0E-06. De toets op niet-beschikbaarheid wordt gedaan door de trefkans op de Maeslantkering te vermenigvuldigen met hersteltijd.

Figuur 7.2 Ligging Maeslantkering en kritieke onderdelen



7.2.1 Trefkans Maeslantkering in ruste en bolscharnier

Conform het HRW wordt voor de bolscharnier en de Maeslantkering uitgegaan dat het onderdeel kan falen bij elke vorm van treffen door een windturbineonderdeel. Voor de Maeslantkering en de bolscharnier is uitgegaan van een hoogte van de objecten van 13 m op basis van AHN.

De trefkans van deze objecten zijn gegeven in Tabel 7.3. De Maeslantkering in ruste heeft een totale trefkans van $2,20E-05$ (1 keer in de ~45.000 jaar) en de bolscharnier een totale trefkans van $1,80E-08$ (1 keer in de ~55 miljoen jaar).

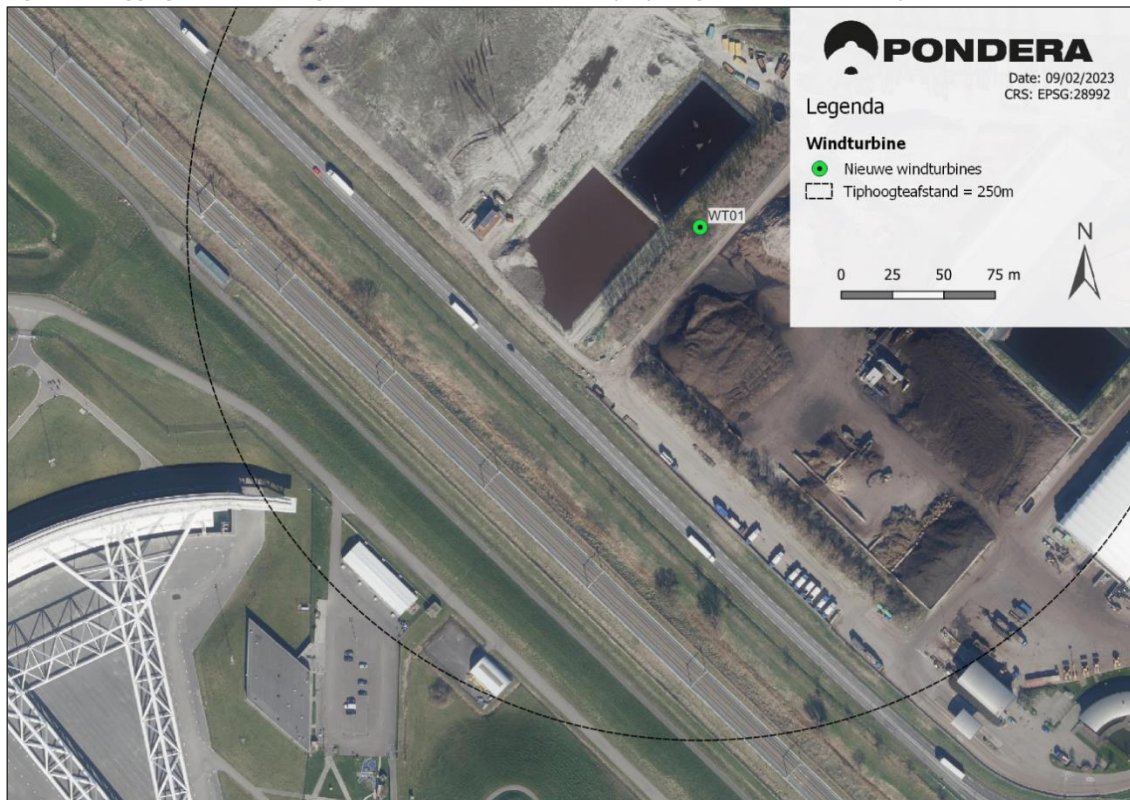
Tabel 7.3 Trefkansen bolscharnier en Maeslantkering per faalscenario en totaal

	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
Bolscharnier	0	0	0	$1,80E-08$	$1,80E-08$
Maeslantkering in ruste	0	$2,19E-05$	0	$1,53E-07$	$2,20E-05$

De trefkans van de Maeslantkering in ruste wordt voornamelijk bepaald door de trefkans als gevolg van mastfalen, zie Tabel 7.3. Op verzoek van de beheerder Rijkswaterstaat is in meer detail gekeken naar het faalscenario mastfalen om duidelijker beeld te krijgen van daadwerkelijke trefkansen en de gewichten van turbineonderdelen die voor impact kunnen zorgen.

Bij het faalscenario mastfalen kan een object binnen tiphoogteafstand van de windturbine worden getroffen. In Figuur 7.2 is zichtbaar dat slechts een klein deel van de Maeslantkering binnen de tiphoogteafstand ligt en daarmee enkel dit kleine deel van de kering kan worden getroffen bij het faalscenario mastfalen. In Figuur 7.3 is de ligging van de Maeslantkering ten opzichte van de effectafstand van mastfalen (= tiphoogteafstand) beter weergegeven. Daarbij moet het blad bij mastfalen dusdanig georiënteerd zijn dat deze de Maeslantkering kan treffen. Het blad kan namelijk in een oriëntatie van 360 graden (cirkel) vallen, maar slechts in een klein deel van deze cirkel kan de kering worden getroffen. Simpel gezegd kan het blad alleen de Maeslantkering treffen bij mastfalen wanneer het blad op moment dat de mast zou omvallen naar boven is gericht in een bepaalde range van hoeken.

Figuur 7.3 Ligging Maeslantkering t.o.v. effectafstand mastfalen (= tiphoogteafstand van 250 m).



Om de kans te bepalen dat het blad dusdanig georiënteerd is dat de Maeslantkering kan worden getroffen bij mastfalen, is de grootste hoek bepaald van mogelijke bladoriëntatie waarbinnen het blad de kering kan treffen. Deze hoek bedraagt 15 graden, oftewel een kans van $15 \text{ graden} / 360 \text{ graden} * 100 = 4,2\%$ dat het blad dusdanig is georiënteerd dat de Maeslantkering kan worden getroffen. Aangezien de windturbine 3 bladen heeft, bedraagt de kans $3 * 4,2\% = 12,5\%$. Door de kans van kritieke bladoriëntatie te vermenigvuldigen met de trefkans bij mastfalen (Tabel 7.3), wordt een realistische kans voor het daadwerkelijk treffen van de kering bij mastfalen verkregen.

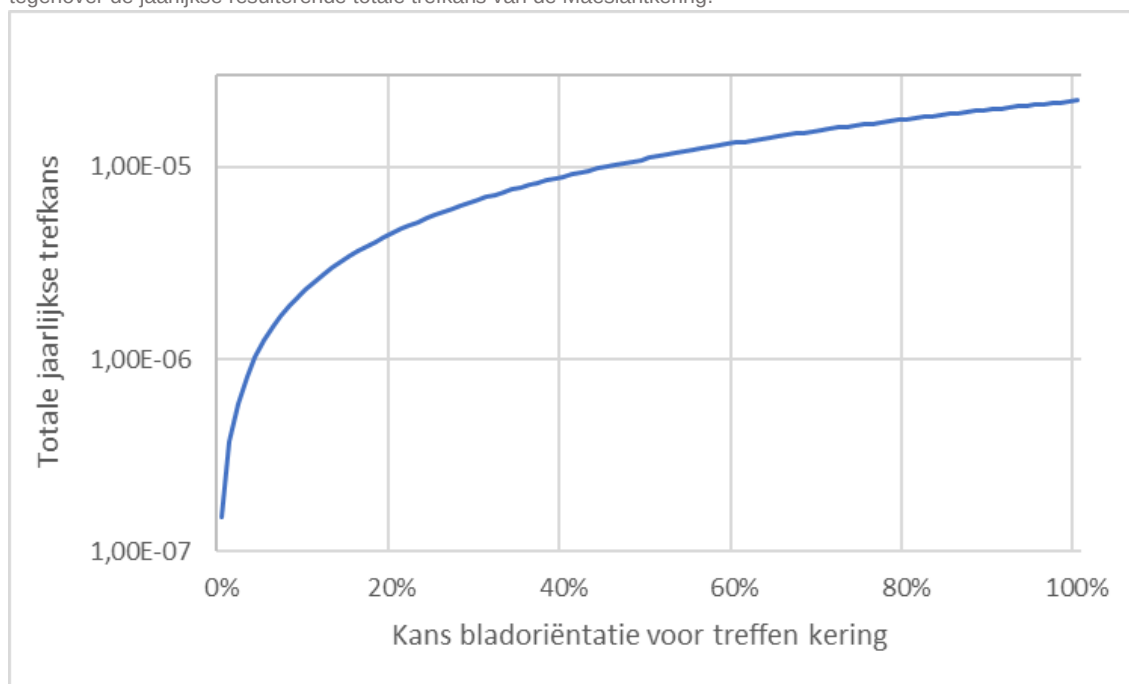
In Tabel 7.4 zijn de oude en nieuwe resultaten gegeven van de trefkansen per faalscenario en totalen. Bij mastfalen zijn nu de trefkansen zonder en met correctie voor kans op kritieke bladoriëntatie gegeven. Ook bij de totalen is dit onderscheid gemaakt. Door de kans op bladoriëntatie waarmee de Maeslantkering kan worden geraakt mee te nemen, neemt de totale trefkans af van $2,20\text{E-}05$ (1 keer in de ~45.000 jaar) naar $2,89\text{E-}06$ (1 keer in de ~350.000 jaar).

Tabel 7.4 Trefkansen Maeslantkering per faalscenario en totaal: zonder en met correctie voor kans op kritieke bladoriëntatie bij mastfalen.

	Gondel-falen	Mastfalen zonder correctie bladoriëntatie	Mastfalen vermenigvuldigd met kans op kritieke bladoriëntatie	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal zonder correctie bladoriëntatie	Totaal met correctie bladoriëntatie
Maeslantkering	0	2,19E-05	2,73E-06	0	1,53E-07	2,20E-05	2,89E-06

In Figuur 7.4 is de kans van kritieke bladoriëntatie waarbij de kering kan worden getroffen bij mastfalen uitgezet tegenover de jaarlijkse resulterende totale trefkansen van de Maeslantkering. Bij een kans op kritieke bladoriëntatie van 12,5% zoals hierboven aangenomen, bedraagt de totale trefkans dus 2,89E-06. In de grafiek kan ter indicatie worden afgelezen dat, indien de totale trefkansen van de Maeslantkering in de ordergrootte 1E-05 zou moeten komen (wanneer alleen de variabele kans op kritieke bladoriëntatie wordt beschouwd), dit zou betekenen dat de kans van kritieke bladoriëntatie voor het treffen van de Maeslantkering gelijk moet zijn aan 45%. Het is zeer onwaarschijnlijk dat er een dusdanig grote kans is dat het blad in een kritieke oriëntatie ligt, gezien de kleine hoek waarin het blad de kering kan treffen bij mastfalen en daarmee een relatief kleine kans op een kritieke bladoriëntatie. Daarmee is het aannemelijk dat de totale trefkansen van de Maeslantkering in de ordergrootte 1E-06 blijft.

Figuur 7.4 Kans van kritieke bladoriëntatie waarbij de Maeslantkering kan worden getroffen bij mastfalen uitgezet tegenover de jaarlijkse resulterende totale trefkansen van de Maeslantkering.



Bladgewicht bij treffen Maeslantkering mastfalen

Rijkswaterstaat heeft verzocht meer inzicht te verkrijgen in de gewichten van het turbineblad welke de Maeslantkering kan treffen bij mastfalen. Bij het faalscenario mastfalen met de worst-case effectafstand wordt uitgegaan van een windturbine met maximale tiphoogte (250 m) en ashoogte (170 m) binnen de bandbreedte. Op basis van deze aanname wordt dan uitgegaan van een rotordiameter van 160 m. Op

basis van bestaande windturbines met vergelijkbare rotordiameter is een worst-case gewicht bepaald van 27 ton (27.000 kg)¹⁷ van één turbineblad.

Op basis van de effectafstand en ligging van de Maeslantkering is vastgesteld dat alleen de tip van het blad de kering zou kunnen treffen bij mastfalen (slechts 16 m van de bladtip). De kering kan bij mastfalen dus niet door het volledige gewicht van 27 ton worden getroffen. De kortste afstand waar het zwaartepunt van het blad kan landen tot de kering is op ca. 37 m van de kering.

Om een indicatie te geven van het gewicht van 16 m van de bladtip, is een verdeling van bladsegmenten en maximale breedte per bladsegment gebruikt van een bestaande windturbine¹⁸ met vergelijkbare rotordiameter. Door de bladlengte per segmentlengte te vermenigvuldigen met maximale breedte per segment is een oppervlakte met bladsegment verkregen. Vervolgens is het bladgewicht per m² bepaald (totaal bladgewicht / totaal bladoppervlak) en is het gewicht per bladsegment bepaald door het segmentoppervlak te vermenigvuldigen met bladgewicht per m². Als resultaat is het gewicht van 16 m van de bladtip verkregen.

Uit de berekening is gekomen dat de bladtip van 16 m ca. 10% van het totale bladgewicht bevat. Op basis van het worst-case bladgewicht van 27 ton bedraagt de bladtip van 16 m die de Maeslantkering kan treffen bij mastfalen 2,7 ton.

De resultaten zijn een indicatie van het gewicht dat de kering kant treffen en dienen dusdanig geïnterpreteerd te worden. De verdeling van het gewicht over de bladlengte is nu eenvoudig bepaald op basis van bladoppervlak per bladsegment. In werkelijkheid zal de verdeling van het bladgewicht afhankelijk zijn van andere factoren (bijvoorbeeld dikte van materiaal en inhoud per segment en ligging van kleine turbineonderdelen binnen het blad).

7.2.2 Trefkans ondergrondse bekabeling

Voor de ondergrondse bekabeling worden conform het HRW de trefkansen bepaald op basis van het treffen van het zwaartepunt van de windturbineonderdelen. De ondergrondse bekabeling ligt op 700-900 mm diepte onder de grond. Er bestaan geen formules om voor ondergrondse bekabeling de kritische afstand¹⁹ te bepalen. Derhalve is een aanname gedaan voor de kritische afstand van de windturbine onderdelen. De gehanteerde afstanden zijn gegeven in Tabel 7.5. Voor het bepalen van de trefkansen van de glasvezelkabel is deze opgesplitst in twee delen, namelijk het deel wat binnen het terrein van de Maeslantkering ligt (glasvezel 1) en een deel wat buiten het terrein van de Maeslantkering ligt (glasvezel 2). Dit onderscheid is tevens afgebeeld Figuur 7.2.

Tabel 7.5 Kritische afstanden voor ondergrondse bekabeling per windturbineonderdeel

	Gondel	Mast	Blad
Kritische afstand [m]	10	5	3

¹⁷ Gewicht van de Nordex N163/5.X.

¹⁸ De verdeling van lengte en breedte per bladsegment van de Enercon E-160 turbine is gebruikt.

Technical datasheet: Rotor blade LM 78.3 P with Trailing Edge Serration (TES). D0858735/3.2-de/en / DA. 29-4-2021.

¹⁹ Dit is de afstand waarbij de bekabeling nog faalt indien het zwaartepunt van een windturbineonderdeel binnen deze afstand van het object landt.

De trefkansen voor de ondergrondse bekabeling zijn gegeven in Tabel 7.6. Alle kabels kunnen worden getroffen in het faalscenario bladworp bij overtoeren. Alleen glasvezel 2 (het deel van de glasvezelkabel dat buiten het terrein van de Maeslantkering loopt) kan tevens worden getroffen bij mastfalen en bladworp bij nominaal toerental.

Tabel 7.6 Totale trefkansen ondergrondse bekabeling Maeslantkering per faalscenario en totaal

Object	Gondelfalen		Mastfalen		Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
	Gondel gewicht	Blad gewicht	Gondel gewicht	Blad gewicht			
Voedings- en besturingskabel	0	0	0	0	0	7,32E-09	7,32E-09
Zinkerkabel	0	0	0	0	0	1,16E-08	1,16E-08
Glasvezel 1	0	0	0	0	0	2,11E-08	2,11E-08
Glasvezel 2	0	0	4,15E-05	5,04E-05	1,30E-05	4,96E-08	6,35E-05

7.2.3 Beoordeling trefkans Maeslantkerng (in ruste)

Om te toetsen aan de niet-beschikbaarheidseis van $1E-06$ wordt de trefkans van de diverse onderdelen vermenigvuldigd met de benodigde hersteltijd voor dat onderdeel. In Tabel 7.7 zijn de berekende totale trefkansen per onderdeel gegeven samen met de hersteltijden (vastgesteld door Rijkswaterstaat). De niet-beschikbaarheid is bepaald door de trefkansen met de hersteltijd te vermenigvuldigen.

Tabel 7.7 Niet-beschikbaarheid Maeslantkering per onderdeel

Object	Totale trefkans	Hersteltijd	Hersteltijd in uren	Niet-beschikbaarheid
Bolscharnier	1,80E-08	half jaar	4380	9,00E-09
Maeslantkering in ruste	2,89E-06*	half jaar	4380	1,45E-06
Voedings- en besturingskabel	7,32E-09	half jaar	4380	4,01E-11
Zinkerkabel	1,16E-08	2 dagen	48	9,67E-10
Glasvezel 1	2,11E-08	1 maand	730	1,16E-10
Glasvezel 2	6,35E-05	2 dagen	48	3,48E-07
Totale niet-beschikbaarheid				1,80E-06

* Totale trefkans waarin kans op kritieke bladoriëntatie is meegenomen, zie Tabel 7.4

De totale niet-beschikbaarheid van de onderdelen bedraagt $1,80E-06$ per jaar. Dit ligt hoger dan de niet-beschikbaarheidseis van Rijkswaterstaat van $1,0E-06$, waardoor momenteel niet wordt voldaan aan de gestelde eis.

Er is kritisch gekeken naar de aannames in de rekenmethodiek van de trefkansen en geconstateerd dat conservatisme in de benadering op bepaalde vlakken kan worden verlaagd. In 2021 heeft het RIVM een rapport gepubliceerd²⁰ waarin nieuwe, geactualiseerde faalfrequenties van windturbineonderdelen zijn bepaald. Aanleiding voor dit onderzoek is de 'oude' faalfrequenties die in 2012 zijn bepaald, toe zijn aan

²⁰ Actualisatie faalfrequenties windturbines, RIVM-rapport 2021-0234.

een actualisatie aangezien windturbines de laatste jaren technisch verder zijn ontwikkeld. De geactualiseerde faalfrequenties vallen lager uit dan de faalfrequenties die in 2012 zijn bepaald.

Momenteel wordt een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke nieuwe rekenmethodieken die worden omschreven in een advies voor RIVM ten behoeve van de actualisatie van het Rekenvoorschrift. Hierin wordt de huidige rekenmethodiek beoordeeld, worden potentieel nieuwe rekenmethodieken onderzocht en wordt advies uitgebracht over een gepaste actualisatie van de rekenmethodiek. De verwachting is dat de nieuwe rekenmethodiek minder conservatief ingestoken wordt dan de huidige rekenmethodiek. In de nieuwe rekenmethodiek wordt uitgegaan van de geactualiseerde faalfrequenties uit het rapport van 2021. Op basis van het advies zal het RIVM een nieuw of aangepast Rekenvoorschrift opstellen en publiceren. De verwachting is dat een nieuwe Rekenvoorschrift in 2024 Q2/Q3 wordt gepubliceerd.

Om een indicatie te krijgen van de trefkansen wanneer wordt uitgegaan van de geactualiseerde faalfrequenties, is een berekening gedaan met de huidige rekenmethodiek waarin de geactualiseerde faalfrequenties zijn meegenomen (in plaats van de nu geldende, verouderde faalfrequenties). Het maatgevende risico is afkomstig van het faalscenario mastfalen waarvoor geen significante aanpassingen worden verwacht. De afname van de faalfrequentie van mastfalen²¹ is daardoor dan ook vrijwel gelijk aan de te verwachte reductie van de trefkans op basis van de nieuwe rekenmethodieken. De resultaten zijn gegeven in Tabel 7.9, samen met de resulterende niet-beschikbaarheidseis.

Tabel 7.8 Niet-beschikbaarheid Maeslantkering per onderdeel, uitgaande van de geactualiseerde faalfrequenties

Object	Totale trefkans	Hersteltijd	Hersteltijd in uren	Niet-beschikbaarheid
Bolscharnier	1,80E-08	half jaar	4380	9,00E-09
Maeslantkering in ruste	1,44E-06	half jaar	4380	7,20E-07
Voedings- en besturingskabel	7,32E-09	half jaar	4380	4,01E-11
Zinkerkabel	1,16E-08	2 dagen	48	9,64E-10
Glasvezel 1	2,11E-08	1 maand	730	1,16E-10
Glasvezel 2	2,87E-05	2 dagen	48	1,57E-07
Totale niet-beschikbaarheid				8,87E-07

* Totale trefkans waarin kans op kritieke bladoriëntatie is meegenomen

De totale niet-beschikbaarheid op basis van de geactualiseerde faalfrequenties bedraagt 8,87E-07 per jaar. Hiermee wordt voldaan aan de niet-beschikbaarheidseis van Rijkswaterstaat van 1,0E-06. Hoewel enerzijds bekend is dat de geactualiseerde faalfrequenties lager liggen dan de huidige faalfrequenties (en dus resulteert in lagere trefkansen), is nog niet bekend hoe deze faalfrequenties precies worden meegenomen in de nieuwe rekenmethodiek. De berekende niet-beschikbaarheid uit Tabel 7.8 dient derhalve als een verwachting van de uitkomst wanneer het nieuwe Rekenvoorschrift zal worden gepubliceerd en in werking treedt. Met het nieuwe Rekenvoorschrift is de verwachting dat wordt voldaan aan de niet-beschikbaarheidseis van 1,0E-06.

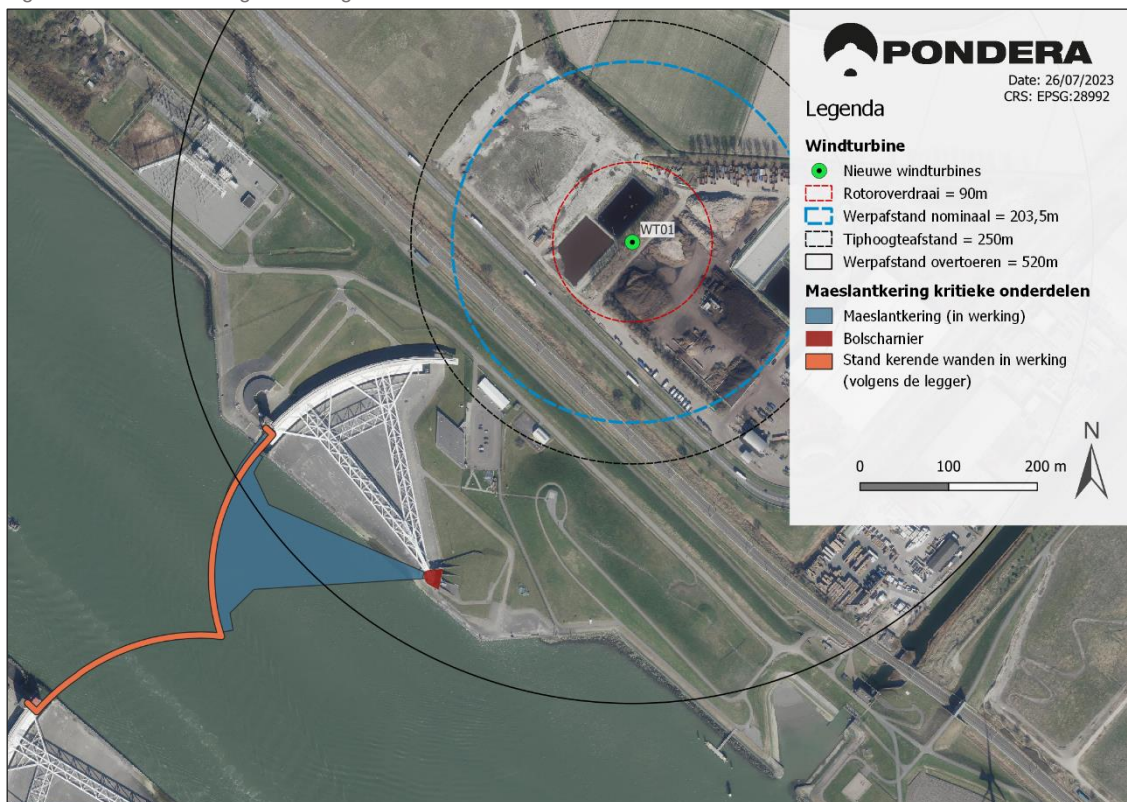
²¹ Aanpassingen in het rekenvoorschrift worden voornamelijk verwacht voor de berekening van de faalscenario's bladworp bij nominaal toerental en gondelfalen welke voor het maatgevende risico (Maeslantkering in ruste) in deze berekening geen rol spelen.

In de volgende paragrafen waar verdere trefkansberekeningen zijn gedaan, wordt uitgegaan van het geldende Rekenvoorschrift en de geldende faalfrequenties.

7.2.4 Trefkans Maeslantkering in werking

In geval van hoogwater wordt de Maeslantkering in werking gezet waardoor de deuren van de kering sluiten. De trefkans op de Maeslantkering in werking is bepaald aan de hand van de stand van de kerende wanden zoals dit in de legger²² van de Europoortkering I is opgenomen. In Figuur 7.5 is de stand van de kering afgebeeld wanneer deze in werking is. De kering ligt alleen binnen effectafstand van bladworp met overtoeren van WT01. In Tabel 7.9 is de trefkans op de Maeslantkering in werking gegeven, uitgaande van de het bestaande Rekenvoorschrift. Er wordt verondersteld dat de trefkans op de bolschamier niet verandert ten opzichte van de trefkans die is bepaald in paragraaf 7.2.1.

Figuur 7.5 Maeslantkering in werking



Tabel 7.9 Trefkansen Maeslantkering in werking per faalscenario en totaal

	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
Maeslantkering in werking	0	0	0	1,05E-07	1,05E-07

De totale trefkans op de Maeslantkering bedraagt 1,05E-07 per jaar. Met een hersteltijd van een half jaar bedraagt de niet-beschikbaarheid van de Maeslantkering in werking 5,25E-08. Wanneer dit wordt opgeteld

²² Leggerdocument Dijkkringverbindende Waterkering: Stormvloedkering Nieuwe Waterweg/Europoort, 3-7-2009, Rijkswaterstaat Zuid-Holland, Waterdistrict Nieuwe Waterweg.

met de niet-beschikbaarheid van de andere onderdelen uit Tabel 7.7 (exclusief de Maeslantkering in ruste) bedraagt de totale niet-beschikbaarheid $3,84E-07$. Hiermee wordt voldaan aan de niet-beschikbaarheidseis van $1,0E-06$.

7.2.5 Communicatie met Rijkswaterstaat

Er is meerdere malen contact geweest met de beheerder van de Maeslantkering Rijkswaterstaat waarin door Pondera het project en de beoogde windturbinelocatie is toegelicht en de trefkansen zijn besproken. Rijkswaterstaat heeft in de communicatie toelichting gegeven op de Maeslantkering en het belang van het inzichtelijk maken van het toegevoegde risico van de windturbines op de faalkans van de Maeslantkering. Tijdens het onderzoek is een conceptversie van de trefkansanalyse en de resultaten met Rijkswaterstaat gedeeld en is tevens in een overleg de rekenmethodiek van de trefkansen (middels door Pondera ontwikkelde rekensoftware) gedemonstreerd. Naar aanleiding opmerkingen en aanvullingen van Rijkswaterstaat is de trefkansanalyse in meer detail uitgevoerd (onder andere analyse van kans op kritieke bladoriëntatie bij mastfalen en beschouwing van bladgewicht bij treffen, zoals beschreven in de vorige subparagrafen). Rijkswaterstaat heeft aangegeven de gekozen aanpak van de gedetailleerde trefkansanalyse te onderschrijven, echter voldeed de totale trefkans van de Maeslantkering en bijbehorende onderdelen niet aan de niet-beschikbaarheidseis van $1E-06$.

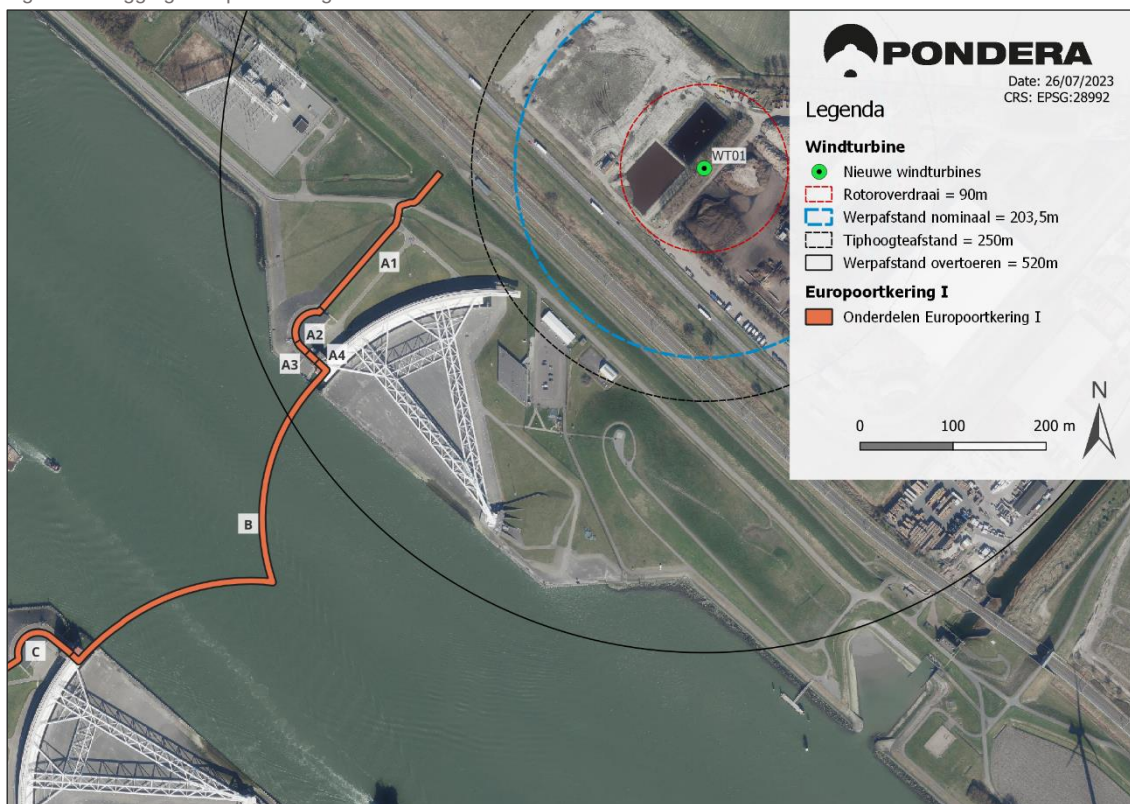
In overleg met Rijkswaterstaat is vervolgens gekeken om conservatisme in aannames in de trefkansberekening te verlagen daar waar dit mogelijk is. Zoals beschreven in paragraaf 7.2.3 is derhalve een berekening gedaan voor een verwachting van de trefkansen wanneer uit wordt gegaan van geactualiseerde faalkansen. De verwachting is daarbij dat er met de nieuw berekende trefkansen kan worden voldaan aan de niet-beschikbaarheidseis van $1E-06$. Deze uitkomsten zijn met Rijkswaterstaat besproken. Er is besproken met Rijkswaterstaat dat, wanneer het nieuwe rekenvoorschrift wordt gepubliceerd (verwachting 2024 Q2/Q3), er met dit nieuwe rekenvoorschrift zal worden aangetoond dat er kan worden voldaan aan de niet-beschikbaarheidseis van $1E-06$. Rijkswaterstaat erkent dit in eerste reactie als een werkbare oplossing en gaat dit verder intern bestuderen en bespreken.

7.3 Europoortkering I

De Europoortkering I is een primaire waterkering en is onderdeel van dijktraject 208. In Figuur 7.6 zijn de onderdelen van de Europoortkering I weergegeven zoals deze zijn opgenomen in de eerdergenoemde legger van Europoortkering I. De Europoortkering I ligt alleen binnen effectafstand van bladworp met overtoeren van WT01. De onderdelen die binnen de effectafstand liggen, zijn onderdelen A1, A2, A3, A4 en B. Onderdeel B bestaat uit de kerende wanden van de Maeslantkering wanneer deze in werking is. De trefkans hiervoor is bepaald in paragraaf 7.2.4. De onderdelen A1 t/m A4 zijn beschreven in Tabel 7.10 op basis van de legger. De dimensies die zijn gehanteerd voor de trefkansberekening zijn gebaseerd op de dimensies uit het externe veiligheidsonderzoek voor Windpark Nieuwe Waterweg²³.

²³ Risicoanalyse externe veiligheid Windpark Nieuwe Waterweg revisie 05, 14-8-2013, save.

Figuur 7.6 Ligging Europoortkering I



Tabel 7.10 Onderdelen Europoortkering I binnen effectafstand Windwinning Hoeksebaan

Label	Beschrijving	Lengte [m]	Hoogte [m]	Breedte [m]
A1	Aansluiting op Delflandsedijk	195	7,5	15
A2	Grondlichaam rondom bedieningsgebouw	66	9,55	19,1
A3	Grondlichaam generator bedieningsgebouw	15	7,5	15
A4	Kistdam, talud boven kistdam	15	7,5	15

De trefkansen op de onderdelen (op basis van het huidige Rekenvoorschrift) zijn gegeven in Tabel 7.11. De trefkansen zijn in de ordegrootte 10^{-8} (onderdeel A1) en 10^{-9} (onderdeel A2 t/m A4).

Tabel 7.11 Totale trefkans per faalscenario op de onderdelen van Europoortkering I

Object	Gondelfalen		Mastfalen		Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
	Gondel gewicht	Blad gewicht	Gondel gewicht	Blad gewicht			
A1	0	0	0	0	0	1,08E-08	1,08E-08
A2	0	0	0	0	0	4,45E-09	4,45E-09
A3	0	0	0	0	0	1,57E-09	1,57E-09
A4	0	0	0	0	0	1,39E-09	1,39E-09

Op basis van deze trefkansen kan berekend worden wat de verhoging is van het faalscenario bladworp overtoeren op de kans op overstroming door schade aan het grondlichaam bestaande uit A1 t/m A4. Er is geen sprake van ondergrondse effecten tijdens operatie of constructie op een afstand van meer dan 250 meter vanaf de windturbinelocatie (zie Figuur 7.6).

Hierbij wordt uitgegaan van een normstelling voor dijktraject 208 (Europoortkering I) met een ondergrens van 1:30000 ²⁴. Voor de toetsing wordt gekeken in hoeverre de maximale faalkansruimte van 1% van deze ondergrens ingenomen wordt door dit faalscenario. De cumulatieve trefkans van alle vier de onderdelen A1 t/m A4 is $1,82 \times 10^{-08}$ per jaar. Het optredende faalscenario betreft een rotorblad wat valt op het grondlichaam. Er wordt uitgegaan van de volgende zeer conservatieve uitgangspunten om het maximale risico op een overstroming in te schatten:

- De toegestane faalfrequentietoename is bepaald als 1% van de norm op doorsnedeniveau;
- Treffen van de onderdelen A1 t/m A4 is cumulatief beoordeeld als volledig falen van het grondlichaam; dit is een overschatting van het risico op doorsnedeniveau;
- Er wordt niet gekeken naar de mogelijke diepte van het ontstane gat, de kraterdiepte is als maximaal aangenomen;
- Er wordt niet gekeken naar de operatietijd van de Maeslandtkering, de kans op voorkomen hoogwater is dus op 100% gesteld;
- De stormduur plus hersteltijd is gesteld op 14 dagen;

De kans op een kritieke hydraulische belastingsituatie binnen de vereiste tijd voor noodreparatie is daarmee $14 / 365 \times 100\% = 3,8 \times 10^{-2}$ per jaar.

De faalfrequentietoename op doorsnedeniveau is daarmee nooit meer dan de cumulatieve trefkans maal de benodigde hersteltijd $\rightarrow 1,82 \times 10^{-08} \times 3,8 \times 10^{-2} = 6,7 \times 10^{-10}$. De toegestane faalkansruimte is 1% van 1:30000 $= 3,3 \times 10^{-07}$. Dit betekent dat het effect van het faalscenario bladworp bij overtoeren op de totale kering circa 477x kleiner is dan de toegestane faalkansruimte op doorsnedeniveau. Het toegevoegde risico is 0,0021% van de ondergrens en 0,21% van de 1% faalkansruimte. Dit betekent dat ongeacht de faalkansruimtefactor per faalmechanisme het toegevoegde risico altijd verwaarloosbaar klein te noemen is.

Uit deze beoordeling van de bovengrondse effecten blijkt dat voor alle faalmechanismen en faalscenario's de additionele faalkanstoename minder is dan de toelaatbare 1% voor het grondlichaam van Europoortkering I.

²⁴ Uit Nationaal Basisbestand Primaire Waterkeringen (NBPW) - <https://waterveiligheidsportaal.nl/nss/norm> - 5 juli 2024

8 Kwalitatieve analyse ijsworp scenario

Op 1 tot 2 dagen per jaar kunnen de weeromstandigheden in Nederland zodanig zijn dat er sprake is van significante ijs aangroei aan de windturbinebladen. Bij het loskomen van deze ijsblokken kunnen gevaarlijke situaties ontstaan voor onbeschermde personen of door schrikreacties tijdens transport. Moderne windturbines zijn veelal voorzien van systemen die kunnen detecteren of er sprake is van aangroeiend ijs en/of weersomstandigheden waarbij ijsaangroei kan worden verwacht. Bij het merendeel van de aanwezige windturbines in Nederland hoeven geen specifieke maatregelen te worden genomen om ijsaangroei te voorkomen of het vallen van ijs te voorkomen doordat de meeste windturbines worden geplaatst in open agrarische gebieden waar weinig aanwezigheid van personen worden verwacht. Om ijsworp te voorkomen dient de windturbine te worden stilgezet indien significante ijsaangroei aanwezig is. Het voorkomen van gevaarlijke situaties en het verplicht moeten stilzetten van windturbines is reeds geregeld in de regels van het Activiteitenbesluit Milieubeheer.

Om te analyseren of de omgeving gevoelig kan zijn voor ijsworp of ijsval wordt gekeken naar de directe omgeving van de windturbines tot aan een afstand gelijk aan de tiphoogte. Er zijn binnen dat gebied terreinen en objecten aanwezig die gevoelig zijn voor ijsworp of ijsval (zoals bedrijfspanden en enkele wegen/straten). Er wordt daarom geadviseerd om een goed ijsdetectiesysteem wat ijsaanvorming aan de bladen detecteert en de windturbine stilzet bij significante aangroei aan de windturbines. Daarmee worden de risico's van ijsworp verkleind. Indien de rotor niet draait wordt ijsval verwacht tot een zone van circa een halve rotordiameter plus 11 meter als afglij- / dwarrelzone. Vanwege de nabijgelegen wegen wordt geadviseerd om een ijsprotocol op te stellen. Hierin kan dan onder andere worden geregeld hoe de windturbine gepositioneerd moeten worden bij ijsaangroei zodat het afdwarrelende ijs geen gevaar voor de omgeving vormt. Van WT02 kan het rotorvlak dusdanig gepositioneerd worden dat deze parallel loopt aan de weg Noordergros en van WT01 dusdanig dat deze parallel loopt aan de onverharde weg op terrein van Renewi aan de zuidoostkant van de turbine. Ook het gecontroleerd afwerpen en weer opstarten kan worden beschreven in het ijsprotocol.

9 Conclusie

Voor twee te realiseren windturbines in Hoek van Holland is een analyse naar externe veiligheid uitgevoerd. De windturbines zijn getoetst aan de gehanteerde normen in het handboek voor risicozonering van windturbines bestaande uit een handleiding en de handreiking (versie 1.1 – 20 mei 2020). De mogelijke effecten voor inrichtingen van derden in de omgeving in relatie tot het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) zijn inzichtelijk gemaakt. Ook zijn andere beleidsvraagstukken beschouwd zoals de invloed van de windturbines op de veiligheid van passanten (lokale wegen) en de effecten op waterkeringen en hoogspanningsinfrastructuur. Daarnaast is een kwalitatieve analyse gedaan in relatie tot het onderwerp ijsworp.

Binnen de generieke en specifieke maximale PR1E-05 contour ligt een beperkt kwetsbaar object. De PR1E-05 contour van WT02 moet derhalve worden beperkt tot 72 m om te voldoen aan de norm. Binnen de specifieke maximale PR1E-06 contour liggen geen kwetsbare objecten. Binnen de generieke PR1E-06 contour ligt een object dat een kwetsbaar object kan betreffen (gebouw met onbekende gebruiksfunctie op terrein van Synres B.V.). Aangezien het gebouw ver buiten de specifieke maximale PR1E-06 contour ligt, wordt verondersteld dat het gebouw buiten de daadwerkelijke PR1E-06 contour zal vallen en de windturbines geen onaanvaardbaar risico vormen op het object.

Volgens het vigerende bestemmingsplan Hoek van Holland-Bedrijventerreinen is het toegestaan binnen de PR1E-05 contour en PR1E-06 contour (beperkt) kwetsbare objecten te realiseren. Daarmee zijn toekomstige (beperkt) kwetsbare objecten binnen de PR1E-05 en PR1E-06 contour realiseerbaar wat een belemmering kan vormen. De andere enkelbestemmingen van de bestemmingsplannen leveren geen verdere belemmeringen op.

De risico's op lokale wegen, waterwegen en spoorwegen zijn beschouwd: er wordt niet verwacht dat de windturbines een onaanvaardbaar risico vormen op passanten over deze infrastructuur.

Binnen de maximale effectafstand van de windturbines ligt een Brzo-bedrijf met een risicovolle installatie. Op basis van de bepaalde trefkansen wordt niet verwacht dat de windturbines een onaanvaardbaar toegevoegd risico hebben op de installatie.

Binnen de effectafstand maar buiten tiphoogteafstand (en buiten nominale bladworpafstand) ligt een buisleiding en ligt hoogspanningsinfrastructuur. Doordat deze infrastructuur alleen in het faalscenario van bladworp met overtoeren kunnen worden getroffen, is het risico op deze infrastructuur dusdanig laag dat deze aanvaardbaar wordt geacht.

Tot slot zijn er trefkansanalyses verricht op de primaire waterkering Delflandsedijk en op de Maeslantkering (en bijbehorende kritieke onderdelen).

Bijlage 1 Eigenschappen windturbines in relatie tot externe veiligheid

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de beschikbare windturbines binnen de bandbreedte als gegeven in Tabel 1.2. In deze tabel zijn de specificaties van de beschikbare windturbine gegeven en is met arcering aangegeven hoe de waarde tot stand is gekomen, waarbij geldt:

- Groen gearceerd: aangeleverd door de turbinefabrikant;
- Geel gearceerd: gebaseerd op windPRO WTG Catalogue;
- Rood gearceerd: waarden geschat op basis van de best beschikbare gegevens

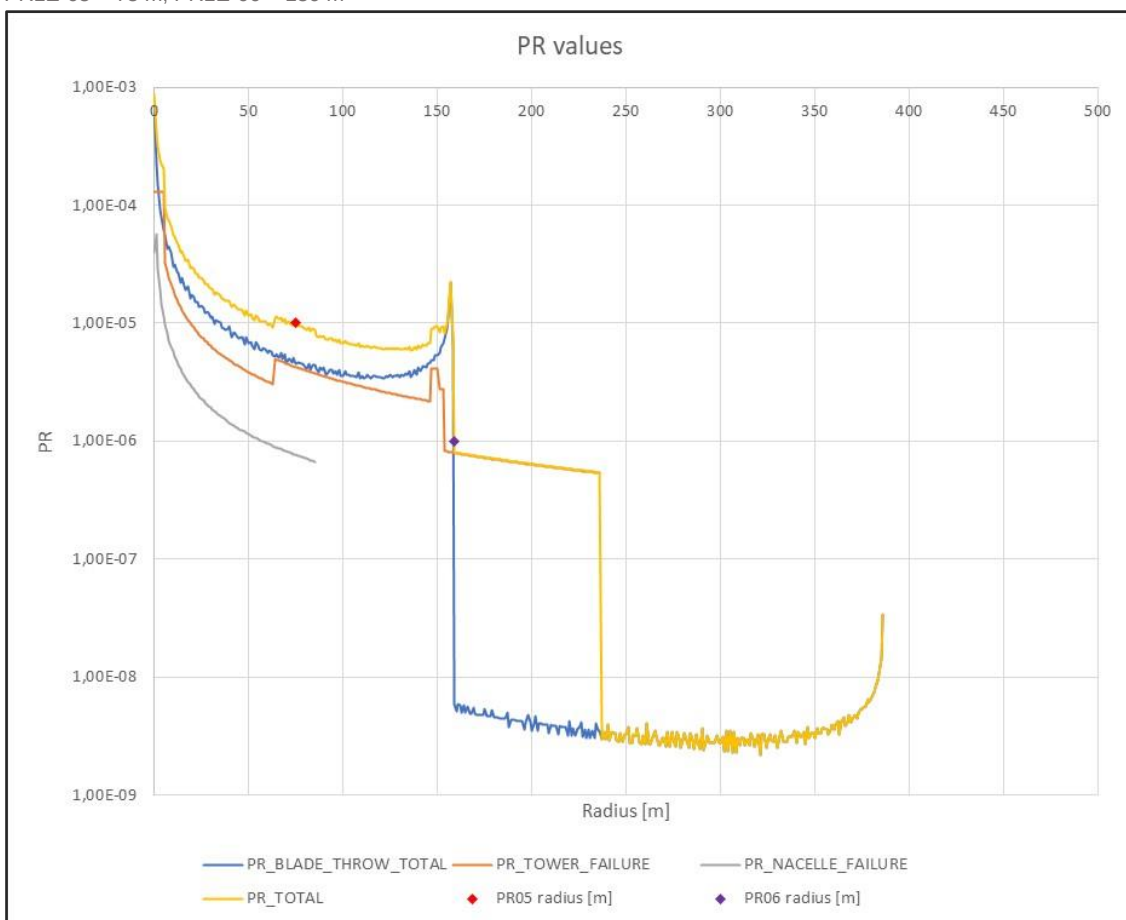
De cellen met een rood kader geven de maximale waarde binnen de kolom.

	Manufacturer	Model	Hub height tower [m]	Throw height [m]	Rotor diameter [m]	Nominal rotor speed [RPM]	Blade COG from rotor axis [m]	Nacelle height [m]	Nacelle width [m]	Maximum tower width [m]	Nacelle length (incl. hub) [m]	Maximum blade width [m]	Nominal throw [m]	Overspeed throw [m]	PR10-5 radius [m]	PR10-6 radius [m]	Tip height [m]
1	Enercon	E-147 EP5 E2	176,5	176,5	147,0	10,4	24,5	6,1	5,7	9,3	22,5	4,5	177,4	432,8	50,0	180,0	250,0
2	Vestas	V150-4.5MW	175,0	175,0	150,0	10,4	21,4	6,1	5,7	9,3	22,5	4,2	150,5	354,0	53,0	179,0	250,0
3	GE	GE 6.1-158	171,0	171,0	158,0	9,7	26,3	3,8	5,5	4,3	17,8	4,0	175,9	430,8	41,0	176,0	250,0
4	Siemens Gamesa	SG 6.2-170	165,0	165,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	9,3	18,8	4,5	154,3	368,0	62,0	167,0	250,0
5	Siemens Gamesa	SG 6.6-170	165,0	165,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	9,1	18,8	4,5	154,3	368,0	62,0	167,0	250,0
6	Nordex	N149/5.X	175,0	175,0	149,1	10,7	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	185,8	459,6	48,0	186,0	249,6
7	Nordex	N163/5.X	168,0	168,0	163,0	10,7	27,2	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	203,5	520,0	51,0	204,0	249,5
8	Siemens Gamesa	SG 5.0-145	177,0	177,0	145,0	10,8	22,8	4,1	4,2	9,3	18,8	4,5	170,1	410,7	48,0	180,0	249,5
9	Siemens Gamesa	SG 3.4-145	177,0	177,0	145,0	10,5	24,2	4,2	4,2	4,5	18,5	4,4	176,8	430,6	40,0	180,0	249,5
10	Siemens Gamesa	SG 4.7-155	172,0	172,0	155,0	9,3	23,9	4,1	4,2	9,3	18,8	4,5	150,6	354,6	55,0	175,0	249,5
11	Siemens Gamesa	SG 6.6-155	172,0	172,0	155,0	9,3	23,9	3,5	4,2	9,3	18,8	4,5	150,6	354,6	55,0	174,0	249,5
12	GE	GE 6.0-164	167,0	167,0	164,0	8,9	27,3	3,8	4,3	4,3	16,9	4,0	165,0	398,9	45,0	169,0	249,0
13	Vestas	V162-7.2MW	166,0	166,0	162,0	9,5	27,0	6,1	5,7	9,3	22,5	4,3	175,4	432,0	54,0	176,0	247,0
14	Enercon	E-160 EP5 E2	167,0	167,0	160,0	9,4	25,9	6,1	5,7	9,3	22,5	4,1	165,1	400,0	54,0	171,0	247,0
15	Vestas	V162-5.6MW	166,0	166,0	162,0	9,3	24,1	4,4	4,2	9,3	22,5	4,3	150,3	356,6	57,0	169,0	247,0
16	Vestas	V162-6.2MW	166,0	166,0	162,0	9,5	24,1	4,4	4,2	6,0	22,5	4,3	154,0	367,4	52,0	169,0	247,0
17	Vestas	V162-6.0MW	166,0	166,0	162,0	9,3	24,1	4,4	4,2	6,0	22,5	4,3	150,2	356,1	50,0	169,0	247,0
18	Enercon	E-160 EP5 E3	166,6	166,6	160,0	9,6	25,9	6,1	5,0	8,7	19,8	4,1	169,0	412,0	53,0	170,0	246,6
19	Nordex	N163/5.X	164,0	164,0	163,0	10,7	27,2	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	201,6	517,1	50,0	202,0	245,5
20	Nordex	N163/6.X	164,0	164,0	163,0	10,7	27,2	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	201,6	517,1	50,0	202,0	245,5
21	Siemens Gamesa	SG 6.6-155	165,0	165,0	155,0	9,3	23,9	3,5	4,2	8,9	18,8	4,5	148,0	350,2	55,0	167,0	242,5
22	Nordex	N163/5.X	159,0	159,0	163,0	10,7	27,2	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	199,2	513,5	51,0	200,0	240,5
23	Nordex	N163/6.X	159,0	159,0	163,0	10,7	27,2	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	199,2	513,5	51,0	200,0	240,5
24	GE	GE 5.5-158	161,0	161,0	158,0	9,7	26,3	6,1	5,5	4,3	17,8	4,0	171,8	424,0	42,0	172,0	240,0
25	GE	GE 6.1-158	161,0	161,0	158,0	9,7	26,3	3,8	5,5	4,3	17,8	4,0	171,8	424,0	42,0	172,0	240,0
26	Siemens Gamesa	SG 6.2-170	155,0	155,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	9,3	18,8	4,5	150,4	361,5	75,0	157,0	240,0
27	Siemens Gamesa	SG 6.6-170	155,0	155,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	5,8	18,8	4,5	150,4	361,5	54,0	157,0	240,0
28	Nordex	N149/4.X	164,0	164,0	149,1	11,0	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	187,1	471,0	48,0	188,0	238,6
29	Nordex	N149/5.X	164,0	164,0	149,1	10,7	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	181,1	451,9	49,0	182,0	238,6
30	Vestas	V172-7.2MW	150,0	150,0	172,0	9,0	28,7	6,1	5,7	9,3	22,5	4,5	169,4	422,7	72,0	170,0	236,0
31	Vestas	V172-6.8MW	150,0	150,0	172,0	8,5	28,7	6,1	5,7	9,3	22,5	4,5	158,1	387,0	75,0	159,0	236,0
32	Siemens Gamesa	SG 6.6-170	150,0	150,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	5,2	18,8	4,5	148,4	358,2	54,0	152,0	235,0
33	Siemens Gamesa	SG 6.2-170	150,0	150,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	4,7	18,8	4,5	148,4	358,2	52,0	152,0	235,0
34	Vestas	V150-5.6MW	155,0	155,0	150,0	10,4	25,0	4,4	4,2	9,3	22,5	4,2	171,9	429,1	52,0	172,0	230,0
35	Vestas	V150-6.0MW	155,0	155,0	150,0	10,1	25,0	4,4	4,2	9,3	22,5	4,2	167,1	413,8	50,0	168,0	230,0
36	GE	GE 5.5-158	151,0	151,0	158,0	9,7	26,3	6,1	5,5	4,3	17,8	4,0	167,5	417,0	43,0	168,0	230,0
37	GE	GE 6.1-158	151,0	151,0	158,0	9,7	26,3	3,8	5,5	4,3	17,8	4,0	167,5	417,0	43,0	168,0	230,0
38	Vestas	V150-4.3MW	155,0	155,0	150,0	10,4	21,4	6,1	5,7	9,3	22,5	4,2	143,0	341,3	56,0	159,0	230,0
39	Vestas	V162-5.6MW	149,0	149,0	162,0	9,3	24,1	4,4	4,2	9,3	22,5	4,3	143,8	345,7	73,0	152,0	230,0
40	Vestas	V162-6.2MW	149,0	149,0	162,0	9,5	24,1	4,4	4,2	6,0	22,5	4,3	147,3	356,3	53,0	152,0	230,0
41	Vestas	V162-6.0MW	149,0	149,0	162,0	9,3	24,1	4,4	4,2	6,0	22,5	4,3	143,6	345,1	52,0	152,0	230,0
42	Siemens Gamesa	SG 6.2-170	145,0	145,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	6,4	18,8	4,5	146,4	354,9	73,0	147,0	230,0
43	Siemens Gamesa	SG 6.6-170	145,0	145,0	170,0	8,8	26,1	3,5	4,2	6,4	18,8	4,5	146,4	354,9	73,0	147,0	230,0
44	Nordex	N163/5.X	148,0	148,0	163,0	10,7	27,2	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	194,0	505,3	52,0	194,0	229,5
45	Nordex	N149/4.X	154,9	154,9	149,1	11,0	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	183,0	464,5	50,0	183,0	229,5
46	Nordex	N149/5.X	154,9	154,9	149,1	10,7	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	177,1	445,5	49,0	178,0	229,5
47	Enercon	E-147 EP5 E2	155,0	155,0	147,0	10,4	24,5	6,1	5,7	9,3	22,5	4,5	168,4	418,2	50,0	169,0	228,5
48	Enercon	E-160 EP5 E2	140,0	140,0	160,0	9,4	25,9	6,1	5,7	9,3	22,5	4,1	153,9	381,6	70,0	154,0	220,0
49	Nordex	N149/8.X	145,0	145,0	149,1	11,0	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	178,4	457,3	50,0	179,0	219,6
50	Nordex	N149/5.X	145,0	145,0	149,1	10,7	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2	172,6	438,4	51,0	173,0	219,6

Van de windturbines met de hoogste PR1E-05 en PR1E-06 contour (op basis waarvan de specifieke worst-case PR-contouren zijn bepaald) is een gedetailleerde PR-grafiek bepaald welke het plaatsgebonden risico als functie van afstand tot de windturbine geeft. .

Er zijn twee windturbines met een maximale PR1E-05 waarde van 75 m, namelijk de SG 6.2-170 op 155m ashoogte en de V172-6.8 op 150 m ashoogte. Aangezien de laatstgenoemde een hogere PR1E-06 radius heeft, is de PR-grafiek van de V172-6.8 op 150 m ashoogte gegeven. Deze grafiek is gegeven in Figuur 9.1.

Figuur 9.1 Het plaatsgebonden risico als functie van afstand tot de windturbine: V172-6.8 op 150 m ashoogte.
PR1E-05 = 75 m, PR1E-06 = 159 m



De maximale PR1E-06 waarde bedraagt 204 m en is van de N163/5.X op 168 m ashoogte. Het plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot de windturbine is grafisch weergegeven in Figuur 9.2.

Figuur 9.2 Het plaatsgebonden risico als functie van afstand tot de windturbine: Nordex N163/5.X op 168 m ashoogte.
PR1E-05 = 51 m, PR1E-06 = 204 m

