

Bijlagen Deel D

Bijlage D-1 - Literatuurlijst

Bijlage D-2 - Verklarende woorden-, afkortingenlijst

Bijlage D-3 - Alternatieve opstellingen Ontwerpproces

Bijlage D-4a - Visualisaties MER varianten (apart document)

Bijlage D-4b - Visualisaties aanvullende scenario's

Bijlage D-5 - Notitie verkenning natuurvoorziening

Bijlage D-6 - Rapportage geluid en slagschaduw

Bijlage D-7 - Archeologisch bureau onderzoek

Bijlage D-8 - Huidige situatie natuur

Bijlage D-9 - Effectrapport natuur

Bijlage D-9a - Effectrapport natuur aanvullende scenario's

Bijlage D-10 - Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer

Bijlage D-11 - Quickscan flora en fauna kabeltracé A7

Bijlage D-12 - Effecten onderwatergeluid

Bijlage D-13 - Scheepvaartveiligheid

Bijlage D-14 - Effecten aanvaring scheepvaart

Bijlage D-15 - Risico analyse dijkveiligheid

Bijlage D-16 - UXO- Rapportage

Bijlage D-17 - Effect op Wind –IWES

Bijlage D-18 - Toerisme en recreatie – ETFI

Bijlage D-19 - Scoringstabel Absoluut en relatief

Bijlage D-20 - Potentiele ontwikkeling windpark op Afsluitdijk

Bijlage D-1 Literatuurlijst



Aanbiedingsbrief Structuurvisie Wind op Land. Ministers van 'Infrastructuur en milieu' en 'Economische zaken', 31 maart 2014

Aanwijzen van een aantal locaties op de Waddenzee waar kitesurfen is toegestaan. Beschikking Rijkswaterstaat nr DNN 2006/3124. 3 juli 2006

Aanwijzing aangaande de locatie op de Waddenzee bij Texel waar kitesurfen is toegestaan. Besluit Rijkswaterstaat nr. RWS-2013/19549. 11 april 2013

Adviesnotitie Wind naar ruimte. Ambtelijke dienst Provincie Fryslân, oktober 2014

A Spatial Hedonic Analysis of the effects of Wind Energy Facilities on Surrounding Property Values in the United States. Berkely Lab, August 2013

Beantwoording kamervragen lid Smaling, minister van Economische zaken, 17 december 2014

Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 (herziene versie 2012). Rijkswaterstaat, 2012

Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016-2021 (ontwerp). Rijkswaterstaat, 2015

Beleidsnota IJsselmeergebied 2009-2015. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009

Beleidsregels voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken. Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 2002

Beleidsbrief recreatie en toerisme. Ministerie van EL&I, 2011

Beschikking nr 406/2009/EG, inzake de inspanningen van de lidstaten om hun broeikasgasemissies te verminderen om aan de verbintenissen van de Gemeenschap op het gebied van het verminderen van broeikasgassen tot 2020 te voldoen. Europese parlement en raad, 2009

Brancherapport Special Watersport. De watersportbranche markt, trends, ontwikkelingen en risico's. Delta Lloyd, 2011

Brief toezegging elektromagnetische velden en elektrogevoeligheid (referentie G&VW/GW/2011/ 22840). Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 22 december 2011

Brief Windenergie en het Waddengebied – veel te winnen, veel te verliezen. Regiecollege Waddengebied, 5 september 2014

Brondocument Waterlichaam IJsselmeer. Doelen en maatregelen rijkswateren. Ministerie van I&M en Rijkswaterstaat, 2012

Cardiac pacemakers in electric and magnetic fields of 400-kV power Lines. In: Pacing Clin. Electrophysiol. Korpinen, L., Kuisti, H., Elovaara, J., Virtanen, V., (2012); 35 (2012) pp.422-30

Collegeakkoord Gedeputeerde Staten provincie Fryslân 'Nije enerzji foar Fryslân (2011-2015)'. Provincie Fryslân, 2011

ContinuVrijeTijdsOnderzoek (CVTO) 2012-2013 kerncijfers. Inzicht in de uithuizige vrijetijdsbesteding van Nederlands. NBTC en NIPO Research, 2013 (via <http://www.nbtcniporesearch.nl/nl/home/resultaten/kerncijfers.htm>)

De invloed van windturbineparken op de verkeersveiligheid, Stichting Wetenschappelijk onderzoek Verkeersveiligheid, DR. D.A. Schreuder, 1992

De Steat van Fryslân 2013. Provincie Fryslân, 2013

Ecologische verkenning locatiekeuze nieuwe windparken IJsselmeer en Markermeer (. Bureau Waardenburg, 2011

Een choreografie van 1.000 molens. Windmolens hebben een landschappelijk verhaal nodig, deel 2. Rijksadviseur voor het Landschap, 2010

Een erfgoedvisie op windturbines. RCE, 2013 (www.cultureelerfgoed.nl, 3 november 2013)

Evaluatie Windstreek 2000. Grontmij, 2007

Fifth Assessment Report. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for policymakers. IPPC, 2013

Fryske Wyn. Windturbines en ruimtelijke kwaliteit. Atelier Fryslân, 2009

Fryslân, toeristische topattractie in Nederland. Notitie ter actualisering van de Beleidsnota Recreatie en Toerisme 2002-2010. Provincie Fryslân, 2011

Fryslân, toeristische topattractie in Nederland. Uitvoeringsagenda 2011-2013. Provincie Fryslân, 2011

Gevolgen windmolenpark Afsluitdijk voor de waterrecreatie. Waterrecreatieadvies, 2012

Groenboek. Een kader voor het klimaat- en energiebeleid voor 2030. EC, 2013

Guidance document. Wind energy developments and Natura 2000. EC, 2011

Structuurvisie Grutsk op 'Romte (Trots op de ruimte). Provincie Fryslân, 26 maart 2014

Handboek Risicozonering windturbines. 2e versie. Agentschap NL, 2005

Handboek Risicozonering windturbines. 3e versie. Agentschap NL, 2013

Handboek Risicozonering windturbines. Herziene versie 3.1. Agentschap NL, 2014

Handreiking cultuurhistorie in m.e.r. en MKBA. RCE, 2009

Hoe open is de Waddenzee? Een indicator voor de openheid van het Waddenlandschap. Planbureau voor de Leefomgeving, 2009

Houtskoolschets Windstreek 2011 (visiedocument). Provincie Fryslân, 2010

Houtskoolschets Windstreek 2011. Provincie Fryslân, 2011

Huidige natuurwaarden in plangebied Windpark Fryslân. Achtergronddocument voor het m.e.r. Bureau Waardenburg, 2013

Inpassingsplan Vismigratierivier, RHO Adviseurs voor leefruimte, 2014

Integrale visie IJsselmeergebied. De koers verlegd. Ministeries van VROM, EZ, LNV en V&W, 2002

Inventarisatie bestaand gebruik IJsselmeergebied. Geactualiseerd overzicht ten behoeve van het beheerplan Natura 2000 voor het IJsselmeergebied. Ten Brink, D.J. e.a., 2009

Kamerbrief moties Windenergie op Land. Minister van Economische zaken, 20 mei 2014

Kamerbrief voortgang Wind op Land (tweede kamer, vergaderjaar 2014-2015, 33612, nr 46), 31 oktober 2014

Kernkwaliteiten in beeld. Ministerie van V&W, 1999

Klimaatverandering, wetenschap en debat. KNAW, 2011

Lichtonderzoek Fryslân, in opdracht van de provincie Fryslân. Onderzoeks- en adviesbureau Sotto le Stelle, december 2011

Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Steunpunt Natura 2000, 2009

Milieueffectrapport Windpark Noordoostpolder, Pondera Consult, 2009

Milieueffectrapport Vismigratierivier Afsluitdijk, CSO Adviesbureau, 2015

Milieueffectrapport Windpark Wieringermeer, Pondera Consult, 2013

Milieueffectstudie kabels en leidingen Waddengebied, Arcadis, 2013

Motie de Vries (Tweede kamer, vergaderjaar 2013-2014, 33612, nr 29)

Motie Holtackers en Van Tongeren (Tweede Kamer, Vergaderjaar 2011-2012, 33000 XII, nr. 72)

Moties en amendementen Posthumus (FNP, Provincie Fryslân), 18 juni 2014

Notitie Reikwijdte en Detailniveau Vismigratierivier Afsluitdijk. De Nieuwe Afsluitdijk, 2013

Onderzoek vaargedrag IJsselmeergebied en Waddenzee. Waterrecreatie Advies, 2003

Ontwerp-rijksinpassingsplan Afsluitdijk, Witteveen en Bos, 2015

Ontwerp Structuurvisie Windenergie op land. Ministeries EZ en I&M, 2013

Ontwerp Structuurvisie Fryslân Windstreek 2012. Provincie Fryslân, 2012

Ontwerp Structuurvisie Windstreek 2014. Provincie Fryslân, 2014

Ontwikkeling watersport IJsselmeergebied 2012. Provincie Fryslân, Friese IJsselmeerkust. 2012. Waterrecreatie Advies, 2012

Optimalisering van de basiskennis over het energiepotentieel op het Belgisch Continentaal Plat. In opdracht van het Federaal Wetenschapsbeleid, Strategische Prioriteiten van de Federale Overheid (AP/42). www.belspo.be. Mathys, P.; Meirschart, V.; Portilla, J.; De Rouck, J.; De Volder, G.; Dewilde L., 2009

Plan/Project-MER Afsluitdijk, Wittenveen en Bos, 17 april 2015

Presentatie Nationaal waterrecreatie onderzoek 2013. Tbv HISWA jachthaven symposium. NBTC NIPO, 21 november 2013 (via www.hiswa.nl)

PKB Derde Nota Waddenzee. Ministerie van VROM, 2006

Prognose hernieuwbare energie. Rapportage 2013. Ministerie van EZ, 2013

Raadsvoorstel gemeente Súdwest-Fryslân. Standpuntbepaling lijnopstelling windpark Afsluitdijk, gemeente Súdwest-Fryslân, 5 januari 2015

Reactie op brief Regiecollege Waddengebied. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2 februari 2015

Recreatie in groenblauwe gebieden. Analyse data Continu Vrijetijdsonderzoek: bezoek, leeftijd, stedelijkheidsgraad en activiteiten van recreanten. WUR, 2012

Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012

Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030. PBL, ECN, 2012

Relationship between Wind Turbines and Residential Property Values in Massachusetts. Atkinson-Palombo; Ben Hoen, 2014.

Richtlijn 2009/28/EG ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en houdende wijziging en intrekking van Richtlijn 2001/77/EG en Richtlijn 2003/30/EG. Europese parlement en raad, 2009

Rijksinpassingsplan Uitbreiding elektriciteitsnet Noordoostpolder. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011

Routekaart naar een concurrerende koolstofarme economie in 2050. EC, 2011

Sociological investigation of The Reception of Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms in the Local Communities. Susanne Kuehn, Econ Analyse; 2003

Stappenplan Energie 2050. EC, 2011

Stappenplan Gebiedspecifiek Beleid RWS-IJsselmeergebied. Oranjewoud, 2008

Startdocument Planuitwerking Afsluitdijk. Rijkswaterstaat, 2013

Statenvoorstel windmolens Provincie Fryslân. Provinciale Staten Fryslân, 17 december 2014

Streekplan Fryslân 2007. Om de kwaliteit fan de romte. Provincie Fryslân, 2006

Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. Ministerie I&M, 2012

Structuurvisie Toekomst Afsluitdijk. Ministerie I&M, 2012

The Impact of Wind Power Projects on Residential Property Values in the United States: A Multi-Site Hedonic Analysis. Berkely Lab, December 2009

Toekomst van de watersport in het gebied Markermeer-IJmeer. Waterrecreatieadvies, 2007

Toerisme en recreatie in cijfers 2013. CBS en NBTS, 2013

Toerisme monitor 2012. Onderzoek naar de ontwikkelingen van de toeristische sector in de provincies Fryslân en Groningen in het jaar 2012. ETFI, 2013

Uitvoeringsprogramma Duurzame Energie 2014-2020. Vastgesteld GS 25 juni 2013. Provincie Fryslân, 2013

Vangstadvisen voor snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem in het IJsselmeer en Markermeer. IMARES, 2013

Verkeersveiligheidsonderzoek Windpark Autena te Vianen, Mansvelder, E.O., de Haan, 2013

Verspreidingsonderzoek Nederlandse Zoogdieren VONZ 2009. Zoogdierversamenleving, 2010

Vervolgr rapport kosten en baten van een grotere sluis in Kornwerderzand. W+B, 2013

Visie Erfgoed en Ruimte. Kiezen voor Karakter. Ministeries van OC&W en I&M, 2011

Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer. Veldinventarisatie 2012 in zoekgebieden voor windenergie. Bureau Waardenburg en Zoogdierversamenleving, 2012

Voorontwerp masterplan beeldkwaliteit Afsluitdijk. Feddes/Olthof, 2013

Windpark Afsluitdijk: tussen Ramsar en Kyoto : beeld van een complex onderzoeksproject. Kernteam IPWA, 2003

Wegbeeldanalyse Windpark Krammer B.V. Rho adviseurs, april 2014

Windturbines op de Afsluitdijk, Onderzoek naar de mogelijkheden voor plaatsing van windturbines op de Afsluitdijk, AT Osborne, 2013

Zoekgebieden nieuwe windparken IJsselmeer en Markermeer ecologisch verkend. Bureau Waardenburg, 2011

Websites

- www.cbs.nl
- www.compendiumvoordeleefomgeving.nl
- <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl2094-Openheid-van-de-grote-wateren.html?i=12-161> (21 januari 2014)
- <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1258-Recreatie-in-groenblauwe-gebieden.-2006-2010.html?i=4-25> (13 februari 2014)
- <http://www.fryslan.fr/2805/eerste-friese-hemelhelderheidskaart-toont-donkerte-in-de-provincie/>
- <http://fryslanfoardewyn.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2014/10/Wind-CvA-advies-14-10-01.pdf>
- www.fryslanfoardewyn.nl
- www.fryslan.nl
- www.gemeentesudwestfryslan.nl
- http://www.kennisplatform.nl/Onderwerpen/hogspanningslijnen/Pacemakers_hogspanningslijnen.aspx
- <http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/06/Rapportage%20hernieuwbare%20energie%202013.pdf>
- www.smals-ijsselmeer.nl
- www.stin.nl
- www.trektellen.nl
- www.waarneming.nl
- <http://www.waddenvereniging.nl/landschap/index.php> (21 januari 2014)

BIJLAGE D-2 VERKLARENDE WOORDEN- & AFKORTINGENLIJST



ABRvS

Afdeling bestuursrechtspraak Raad van State

Alternatieven

Mogelijkheden om redelijkerwijs de doelstelling(en) te realiseren. De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een Milieueffectrapport (MER) alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.

Ashoogte

De hoogte van de rotor-as, waaraan de rotorbladen van de windturbine zijn bevestigd, ten opzichte van het maaiveld.

Autonome ontwikkeling

Veranderingen, die zich in het milieu zullen voltrekken als noch de voorgenomen activiteit, noch één van de varianten worden gerealiseerd.

Barro

Besluit algemene regels ruimtelijke ordening

Bevoegd gezag

In het kader van de Wet milieubeheer en de Wet op de ruimtelijke ordening: één of meer overheidsinstanties die bevoegd zijn om over het initiatief een besluit te nemen waarvoor het Milieueffectrapport wordt opgesteld.

Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie voor de m.e.r.)

Commissie van onafhankelijke deskundigen die het bevoegd gezag adviseert over de gewenste inhoud van het milieueffectrapport en in een latere fase in het toetsingsadvies over de kwaliteit van het milieueffectrapport.

Cumulatieve effecten

Optelling van effecten binnen hetzelfde milieuonderwerp van afzonderlijke plaatsingsgebieden.

EC

Europese Commissie

EU

Europese Unie

Initiatiefnemer

Degene die een m.e.r.-plichtige activiteit wil ondernemen.

Mitigatie

Het verminderen of voorkomen van nadelige effecten (op het milieu) door het treffen van bepaalde maatregelen.

Milieueffectrapportage (m.e.r.)

De procedure van milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieueffectrapport en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van de activiteit waarvoor een milieueffectrapport is opgesteld.

MER

Milieueffectrapport. Een openbaar document waarin van een voorgenomen activiteit van redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven of varianten de te verwachten gevolgen voor het milieu in hun onderlinge samenhang op systematische en zo objectief mogelijke wijze worden beschreven.

MW

Megawatt = 1.000 kilowatt = 1.000 kW. kW is een eenheid van elektrisch vermogen.

Notitie R&D

Dit staat voor 'notitie reikwijdte en detail(niveau)'. Deze notitie wordt vastgesteld op basis van de conceptnotitie reikwijdte en detail(niveau) (ook wel 'startnotitie' genoemd) en de daarop ontvangen zienswijzen, reacties en adviezen. Inhoudelijk geeft de notitie reikwijdte en detailniveau aan wat (reikwijdte) en met welke diepgang (detailniveau) onderzocht en beschreven dient te worden in het milieueffectrapport (het MER).

Nulalternatief

Zie referentiesituatie.

Plangebied

Het gebied, waarbinnen het voorgenomen plan of één van de alternatieven kan worden gerealiseerd.

PlanMER

Een planMER is het rapport dat is vereist voor plannen waarin de locatie voor een activiteit met potentieel aanzienlijke milieueffecten, zoals een windpark, wordt aangewezen, of als voor dit plan een zogenaamde Passende Beoordeling dient te worden opgesteld, waarin de effecten op een Natura 2000-gebied in beeld worden gebracht.

ProjectMER

Het projectMER is het rapport dat betrekking heeft op de milieueffecten van de concrete uitwerking van het plan. Voor een windpark betreft een concrete uitwerking het bepalen van de posities van de windturbines. De effecten van een dergelijk opstelling en van opstellingsvarianten worden door middel van onderzoek in detail bepaald en afgezet tegen de geldende milieueisen, waarbij beoordeeld wordt of aan deze eisen kan worden voldaan.

Rijkscoördinatie regeling (RCR)

De procedure waarbij het Rijk bevoegd gezag is en het inpassingsplan opstelt.

Referentiesituatie

De situatie waartegen de effecten van het initiatief worden afgewogen. Dit bestaat uit de huidige situatie zonder initiatief inclusief de autonome ontwikkelingen (zie autonome ontwikkelingen). Dit wordt ook vaak het nulalternatief genoemd.

Rotordiameter

De diameter van de denkbeeldige cirkel die door de rotorbladen (wieken) van de windturbine worden bestreken.

Tiphoogte

Maat die voor windturbines wordt gebruikt om de maximale hoogte vanaf de grond aan te geven wanneer een rotorblad verticaal staat. De tiphoogte is gelijk aan de ashoogte + halve rotordiameter.

BIJLAGE D-3 ONTWERPPROCES ALTERNATIEVEN WINDPARK FRYSLÂN



Inleiding

In deel C van het MER is beschreven op welke wijze het zoekgebied voor het initiatief tot stand is gekomen. Uit de vergelijking van de locatie - in het noordelijk deel van het IJsselmeer en nabij de Afsluitdijk - met andere locaties blijkt daarbij dat de locatie geen overwegende milieunadelen kent. Ofwel andere locaties kennen geen overwegende milieuvoordelen.

De vervolgvraag is nu hoe het gebied het beste ingericht kan worden. Het zoekgebied is grootschalig en zeer open en dit maakt verschillende opstellingsprincipes van verschillende omvang (aantal windturbines/vermogen) mogelijk. Omdat sprake is van een grootschalig windpark, met de nodige ontwerpruimte, kunnen milieueffecten al in de ontwerpfase door middel van het ontwerp al in belangrijke mate worden beperkt en of gemitigeerd.

Voor het MER van Windpark Fryslân zijn vier inrichtingsalternatieven ontworpen nadat de notitie reikwijdte en detailniveau was vastgesteld. Deze alternatieven zijn de uitkomst van een ontwerpproces eind 2012 begin 2013 dat samen met overheden (Ministeries van EZ en I&M, Provincie Fryslân, gemeente Súdwest Fryslân en Rijkswaterstaat), ecologen en landschapsadviseurs is doorlopen. In dit ontwerpproces zijn verschillende inrichtingsalternatieven en inrichtingsprincipes ontworpen en beoordeeld op basis van gezamenlijk geformuleerde uitgangspunten.

Ontwerpproces

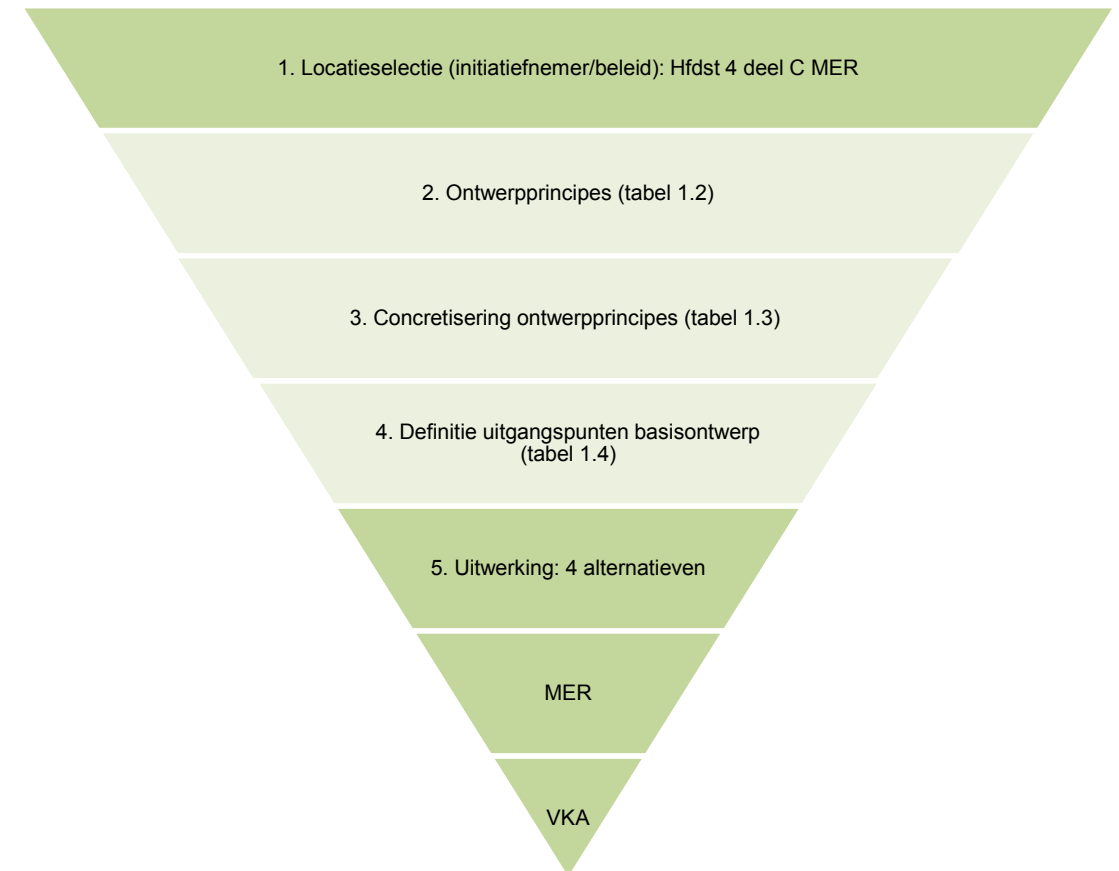
In paragraaf 1.2 van deel D van het MER zijn het ontwerpproces en de daarin doorlopen stappen beschreven en is weergegeven welke uitgangspunten voor het ontwerpen van een passende inrichting gekozen zijn. In het kort komt dit er op neer dat op basis van de aandachtspunten uit deel C van het MER, de uitgangspunten/kaders uit het beleidskader en kenmerken van het gebied (huidige situatie) een iteratief proces is gevolgd om te komen tot opstellingsalternatieven.

Gedurende het proces zijn verschillende opstellingsprincipes verkend. Deze principes zijn weergegeven in paragraaf 1.2.2 van deel D van het MER en komen terug in tabel 1 hierna. Voor al deze principes zijn enkele of soms -meerdere inrichtingsalternatieven middels GIS applicaties ingetekend en gevisualiseerd in fotovisualisaties of 3D-modellen in Google Earth. Deze alternatieven zijn op milieuaspecten beoordeeld en besproken op basis van de uitgangspunten die voor verschillende milieuaspecten, gezamenlijk met de genoemde partijen zijn bepaald. Deze bijlage geeft een overzicht van de alternatieven (en bijbehorende inrichtingsprincipes) die gedurende het proces zijn verkend en beschrijft de milieugronden op basis waarvan principes zijn aangepast of verlaten. De figuur hiernaast, gelijk aan figuur 1.2 in hoofdstuk 1 van deel D van het MER, laat zien in welke stappen van het ontwerpproces de verschillende opstellingsalternatieven een rol hebben gespeeld. Deze stappen zijn licht gekleurd in de figuur. Het verkennen van principes die in deze bijlage langs komen en het 'testen' hiervan door deze uit te werken heeft als trechter gewerkt om te komen tot opstellingen die uiteindelijk als alternatieven voor het MER zijn uitgewerkt.

Opstellingsprincipes verkend

In algemene zin geldt dat grote opstellingen in lijnen, clusters of zwermen kunnen worden geplaatst. De mogelijkheid om binnen het zoekgebied meerdere afzonderlijke opstellingen toe te passen is kort besproken maar niet verder uitgewerkt aangezien de ruimte hiervoor (lengte zoekgebied circa 10 kilometer) te beperkt is gezien het gewenste vermogen van 250-400 MW en dit niet leidt tot milieuvoordelen.

De opstellingsprincipes die zijn verkend geven de hoeken van het speelveld weer. Het verkennen van de verschillende opties heeft tot de ontwikkeling van de vier inrichtingsalternatieven geleid waarvan in deel D van het MER in detail de milieueffecten zijn beschreven. Een ruime range aan vermogen is als ambitie geformuleerd voor het initiatief. Het minimum van 250 MW en het maximum van 400 MW

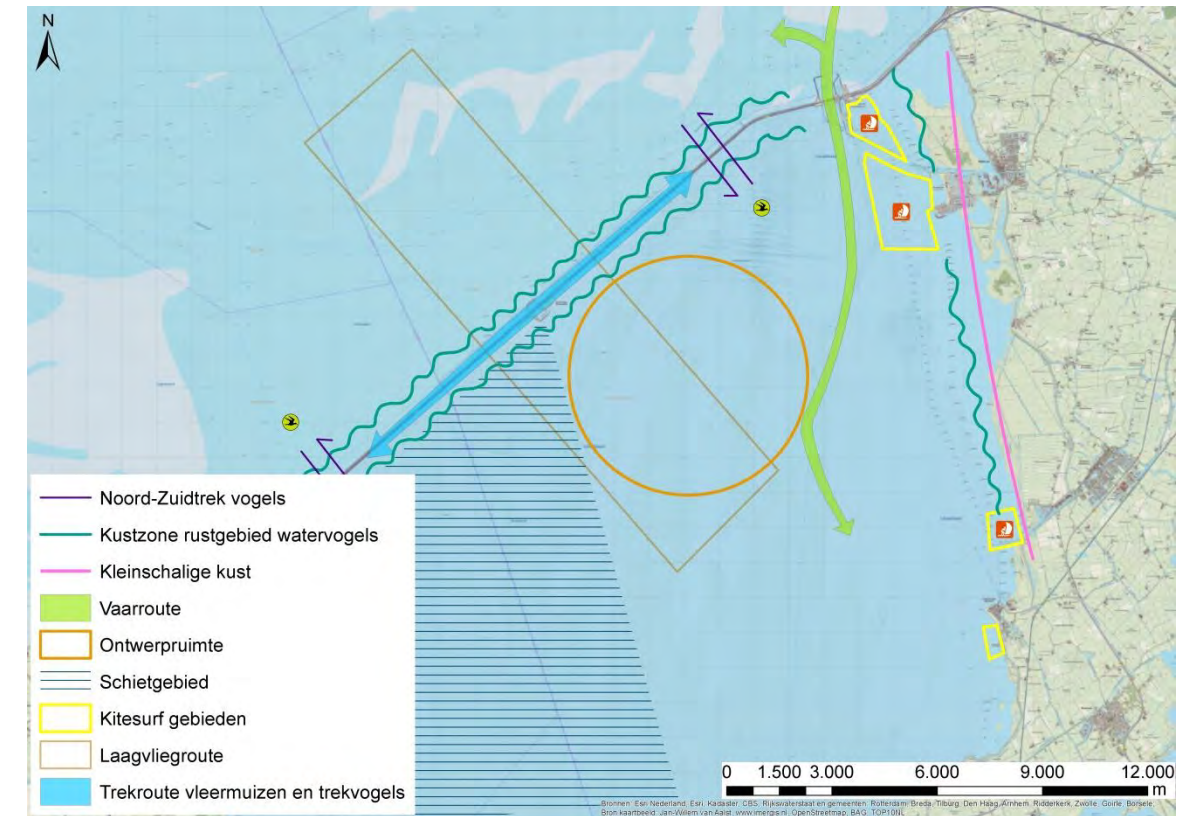


is voor alle principes verkent evenals het toepassen van grotere en kleinere windturbines. Een verantwoording van het landschappelijke ontwerp dat uiteindelijk is geformuleerd, is in bijlage D-4 van het MER opgenomen.

De beschikbare zoekruimte wordt aan de westzijde begrensd door het schietgebied van Defensie, aan de noordzijde door de Afsluitdijk (fysiek is er op de Afsluitdijk geen ruimte voor windturbines aangezien overslag van de wieken over de snelweg niet is toegestaan) en aan de oostzijde door de gemarkeerde vaargeul voor de beroepsvaart. Aan de start van de m.e.r. werd de westgrens van het zoekgebied bepaald door de aanvliegroete naar de Vliehors aangezien een hoogtebeperking van 50 meter van toepassing was. Gedurende het proces van de totstandkoming van de alternatieven is deze hoogtebeperking door Defensie beperkt tot eerst 150 meter, waarmee opstellingen in de 3 - 5 MW klasse mogelijk werden, en vervolgens tot 182,22 meter (600 voet) als gevolg waarvan beide turbineklassen mogelijk werden. In de figuur hiernaast is de aandachtspunten voor de ontwerpen indicatief weergegeven.

In tabel 1 zijn de verschillende opstellingsprincipes behandeld. Daarbij is aangegeven met welke achtergrond principes gedurende het ontwerpproces na verkenning en beoordeling zijn afgevallen. Vervolgens worden per opstellingsprincipe de alternatieven weergegeven die in het proces voorbij zijn gekomen, waarbij een beschrijving wordt gegeven van de gevolgen voor de relevantie milieuaspecten. Als onderdeel van het proces zijn de alternatieven, voor een beoordeling op basis van de landschappelijke uitgangspunten, gevisualiseerd. De visualisaties zijn in deze bijlage weergegeven. De meest onderscheidende milieuaspecten zijn in de tabel opgenomen. Waar relevant zijn andere milieuaspecten opgenomen in de kolom 'overig'.

Ten slotte is in tabel 2 een vergelijkingstabel opgenomen waar de opstellingsprincipes per milieuthema beoordeeld zijn ten opzichte van een clusteropstelling nabij Breezanddijk.



Tabel 1 Opstellingsprincipes beoordeling aandachtspunten milieuaspecten

	Opstellingen	Ecologie	Landschap	Cultuurhistorie	Scheepvaart	Energetisch	Overig
A	Opstelling van lijnen parallel aan de Afsluitdijk	<ul style="list-style-type: none"> • Barrièrewerking uitwisseling Waddenzee / IJsselmeer • Door lijnopstelling hogere aantallen aanvaringslachtoffers 	<ul style="list-style-type: none"> • Aantasting van de openheid van IJsselmeer / Waddenzee • Aantasting zicht op Friese kust vanaf de Afsluitdijk • Verkleinend effect Afsluitdijk • Korte afstand tot Friese kust (voormalige Zuiderzeekust) 	<ul style="list-style-type: none"> • Effect op het beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand • Effect ensemble Afsluitdijk vanuit Waddenzee 	<ul style="list-style-type: none"> • Nabij vaarroute Kornwerderzand (oostzijde) 	<ul style="list-style-type: none"> • Negatief effect op energieopbrengst door veel turbines achter elkaar te plaatsen in de overheersende windrichting • Meerdere lijnen nodig om tot minimum vermogen van 250 MW te komen 	<ul style="list-style-type: none"> • Grootte Invloedgebied stiltegebied Waddenzee • Korte afstand tot woningen Kornwerderzand
B	Opstellingen buiten de laagvliegrouete van Defensie	<ul style="list-style-type: none"> • Grote verstoring van viseters oostzijde gebied vanwege de aanwezige diepten 	<ul style="list-style-type: none"> • Aantasting van de openheid van het IJsselmeer/Waddenzee • Negatief effect op zicht op Friese kust vanaf de Afsluitdijk • Kleine afstand tot Friese kust (voormalige Zuiderzeekust) 	<ul style="list-style-type: none"> • Effect beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand • Effect ensemble Afsluitdijk vanuit Waddenzee 	<ul style="list-style-type: none"> • Nabij vaarroute Kornwerderzand (oostzijde) 		<ul style="list-style-type: none"> • Korte afstand tot woningen Kornwerderzand
C	Opstellingen met kleinere onderlinge tussenafstanden	<ul style="list-style-type: none"> • Grotere verstoring bij afstanden kleiner dan 600 meter (dichtsmeren gebied) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kleinere oppervlaktebeslag 	<ul style="list-style-type: none"> • Afhankelijk van positionering 	<ul style="list-style-type: none"> • Afhankelijk van positionering 	<ul style="list-style-type: none"> • Negatief effect op energieopbrengst, vanwege - onderlinge beïnvloeding 	<ul style="list-style-type: none"> • Afhankelijk van positionering
D	Opstellingen verder in het IJsselmeer gelegen		<ul style="list-style-type: none"> • Aantasting van de openheid en weidsheid van het IJsselmeer • Geen invloed Afsluitdijk • Losstaand element 		<ul style="list-style-type: none"> • Locatie nabij intensief bevaren IJsselmeer 		
E	Opstelling dicht bij de Afsluitdijk gelegen	<ul style="list-style-type: none"> • Barrièrewerking uitwisseling Waddenzee/ IJsselmeer • Aanvaringslachtoffers trekvogels en migrerende vleermuizen • Verstoring foeragerende/rustende vogels oever/kustzone Afsluitdijk 	<ul style="list-style-type: none"> • Aantasting van de openheid van het IJsselmeer/Waddenzee • Negatief effect op zicht op Friese kust vanaf de Afsluitdijk • Verkleinend effect Afsluitdijk • Kleine afstand tot Friese kust (voormalige Zuiderzeekust) • Aantasting van de cultuurhistorische waarde van de Afsluitdijk 	<ul style="list-style-type: none"> • Effect op het beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand • In beschermd schootsveld Kazematten 		<ul style="list-style-type: none"> • Negatief effect op energieopbrengst door veel turbines direct achter elkaar in de overheersende windrichting te plaatsen • Meerdere lijnen nodig om tot minimum vermogen van 250 MW te komen 	<ul style="list-style-type: none"> • Grootte Invloedgebied stiltegebied Waddenzee • Korte afstand tot Makkum en Kornwerderzand • Dijkveiligheid (falen windturbine) • Verkeersveiligheid (ijsworp)
F	Zwermopstelling i.t.t. cluster	<ul style="list-style-type: none"> • Negatief effect op aanvaringslachtoffers door turbines dichter op elkaar 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen herkenbare opstelling • Afwezigheid van orde en rust 			<ul style="list-style-type: none"> • Negatief effect op energieopbrengst (bij kleinere onderlinge tussenafstanden) 	
G	Lange lijn / enkele lange lijnen haaks op de Afsluitdijk	<ul style="list-style-type: none"> • Barrièrewerking soorten west-oost dagelijkse trek 	<ul style="list-style-type: none"> • Aantasting van de openheid en weidsheid van het IJsselmeer en vanaf de Friese kust 				
H	Clusteropstelling nabij Breezanddijk						

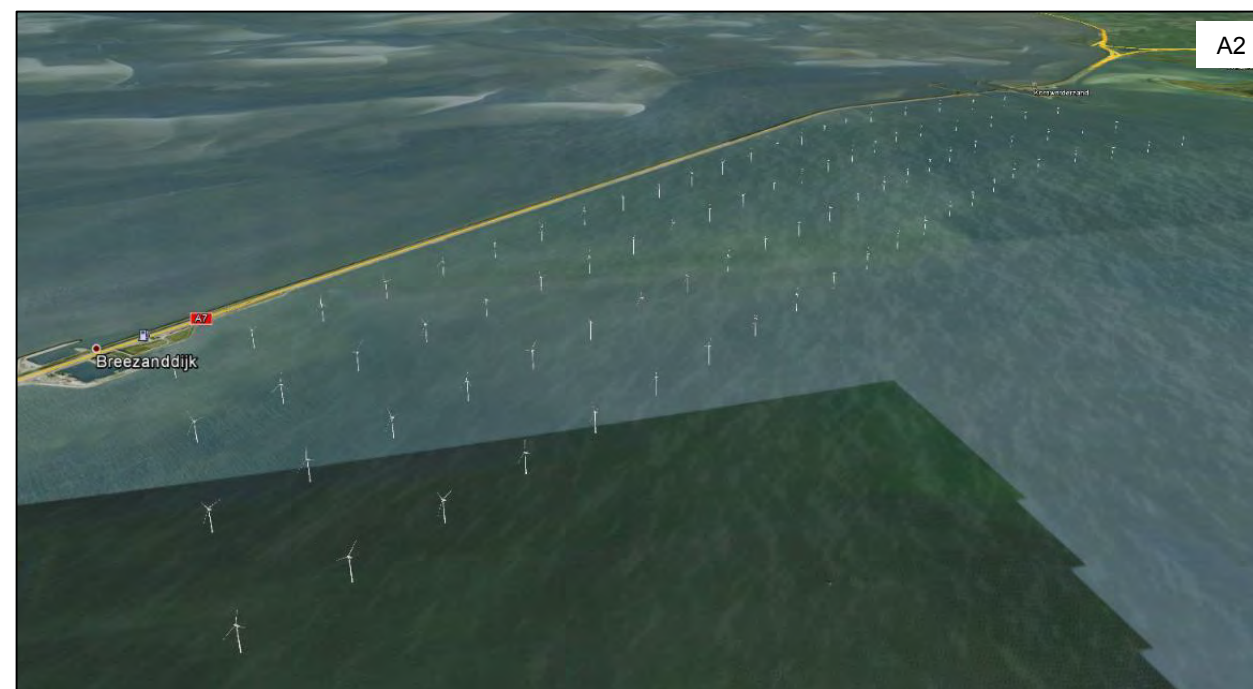
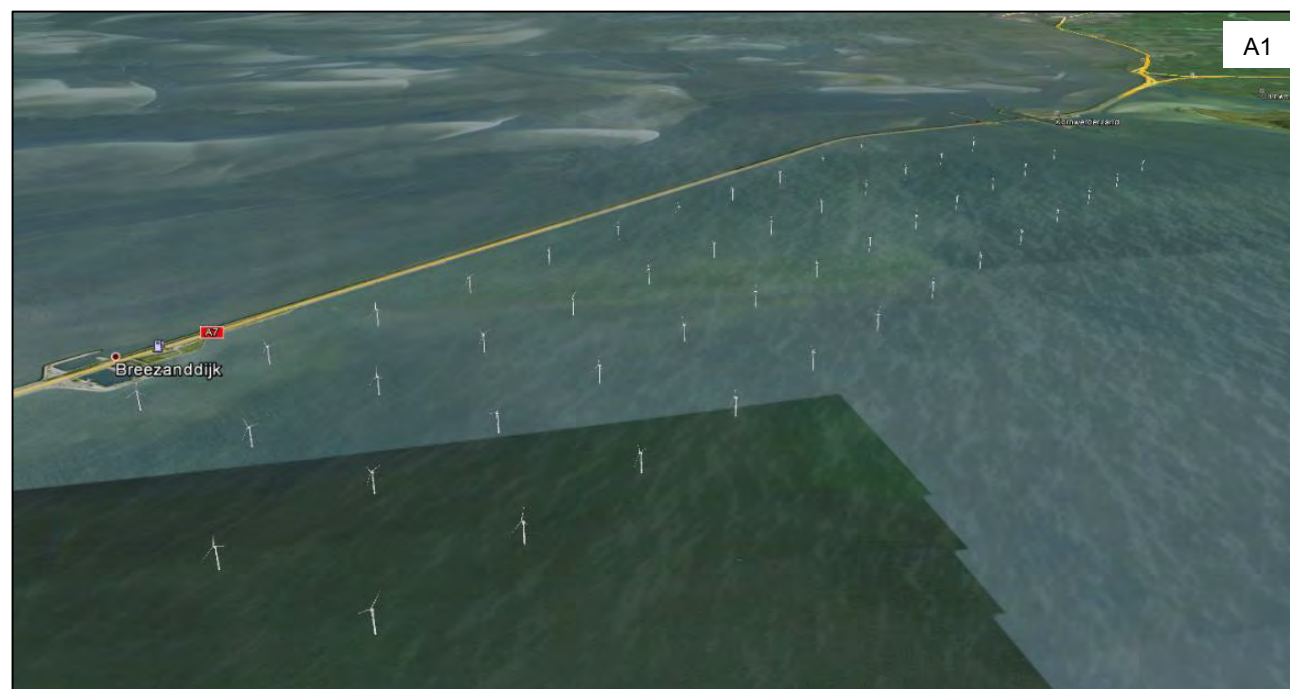
A: LIJNEN LANGS DE AFSLUITDIJK

In het ontwerpproces zijn opstellingen verkend waarbij lijnen in verschillende configuraties parallel aan de dijk zijn geplaatst tussen Kornwerderzand en Breezanddijk in het Friese deel van het IJsselmeer. In de figuren hieronder zijn twee van deze opstellingen weergegeven, in een opstelling met zowel de grote als de kleine turbineklasse. Op de volgende pagina zijn enkele visualisaties van de opstellingen weergegeven.

De opstellingen maken gebruik van de gehele lengte van het zoekgebied. Het oostelijk deel van het gebied kent een hogere dichtheid aan watervogels (met name soorten van het open water) en is op kleinere afstand van de Friese kust gelegen.

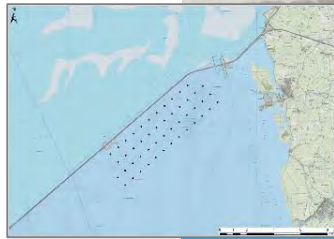
Uit de verkenning van de opstellingen komt naar voren dat er een grotere kans op aanvaringsslachtoffers bestaat en er potentiële barrièrewerking optreedt voor vogels die zich van noord naar zuid (en vice versa) over de Afsluitdijk bewegen. Daarnaast treden er effecten op de doorgaande open ruimtebeleving op vanuit Waddenzee en IJsselmeer, wordt het open zicht op de Friese kust vanaf de Afsluitdijk belemmert en is de afstand tot recreatiegebied de Holle Poarte bij Makkum en (het beschermd dorpsgezicht) Kornwerderzand gering.

Energetisch is het niet wenselijk veel turbines achter elkaar in de overheersende windrichting te plaatsen vanwege onderlinge beïnvloeding van de turbines.

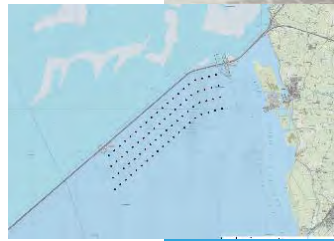




Holle Poarte, Makkum



Hindeloopen



Holle Poarte, Makkum



Hindelopen

B: Opstellingen buiten de laagvliegroute van Defensie

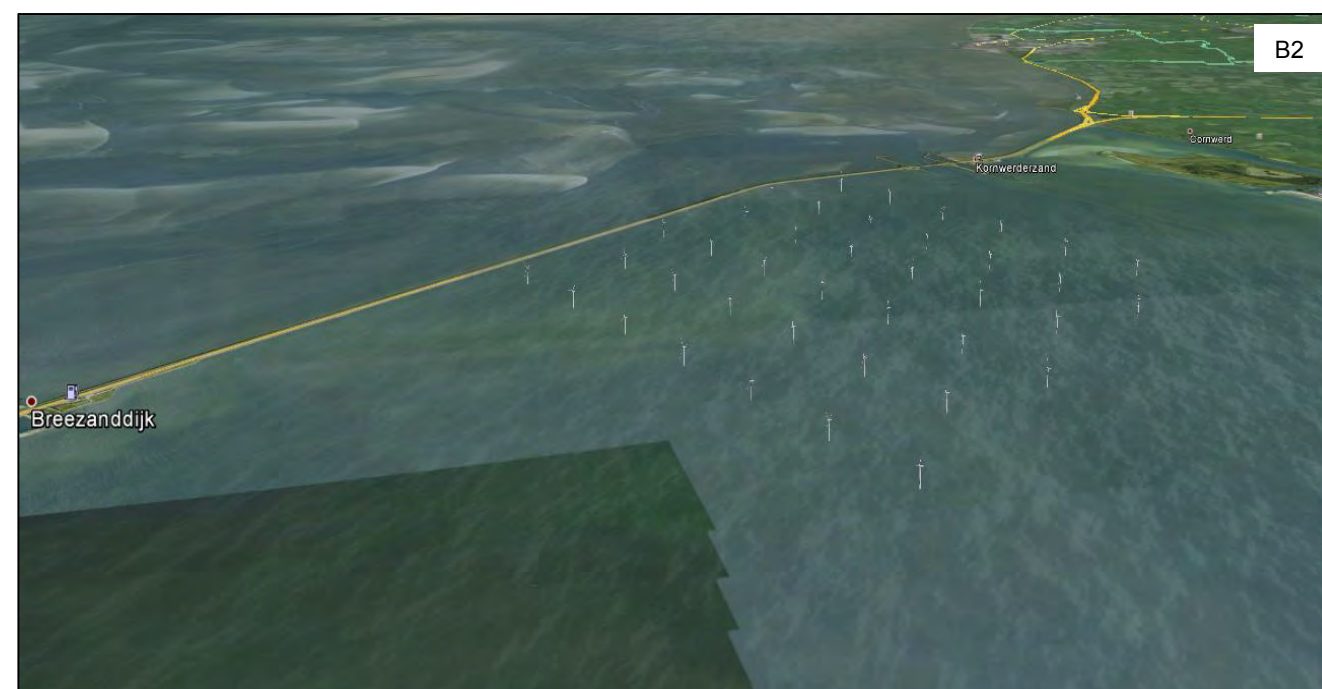
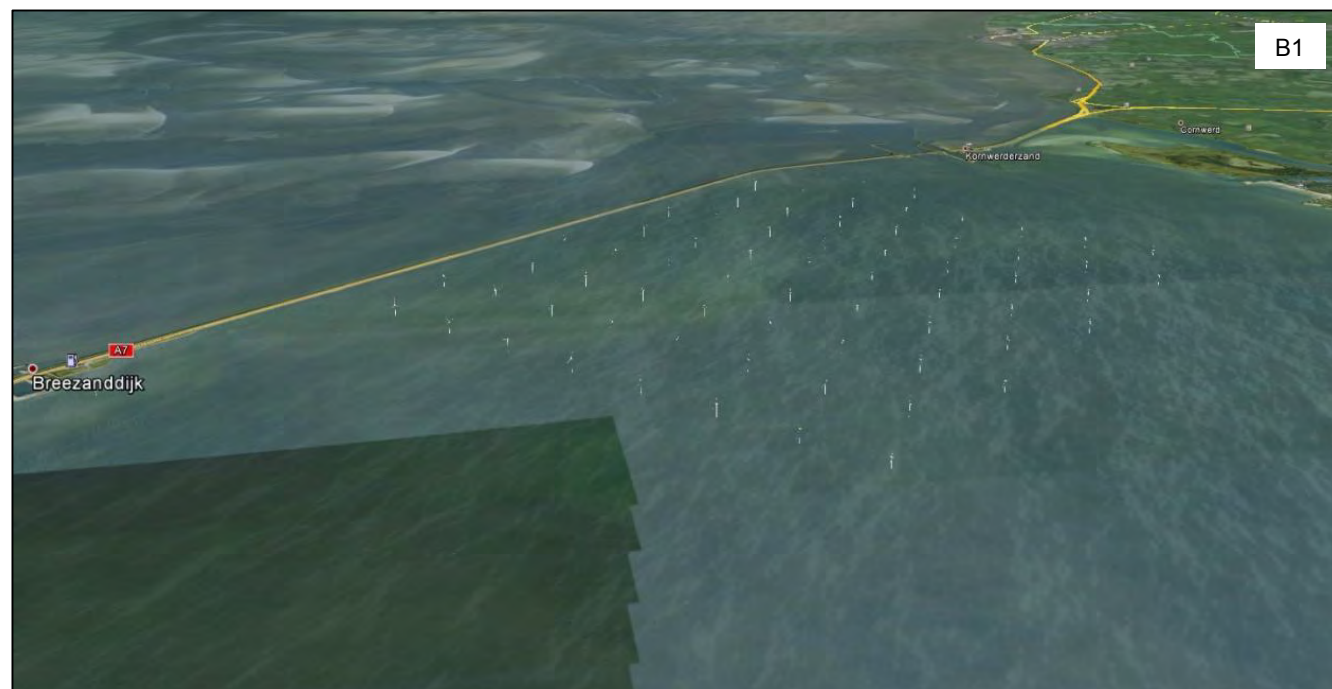
Omdat de laagvliegroute 'Vliehors' van Defensie ten tijde van het ontwerpproces een hoogtebeperking kende, zijn tevens verschillende opstellingen buiten de laagvliegroute verkend. Dit had automatisch tot gevolg dat de turbines dichterbij de Friese kust waren gelegen.

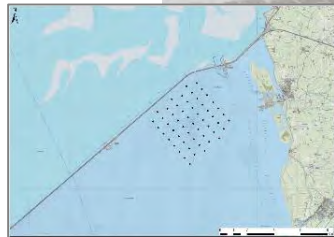
In de figuren hieronder zijn twee van deze opstellingen weergegeven waarbij opstelling B1 bestaat uit turbines uit de kleine turbineklasse en B2 met turbines uit de grote turbineklasse. In de hierna volgende pagina's zijn enkele visualisaties opgenomen om de landschappelijke impact te tonen.

Uit de verkenning kwam naar voren dat de opstellingen buiten de laagvliegroute van Defensie (zie ook kader 1.1 hiervoor in het MER deel D) een zeer geringe afstand tot (het beschermd dorpsgezicht) Kornwerderzand en Makkum (Friese kust) hebben en het zicht op de Friese kust belemmeren, waardoor het landschappelijk effect wordt vergroot. Daarnaast sluit een dergelijk opstelling niet aan op het ensemble van de Afsluitdijk (lange lage dijk onderbroken door knooppunten) vanuit de Waddenzee.

Tevens geldt ook hier dat in dit deel van het IJsselmeer (oostkant oorspronkelijke zoekgebied) diepere delen bestaan, waar meer visetende vogels bevinden dan in de rest van het gebied. Vermoedelijk vanwege een grotere beschikbaarheid van voedsel.

In een latere fase van het ontwerpproces is de hoogtebeperking door Defensie opgehoogd, waardoor er meer afstand tot de Friese kust kon worden bewaard.

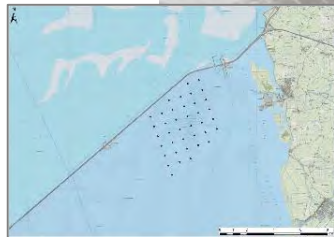




Holle Poarte, Makkum



Hindeloopen



Holle Poarte, Makkum



Hindeloopen

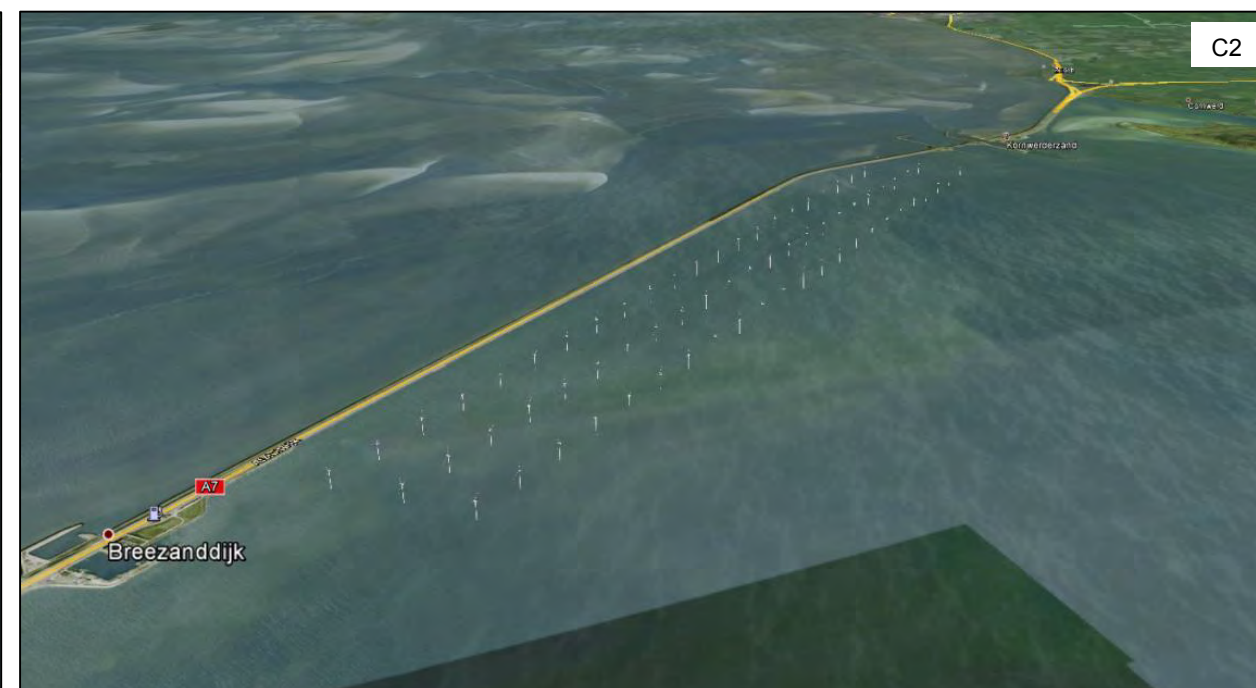
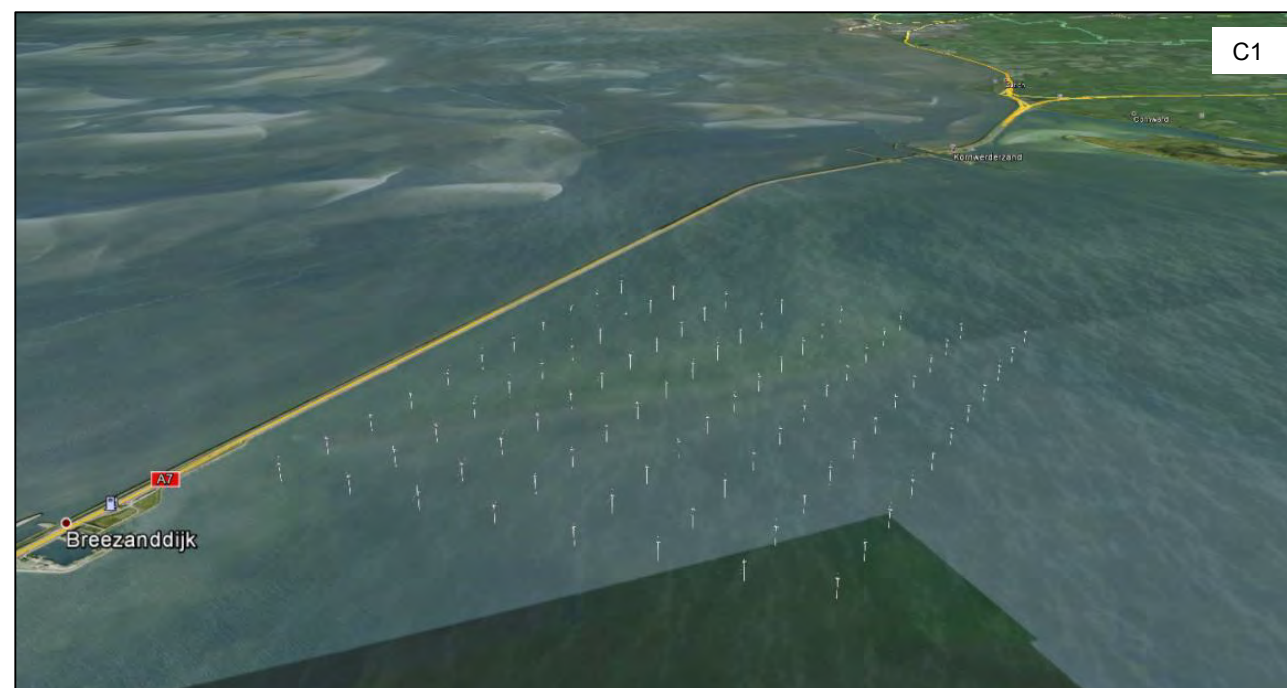
C: Opstellingen met kleinere onderlinge tussenafstanden

In het ontwerpproces zijn tevens opstellingen met kleinere onderlinge tussenafstanden verkend om de opstelling zo compact mogelijk te krijgen en daarmee de landschappelijk impact op voorhand zoveel mogelijk te beperken.

Hiernaast zijn twee van dergelijke opstellingen weergegeven. Op de volgende pagina zijn visualisaties van deze opstellingen weergegeven. Het gevisualiseerde turbinetype is van de 3-5 MW klasse. De verkende opstellingen zijn zowel over de gehele lengte van het oorspronkelijke zoekgebied als in delen daarvan geprojecteerd.

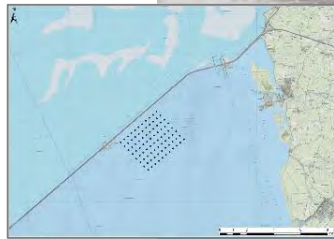
Uit de verkenning kwam naar voren dat het oppervlaktebeslag van de opstellingen beperkter was vanwege de kleinere onderlinge tussenstanden. Hierdoor was het horizon en ruimtebeslag beperkter. Aan de andere kant werd geconstateerd dat de verstoring van vogels groter is als gevolg van het hanteren van afstanden kleiner dan 600 meter. Ook de gebieden tussen de windturbines, buiten de individuele verstoringcirkel van een windturbine raken verstoord.

Tevens bleek dat kleine onderlinge tussenafstanden een grotere onderlinge beïnvloeding van de turbines (parkeffect) tot gevolg hebben, waardoor de energieproductie van het windpark sterk afneemt.

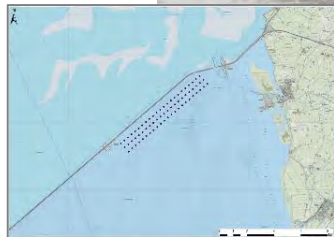




Holle Poarte. Makkum



Hindelopen



Holle Poarte, Makkum



Hindelopen

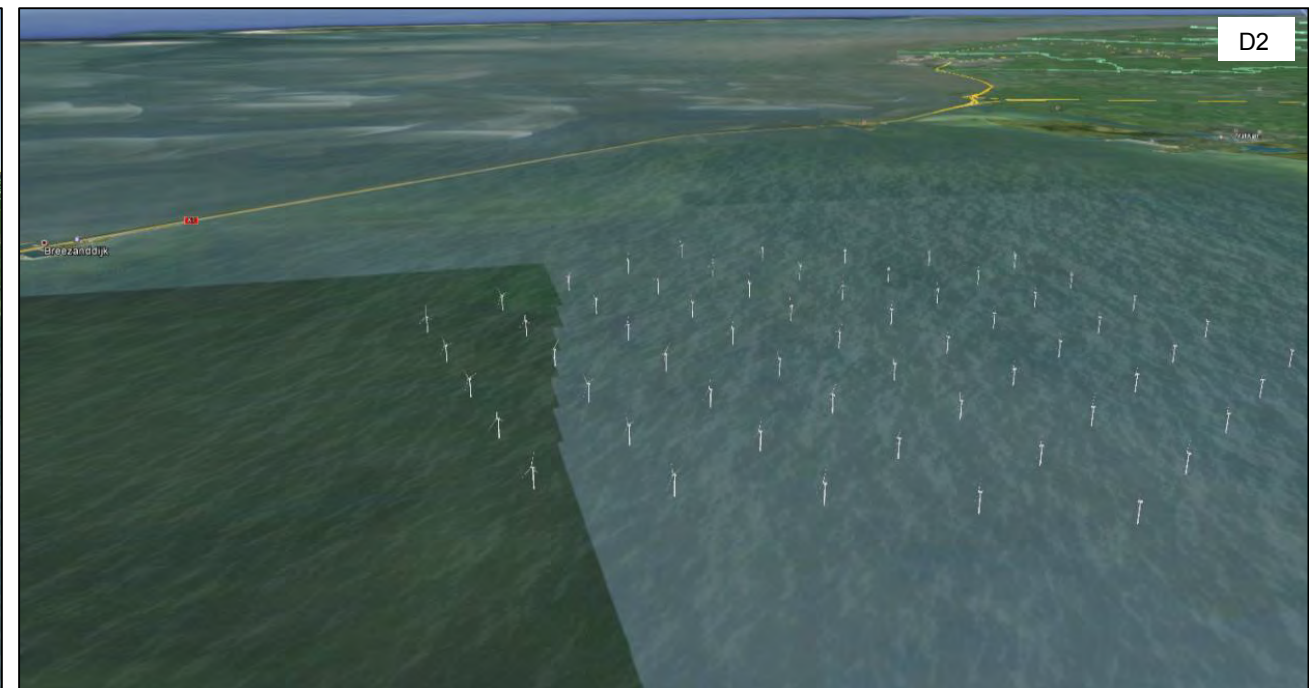
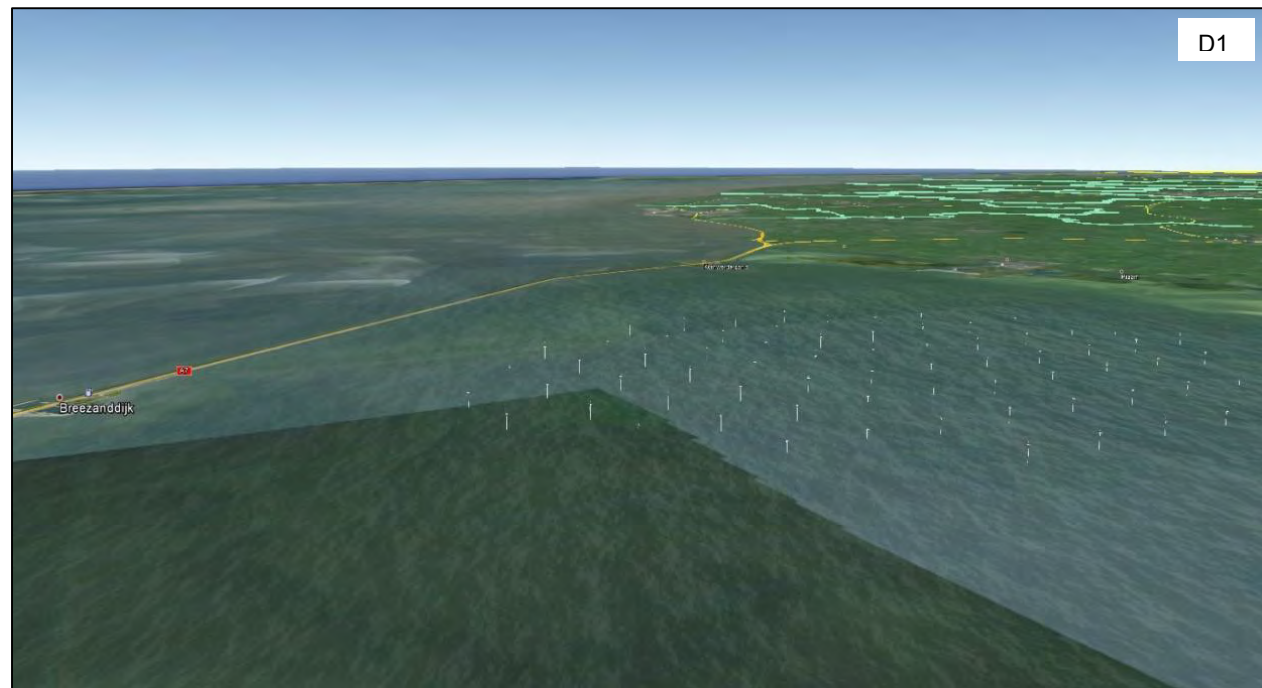
D: Opstellingen verder in het IJsselmeer gelegen

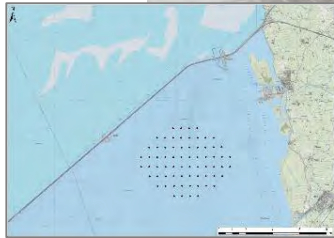
In het ontwerpproces zijn tevens opstellingen verkend die verder van de Afsluitdijk zijn gelegen. De opstellingen die verkend zijn, zijn tussen de 2,5 en 4 kilometer van de dijk gelegen.

In de figuren hiernaast zijn enkele opstellingen weergegeven. Op de volgende pagina zijn verschillende visualisaties van de opstelling weergegeven.

Uit de verkenning kwam naar voren dat opstellingen die verder in het IJsselmeer zijn gelegen een groter effect op de openheid van het IJsselmeer hebben, aangezien de opstelling in het meest open deel van het zoekgebied is gelegen, los van de Afsluitdijk. Voor de openheid is van belang dat het IJsselmeer versmalt richting het zuiden (versmalling met name ter hoogte van Stavoren). Daarmee samenhangend bleek dat de opstelling door de afstand tot dijk en kust een losstaand element in het IJsselmeer wordt. Wel wordt er meer afstand tot de Waddenzee en het stiltegebied aangehouden.

Tevens bleek dat opstellingen die meer in het open water liggen, dichterbij intensief bevaren delen van het IJsselmeer gelegen zijn, met name op de kruising tussen de lijn Workum-Enkhuizen en Den Oever-Stavoren.

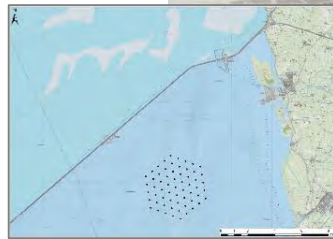
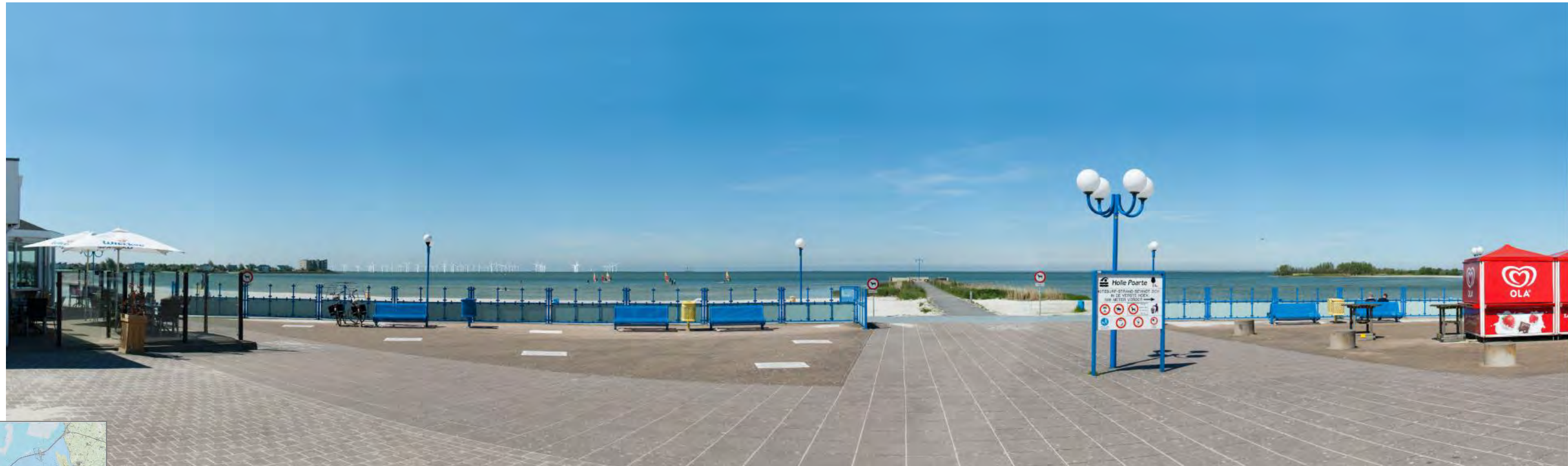




Holle Poarte, Makkum



Monument, Afsluitdijk



Holle Poarte, Makkum



Monument, Afsluitdijk

E: Opstellingen dicht bij de dijk

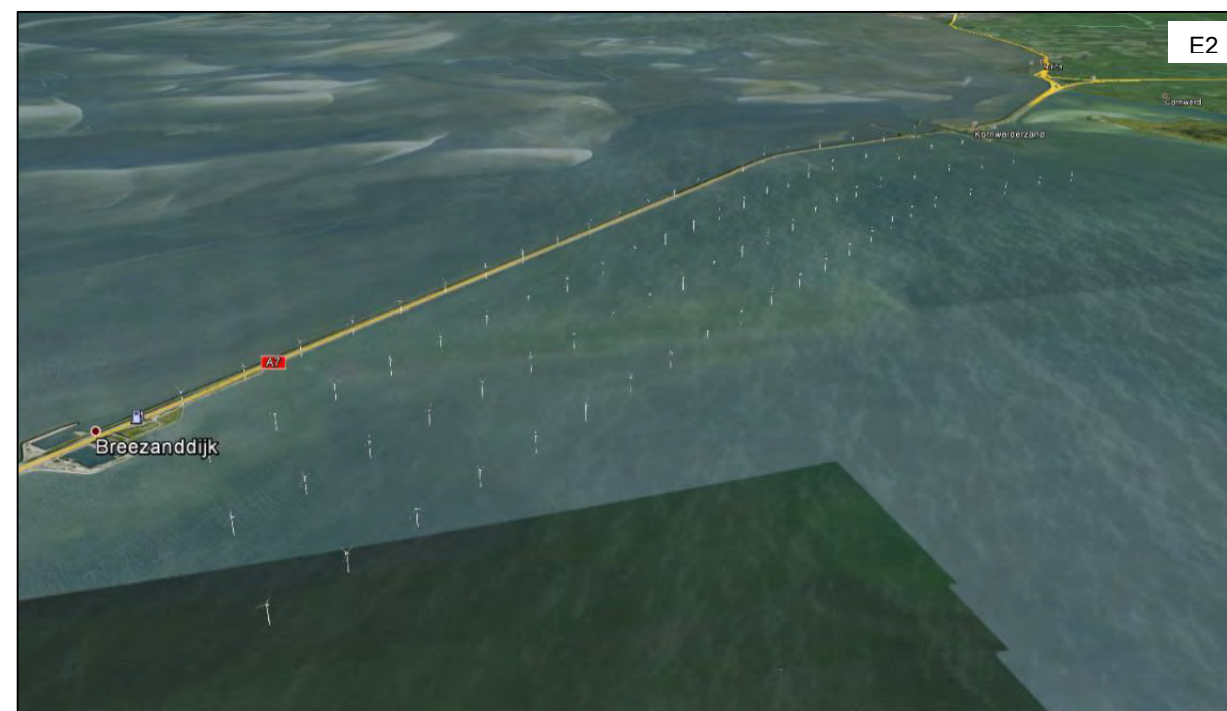
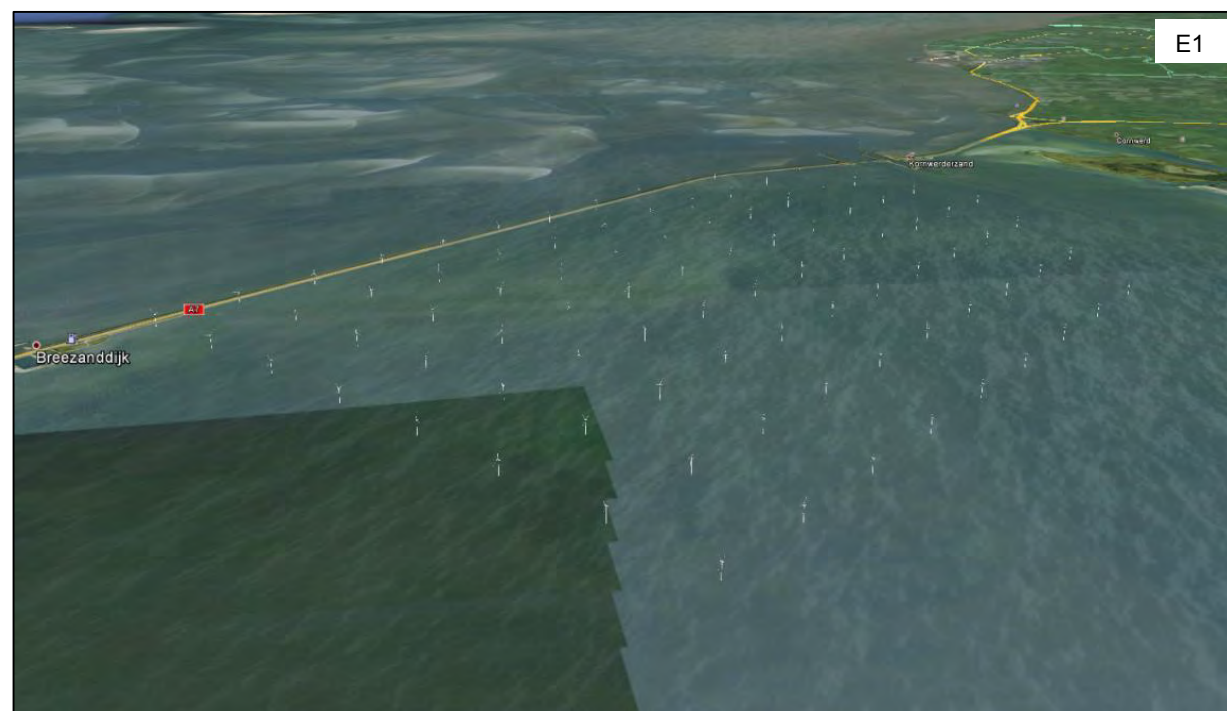
Naast opstellingen ver van de dijk, zijn ook opstelling dicht tegen de dijk verkend. De opstellingen liggen op een afstand van ongeveer 100 meter van de dijk. In de figuren hieronder zijn enkele van deze opstellingen weergegeven. Op de volgende pagina zijn hiervan visualisaties te zien. Hier geldt dat zowel lijnopstellingen langs de gehele lengte van het (oorspronkelijke) zoekgebied als clusteropstellingen zijn verkend.

Uit de verkenning kwam naar voren dat er directe versturende effecten optreden op watervogels die de kustzone gebruiken in Natura 2000-gebied Waddenzee en IJsselmeer. Daarnaast treden er hogere aantallen aanvaringsslachtoffers op onder trekvogels in geval van gestuwde trek langs de dijk en (ruige dwerg)vleermuizen welke de dijk gebruiken voor geconcentreerde migratietrek.

Voor wat betreft landschap geldt dat de opstellingen dicht bij de dijk een negatieve effect hebben op het landschappelijke en cultuurhistorische karakter van de Afsluitdijk, aangezien er een verkleinend effect optreedt. Daarnaast zorgen de opstellingen voor een belemmering van het zicht op de Friese kust en op de openheid en weidsheid van het gebied vanuit Waddenzee en IJsselmeer door de begrenzing die ontstaat in de huidige doorgaande open ruimte.

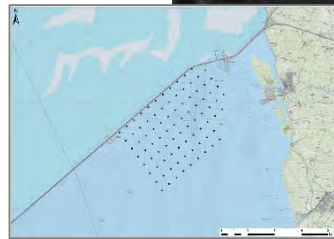
Doordat de turbines dicht bij de Afsluitdijk zijn gelegen, is er tevens een grotere kans op effecten op de waterkerende functie van de dijk, ondermeer als gevolg van de faalkans van een windturbine. Daarnaast komen de opstelling dicht bij het beschermd dorpsgezicht en in het beschermd schootsveld Kazematten, alsmede heeft een groot beïnvloedingsgebied van het stiltegebied tot gevolg.

Ten slotte zal er een effect op de energieopbrengst zijn, aangezien er veel turbines achter elkaar in de overheersende windrichting geplaatste moeten worden.

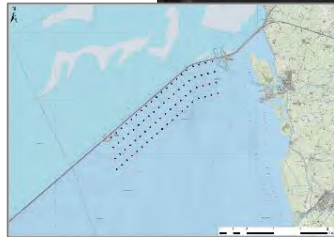




Kornwerderzand



Breezanddijk



Kornwerderzand



Breezanddijk

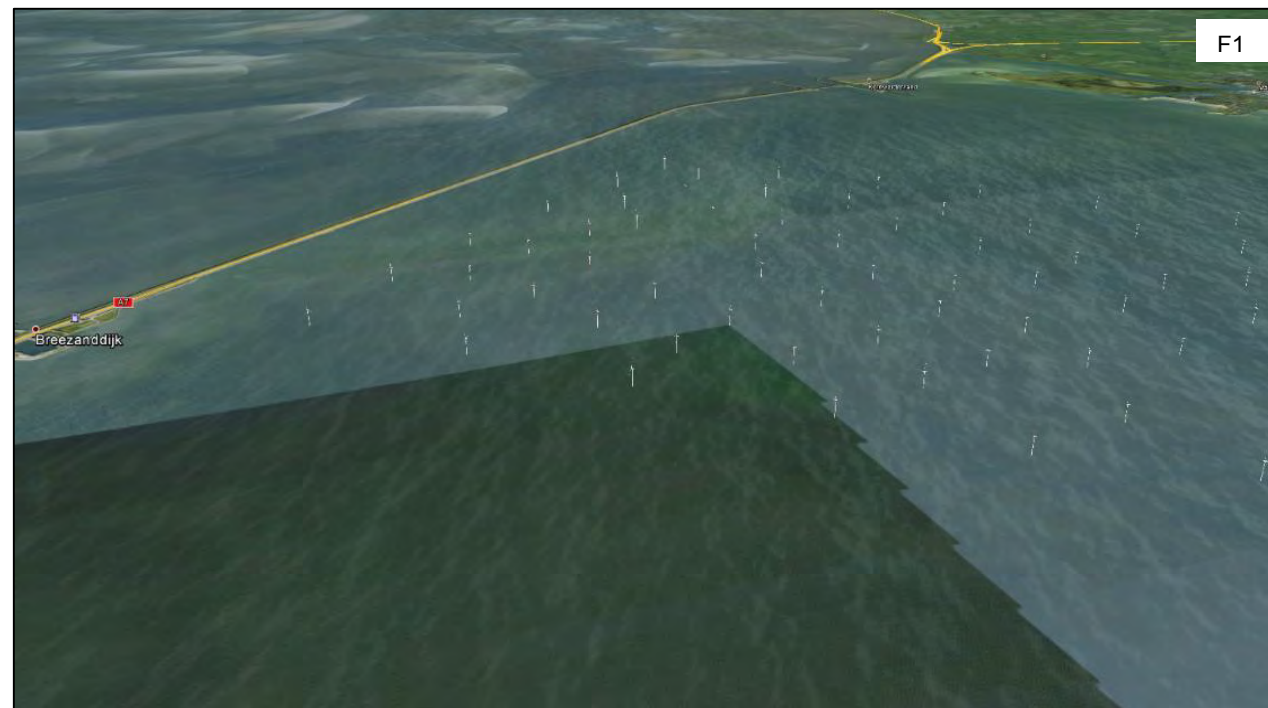
F: Zwermopstelling (vs cluster) en combinatie opstelling

Naast clusteropstellingen is in het ontwerpproces tevens gekeken naar zwermopstellingen; opstellingen zonder vast patroon. Daarnaast is gekeken naar varianten waarbij een combinatie van turbintypen (dimensies) wordt gehanteerd.

In de figuren hieronder zijn twee opstelling ingetekend. Een zwermopstelling (F1) en een opstelling waarbij twee turbintypen zijn gecombineerd (F2).

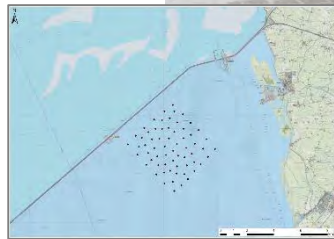
Uit de verkenning van de opstellingen kwam naar voren dat een windpark in de vorm van een cluster een herkenbare interne orde heeft en tevens de meest compacte opstellingen zijn. Uit het verkennen van de zwermopstelling bleek dat het ontbreken van interne orde en herkenbaarheid een storend effect heeft op de beleving van de opstelling. De lijnen zijn in verschillende hoeken tot de Afsluitdijk geplaatst om de grootste herkenbaarheid te selecteren. Daarnaast bleek dat een zwermopstelling een negatief effect heeft op verstoring voor vogels doordat een deel van de windturbines op korte(re) afstand van elkaar staan. Dit heeft tevens tot gevolg dat er een negatief effect op energieopbrengst optreedt.

Voor wat betreft de combinatie van sterk afwijkende turbinegroottes is naar voren gekomen dat dit een groter effect heeft op de rust van de opstelling en met name op de rust van de opstelling in het open en weidse landschap. Daarnaast is de energieopbrengst lager omdat er verschillende turbintypen worden geplaatst (waarvan één met een lager vermogen).





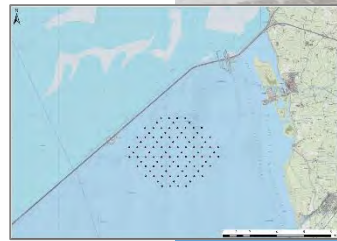
Holle Poarte, Makkum



Breezanddijk



Holle Poarte, Makkum



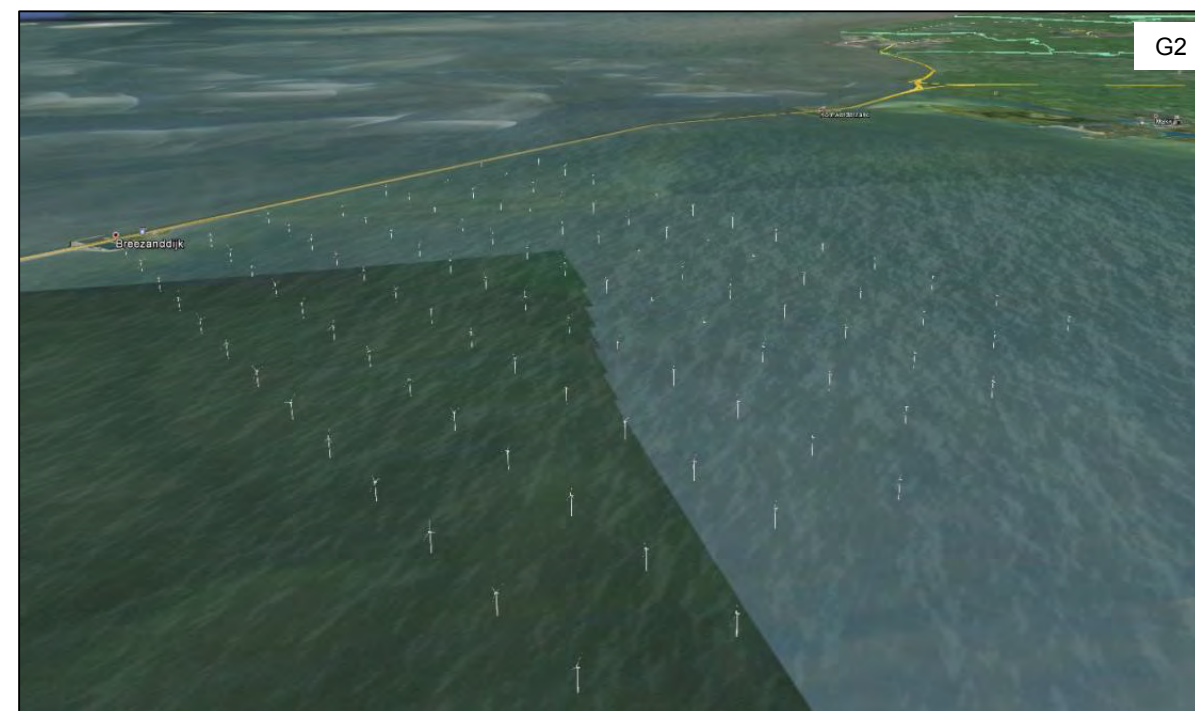
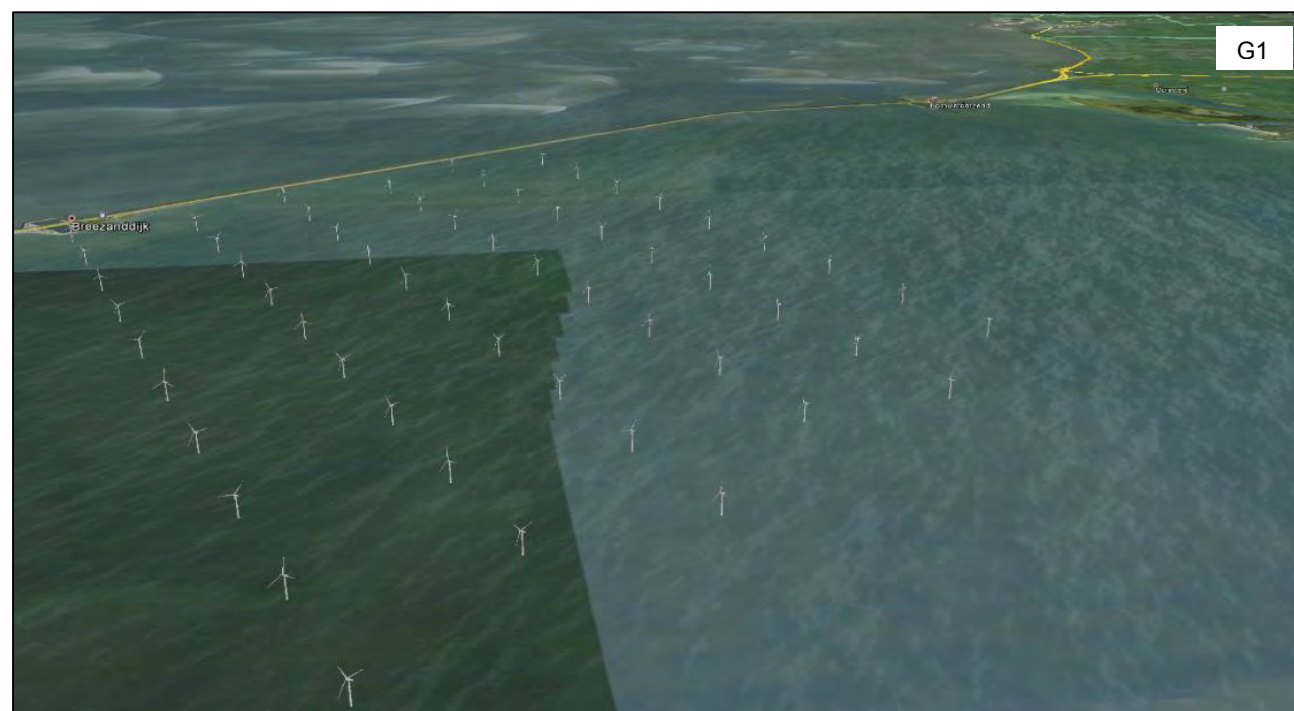
Breezanddijk

G: Lijnen haaks op de Afsluitdijk

In het ontwerpproces zijn tevens opstellingen verkent waarbij lange lijn/enkele lange lijnen haaks op de Afsluitdijk zijn geplaatst. In de figuren hiernaast zijn twee opstellingen ingetekend. Visualisaties van deze opstellingen zijn hieronder weergegeven.

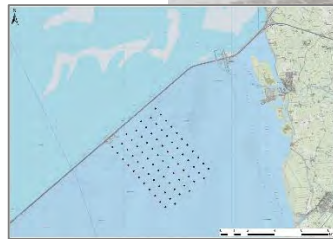
Uit de verkenning kwam naar voren dat de opstellingen haaks op de Afsluitdijk een impact hebben op de open- en weidsheid waargenomen vanaf de Afsluitdijk en vanaf de Friese kust. De structuur is vanaf de Afsluitdijk beperkt herkenbaar. Daarnaast treedt er barrièrewerking op west-oost dagtrek-bewegingen van vogels in het IJsselmeer.

Tevens bleek dat opstellingen die meer in het open water liggen, dichterbij intensief bevaren delen van het IJsselmeer gelegen zijn, met name op de kruising tussen de lijn Workum-Enkhuizen en Den Oever-Stavoren.





Holle Poarte, Makkum



Hindelooopen



Holle Poarte, Makkum



Hindeloopen

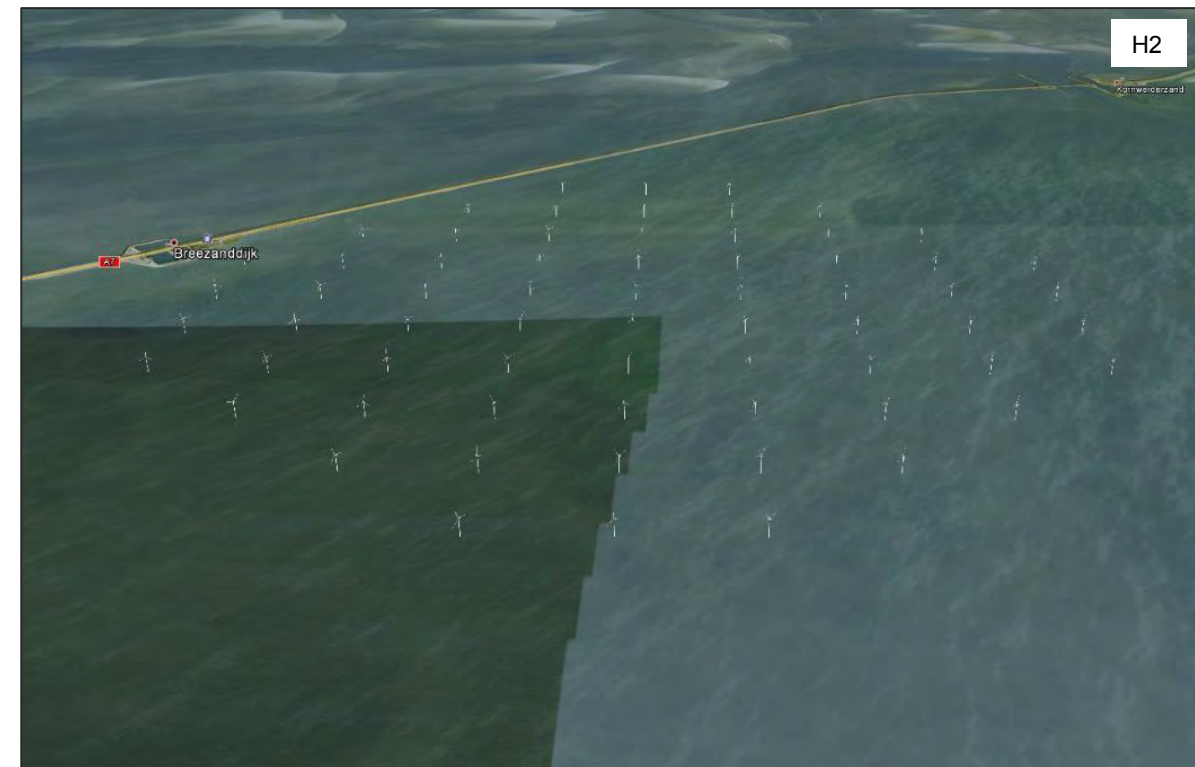
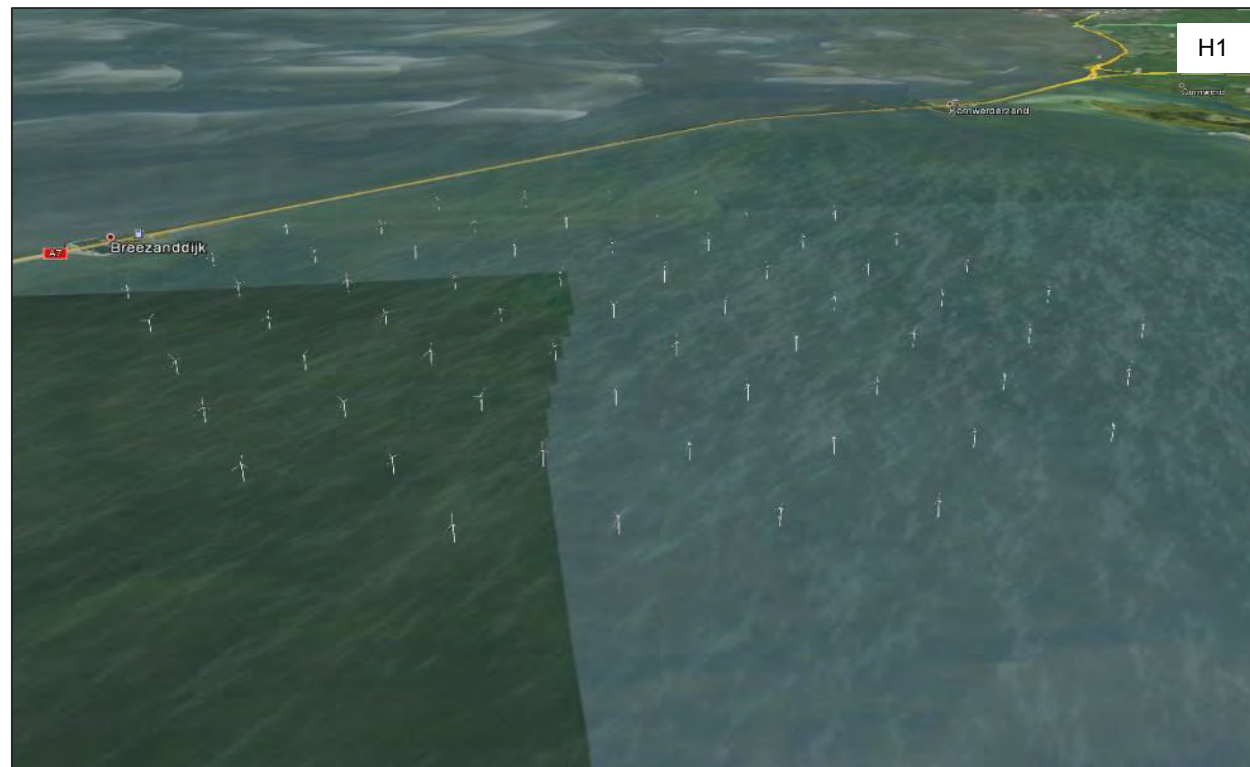
H: Clusteropstelling nabij Breezanddijk

Tijdens het ontwerpproces zijn tevens opstellingen in clustervorm in de nabijheid van Breezanddijk verkend. Hierbij zijn de hoeken van de opstelling afgerond.

In de figuren hiernaast zijn enkele opstellingen weergegeven. Op de volgende pagina zijn verschillende visualisaties van de opstelling weergegeven.

Uit de verkenning kwam naar voren dat de opstellingen aansluiting vinden bij Breezanddijk, een knooppunt van de Afsluitdijk, waardoor de openheid van de Waddenzee en het IJsselmeer (vides) in mindere mate wordt aangetast.

De opstelling, door aan te sluiten bij Breezanddijk, sluit aan op het uitzonderingsgebied van het stiltegebied 'de Waddenzee' en heeft daarmee een beperkt beïnvloedingsgebied in de Waddenzee.

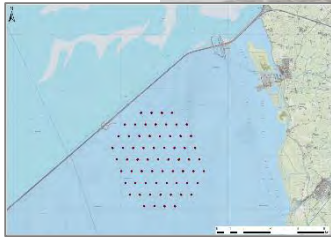
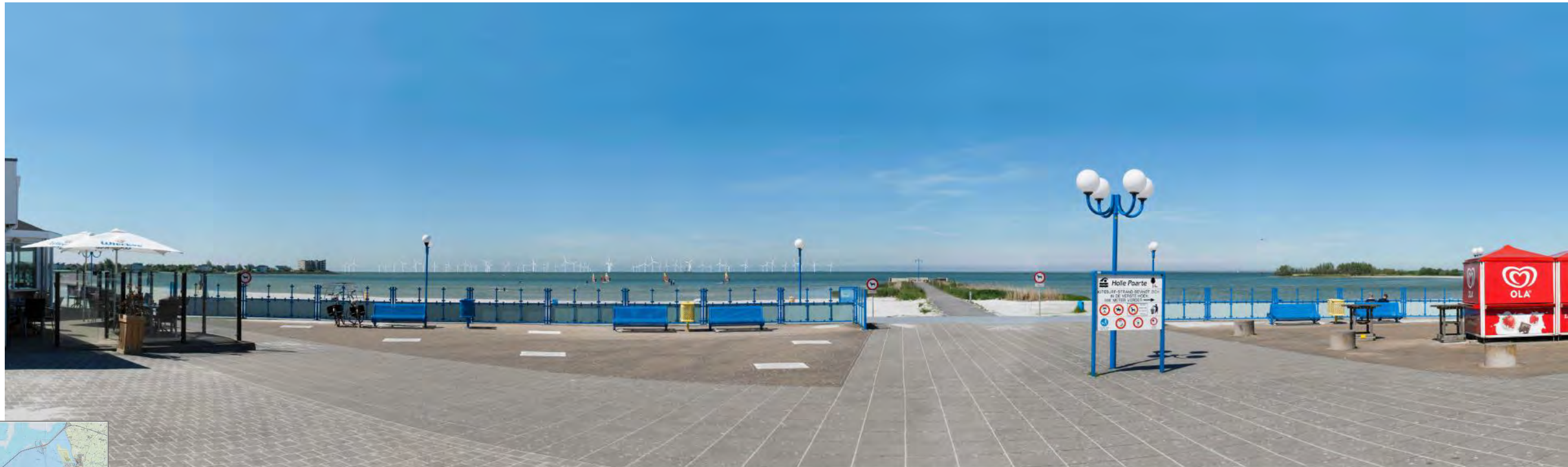




Holle Poarte, Makkum



Breezanddijk



Holle Poarte, Makkum



Breezanddijk

Vergelijking opstellingsprincipes en principe MER-alternatieven

In de volgende tabel is een vergelijking gegeven van de verschillende opstellingsprincipes die in het ontwerpproces zijn verkend in vergelijking met een clusteropstelling nabij Breezanddijk, zoals de opstellingen die in het MER zijn opgenomen. In de tabel zijn de milieuthema's en –aspecten weergegeven die bij het verkennen van de opstellingsprincipes naar voren zijn gekomen. Hierbij is tevens een toelichting opgenomen op basis waarvan een opstellingsprincipe positiever of negatiever (of neutraal) wordt beoordeeld ten opzichte van een clusteropstelling bij Breezanddijk.

Tabel 2 Vergelijkingstabel

Thema	Aspect	Versillen tussen varianten							Toelichting
		A	B	C	D	E	F	G	
Ecologie	Verstoring								In het oostelijk deel van het zoekgebied zijn dichtheden watervogels hoger. Oeverzone Afsluitdijk in gebruik bij bepaalde soorten die op het open water niet verstoord worden
	Aanvaringslachtoffers								Langere opstellingen langs de dijk leiden tot hogere aanvaringslachtoffers vanwege dagelijkse trek van oeverzone naar het open water en uitwisseling met Waddenzee
	Barrièrewerking								Opstellingen over grote lengte kunnen barrières vormen voor soorten die het gebied passeren vanwege dagelijkse trek (Waddenzee-IJsselmeer, oeverzone dijk – open water, IJsselmeer)
Landschap	Effect op openheid /horizonbeslag								Opstellingen met een grotere lengte of groter ruimtebeslag leiden tot groter horizonbeslag/effect op horizon vanuit verschillende standpunten (Waddenzee/ IJsselmeer/ Friese IJsselmeerkust)
	Herkenbaarheid van de opstelling en interferentie								Structuur van logische opstellingen is door de open en weidse locatie goed waar te nemen. Afhankelijk van de aard van de opstelling is dit stationair (specifiek plekken) of dynamisch. Voor de clusters (blokken) nabij de dijk is dit neutraal ten opzichte van het principe van de MER alternatieven omdat hier door aansluiting op de beweging een extra kwaliteit kan worden toegevoegd. Opstellingen die op korte afstand van het vaste land komen kunnen interfereren met de ontwikkeling van een windpark op de kop.
Cultuurhistorie	Effecten op cultuurhistorische kwaliteiten (landschappelijk)								De afsluitdijk is een lange lage dijk in het landschap, onderbroken door knooppunten (ensemble van de dijk) begrensd door open water. Opstellingen over lange lengtes en nabij de dijk zijn daarom negatiever voor de Afsluitdijk aangezien deze dominant zijn over de dijk of over de dijk in het landschap
Scheepvaart	Veiligheid								Opstellingen waarbij de nadruk van het windpark op kortere afstand van intensief gebruikte vaargebieden zijn gelegen scoren negatiever en opstellingen die hier verder van af zijn gelegen positiever
Energie	Energieproductie in MWh								Meer turbines achter elkaar in de overheersende windrichting leidt tot hogere parkverliezen en lagere opbrengst en vice versa voor minder turbines achter elkaar. Kleinere tussenafstanden leiden tot hogere parkverliezen
Overige	Rust Waddenzee/ Stillegebied								Rust van de Waddenzee is beschermd en Waddenzee is als stillegebied aangewezen. Uitzondering geldt voor aanvliegeroute Vliehors
	Dijkveiligheid								Op korte afstand van de dijk is er invloed op de stabiliteit van de dijk door aanleg en faalkansen van de windturbines. Op voldoende afstand (enkele honderden meters) is dijk buiten invloedsgebied

Vergelijking ten opzichte van opstelling cluster nabij Breezanddijk	
	Positiever
	Licht positiever
	Neutraal
	Licht negatiever
	Negatiever

**BIJLAGE D-4a VISUALISATIES
MER-VARIANTEN**



Deze bijlage heeft een aparte downloadlink

Bijlage D-4b Visualisaties Scenario's



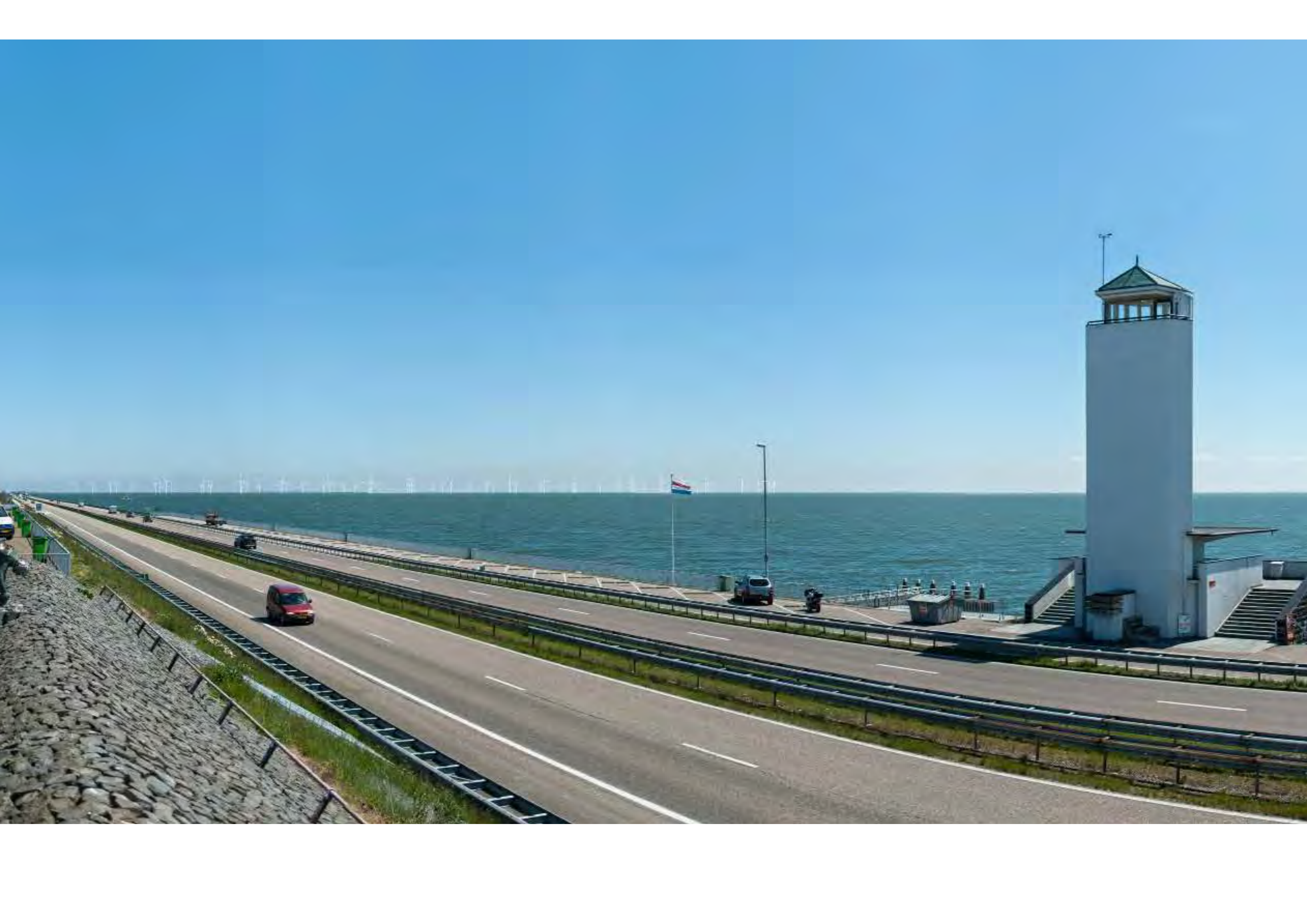


A map of the province of Fryslân, Netherlands, showing its various islands and coastal areas. A large, semi-transparent circle is drawn in the center of the map, highlighting a specific area. The map includes labels for several locations: Vlieland, Texel, Oudeschild, Den Helder, Den Oever, Monument, Breezanddijk, Kornwerderzand, Aanlanding, Harlingen, Franeke, Bolsward, Sneek, Makkum, Hindeloopen, and Workum.

Windpark Fryslân

*Ode aan
de Dijk*







INLEIDING

Windenergie

Een gift van de natuur. Een noodzaak. Een verplichting.

Het nationale doel: 14% duurzame energie in 2020 en 6.000 MW wind op land.

Opdracht voor Friesland: 530,5 MW.

Friesland

Spreek liever van Fryslân. Provincie van eigenzinnige Friezen. Nuchter en fier.

Eigen taal en cultuur. Open ruimten. Meren. Fraaie landschappen.

Verleidelijk in de zomer. Uitdagend in de winter.

De mooiste provincie van Nederland.

IJsselmeer

De Zuiderzee ingedamd. Nooit getemd. 1.100 km² water. Deinende golven.

Striemende wind. Kruiend ijs. Uitnodigende horizon.

Schepenrijk. Kusten. Havens.

Afsluitdijk

Verdeelt de zee. Verbindt mensen en land. Waterkering. Verkeersweg.

Kunstwerk van liefst 30 km lang. Bewijs van willen is kunnen.

Neerlands trots.

Windpark Fryslân

Een maatschappelijke opdracht. Een technologische uitdaging.

Uitgekiend perspectief. Een ode aan de Afsluitdijk. Vanaf het land, vanaf het water en

vanuit de lucht. Een nieuw icoon voor de provincie.

Dit boek

Eén thema. Vier variaties. De toekomst zichtbaar gemaakt.

Vanuit verschillende gezichtspunten.

Een wenkend perspectief.



Windpark Fryslân | Locatieonderzoek
Molens op het land. Nieuwe spelers in het landschap.

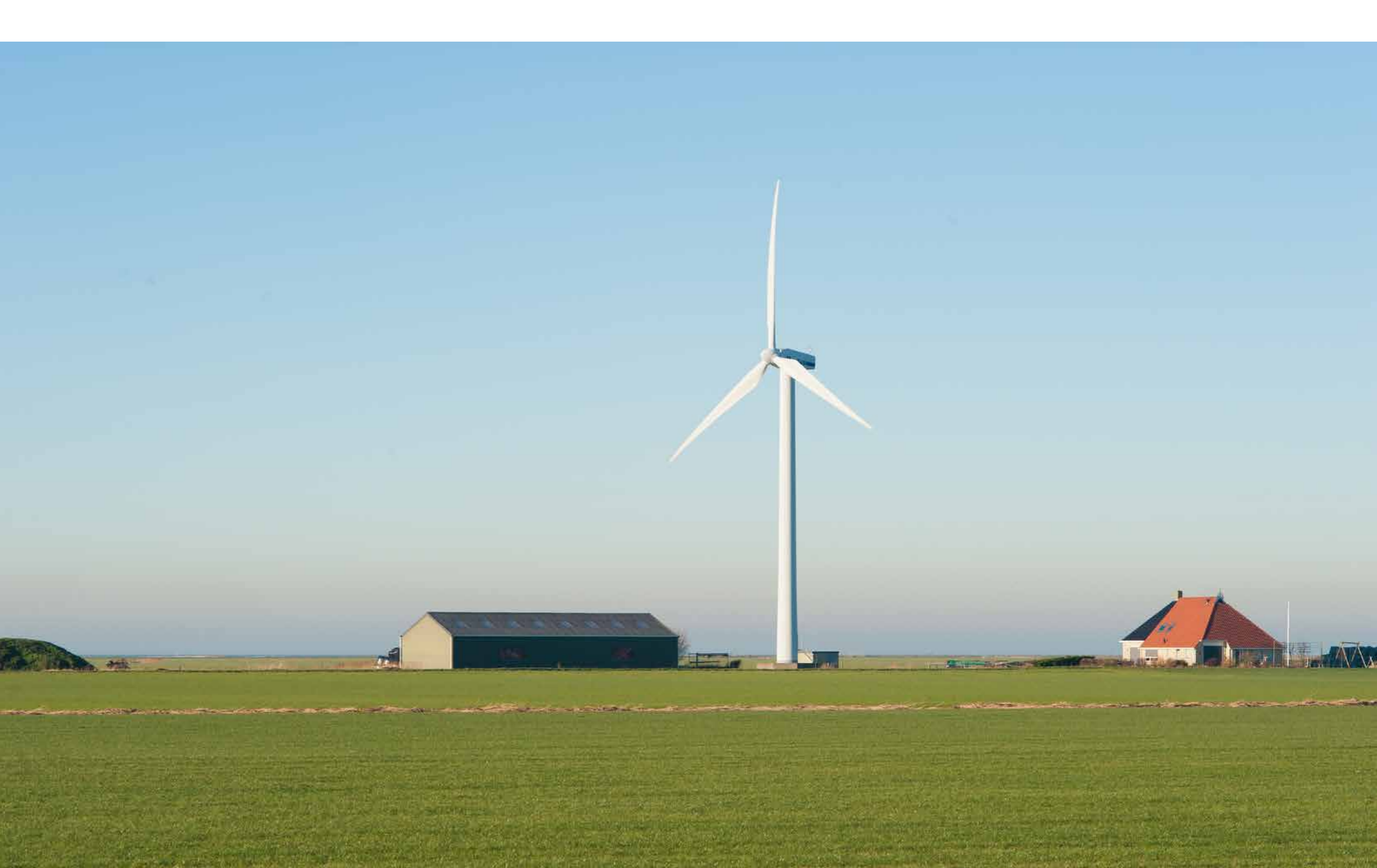
Foto: Kop van de Afsluitdijk nabij Cornwerd



Windpark Fryslân | *Locatieonderzoek*

Drie generaties windmolens: 1865, 1994 en 2007.
Ze staan als levend bewijs. Friesland: windrijk en innovatief.

Foto: Zeedijk nabij Marrum



Windpark Fryslân | Locatieonderzoek
Wat is een acceptabele schaal?

Foto: Suderseleane, Workum



Windpark Fryslân | Locatieonderzoek
Wat is een acceptabele plek?

Foto: Marnedijk, nabij Harkezijl

RUIMTELIJKE CONTEXT

De ambitie is hoog.

Het Rijk wil in 2020 tenminste 6.000 megawatt vermogen windenergie op land. Fryslân zal 530,5 MW bijdragen. Een grote opgave.

Windenergie vraagt ruimte.

Windturbines zijn zichtbaar. Overal in de provincie. Vandaag al. De verrommeling van het Friese landschap doet pijn. Verschillende opstellingsvormen: lijnen, grid, solitair. Vaak te dicht bij elkaar. Dan weer ‘verdwaalde’ molens, nabij boerderijen of dorpen. Ze hebben geen enkele relatie met het landschap.

‘Meer energie met minder windmolens’

Dat is het uitgangspunt. De provincie Fryslân wil duurzame energie. Maar ook ruimtelijke kwaliteit. Moderne windmolens leveren meer stroom op. Ze zijn groter dan hun voorgangers. Ze overtreffen de Achmeatoren in Leeuwarden met zijn 115 meter. Turbines van 160-200 meter conflicteren met het landschap. Ze zijn niet in te passen in het fijnmazige historische Friese landschap.

Meer wind op land wringt.

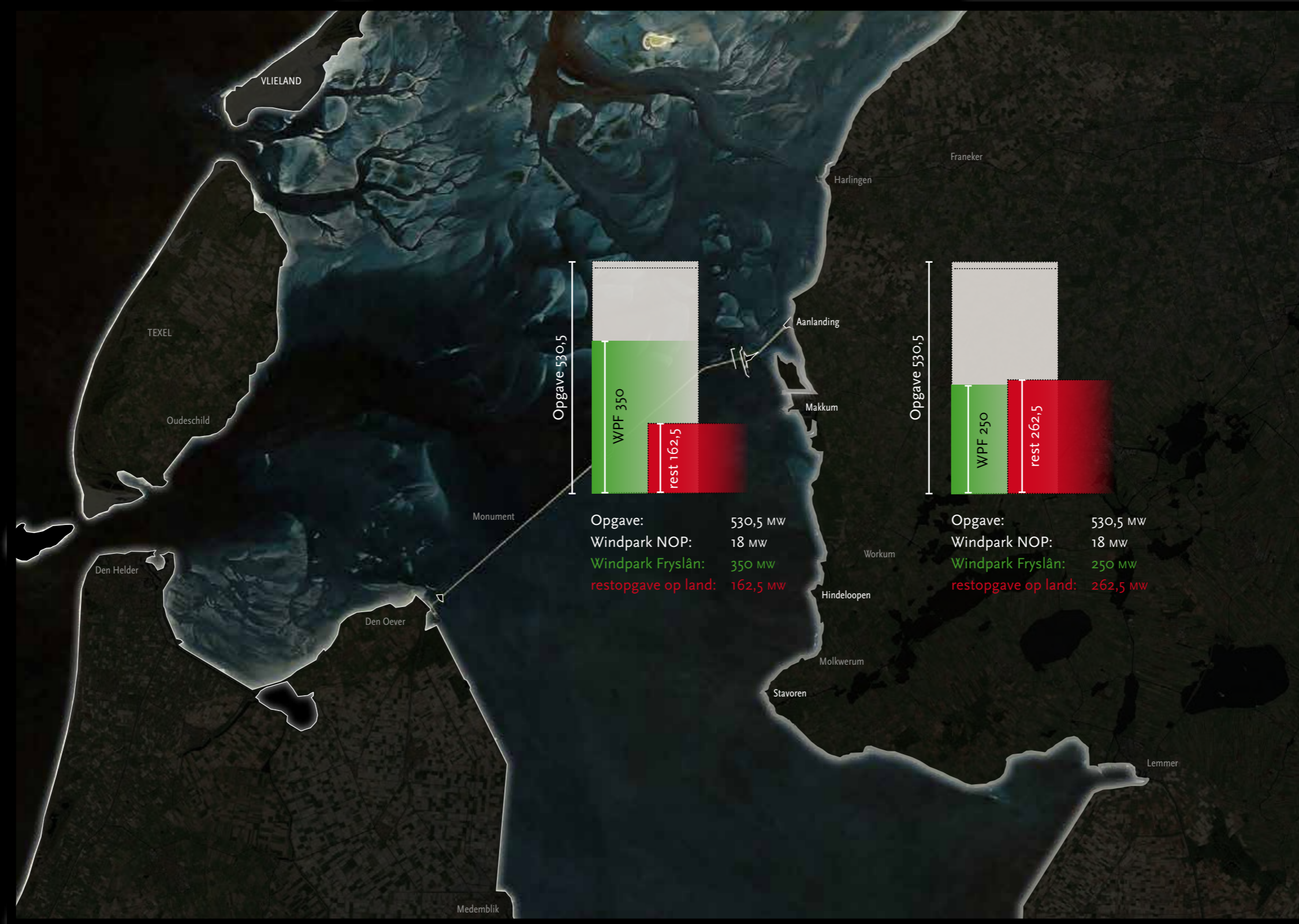
Opschaling van bestaande turbines op land brengt niet snel de doelstelling van 530,5 MW. De overtreffende trap van verrommeling dreigt. Met veel maatschappelijke discussie over leefbaarheid.

Ons idee:

Een groot windpark voegt nieuwe kwaliteiten aan het landschap toe. Het mag hiermee niet conflicteren. Een uitgekiende opstelling schept een nieuwe natuurlijkheid.

In de studie *Aanlanding Afsluitdijk** is een beoordeling gemaakt van locaties voor een grootschalig windpark in het gebied Makkum –Breezanddijk – Harlingen - Bolsward. Conclusie: de IJsselmeerzijde van de Afsluitdijk is geschikt voor de situering van een groot turbinepark. Het sluit aan bij de mentaliteit die ten grondslag lag aan de belangrijkste ingreep in dit gebied: het aanleggen van de Afsluitdijk in 1927. Maat en schaal van landschap en windpark stemmen hier overeen.

* Studie *Aanlanding Afsluitdijk, fase 1* (LandstraLandscape in opdracht van de Provincie Fryslân, 2009-2010)



Ontwerpprincipes | De opgave luidt: plaats 530,5 MW windenergie op land. Het land en het Friese deel van het IJsselmeer zijn daarbij communicerende vaten. Wat binnen Windpark Fryslân wordt ingepast, verbetert de ruimtelijke kwaliteit in de provincie. We hanteerden twee principes. Eén: wek zoveel mogelijk windenergie op met zo min mogelijk turbines. Tweede: combineer de sprong voorwaarts met sanering van verouderde en in het landschap meest storende molens op land.



Windpark Fryslân | *Locatieonderzoek*

Het IJsselmeer nabij de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk. Openheid en weidsheid kenmerken het gebied. Hier is Windpark Fryslân gedacht. De door mensen bewoonde wereld is ver weg. Juist hier is ruimte voor een substantiële bijdrage aan de nationale en provinciale doelstellingen voor duurzame energie. Hinder en nadelige bijeffecten blijven hier tot een minimum beperkt.



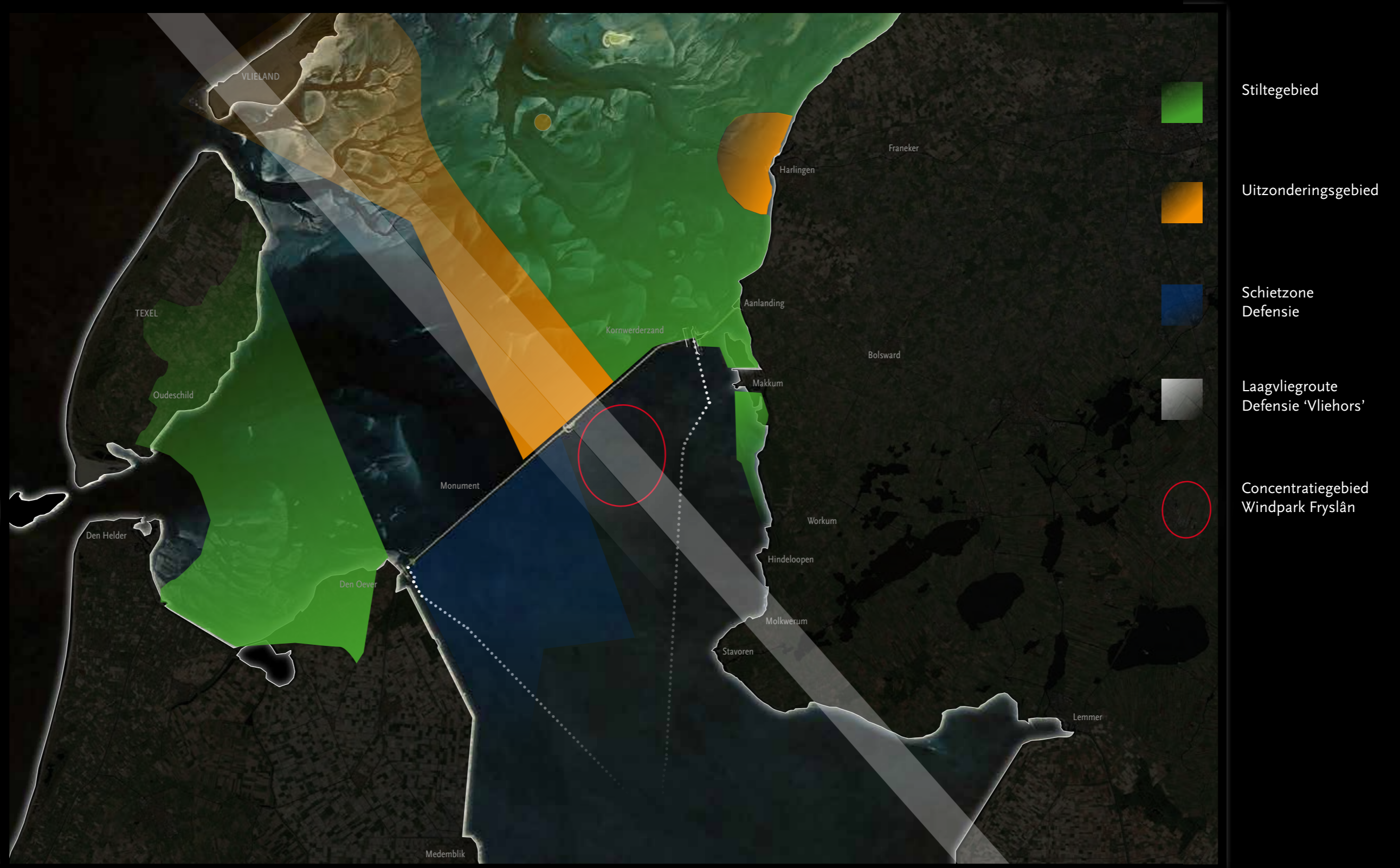
Windpark Fryslân | *Het ontwerp*

Een groot windpark laat zich niet zomaar inpassen in het landschap. De betrokken overheden, omwonenden en maatschappelijke organisaties hebben een groot aantal voorwaarden en ambities geformuleerd. In het ontwerpproces van Windpark Fryslân zijn deze gehanteerd als een sturende leidraad.



Windpark Fryslân | Locatieonderzoek

Kan het niet elders? Een goede vraag. Die hebben wij ons ook gesteld. We hebben een groot aantal varianten bestudeerd en vergeleken. Ze scoorden allemaal minder ten aanzien van ecologie, landschap of afstand tot de kust. Achter in deze uitgave noemen we die varianten. De afstand van Windpark Fryslân tot de kust en bewoning is minimaal 6,4 kilometer. Een afstand die elders in de provincie niet te realiseren is. Windpark Fryslân is gepositioneerd daar waar de Waddenzee haar grootste maat heeft, ruim 30 kilometer. Ruimtelijke impact van het windpark op de Waddenzee is hier het kleinst.



Windpark Fryslân | *Fysieke beperkingen*

Ontwerpen is scheppen van mogelijkheden en rekening houden met beperkingen. De Waddenzee is voor windparken gesloten. Beperkingen zijn er ook bij de afstand tot rijksmonumenten, beschermde dorpsgezichten en bestaande bebouwing. Dan zijn er de te respecteren defensiebelangen, zoals de schietzone bij Breezanddijk en de laagvliegroute Vliehors. Op verzoek van de initiatiefnemer van Windpark Fryslân is de maximaal toegestane hoogte binnen de laagvliegroute door Defensie verhoogd tot 182,5 meter. Daardoor kon de afstand tussen het windpark en de kust van Makkum tot ruim 6 km opgerekt worden.



Windpark Fryslân | *Het ontwerp*

Het windpark respecteert de open- en weidsheid van het IJsselmeer. Vanaf de Waddenzee blijft het open zicht op de Friese kust en het IJsselmeer grotendeels behouden. Het windpark laat ruimte voor diersoorten die tussen de Waddenzee en het IJsselmeer bewegen.



Windpark Fryslân | Het ontwerp

Een reis over de Afsluitdijk is een beleving van tijd en ruimte. Gezien vanaf de Afsluitdijk manifesteert Windpark Fryslân zich als zwerm. Al rijdend over de dijk ervaart de reiziger een bijzondere fenomeen: het park opent zich. Vanuit nieuwe posities geeft het windpark steeds weer nieuwe zichtlijnen prijs dwars door het park heen. Of men reist vanuit Noord-Holland of vanuit Friesland: het wonderlijke spel voltrekt zich steeds opnieuw. Waar men ook is: de zwerm blijft in stand, nieuwe lijnen open zich.



Windpark
Fryslân

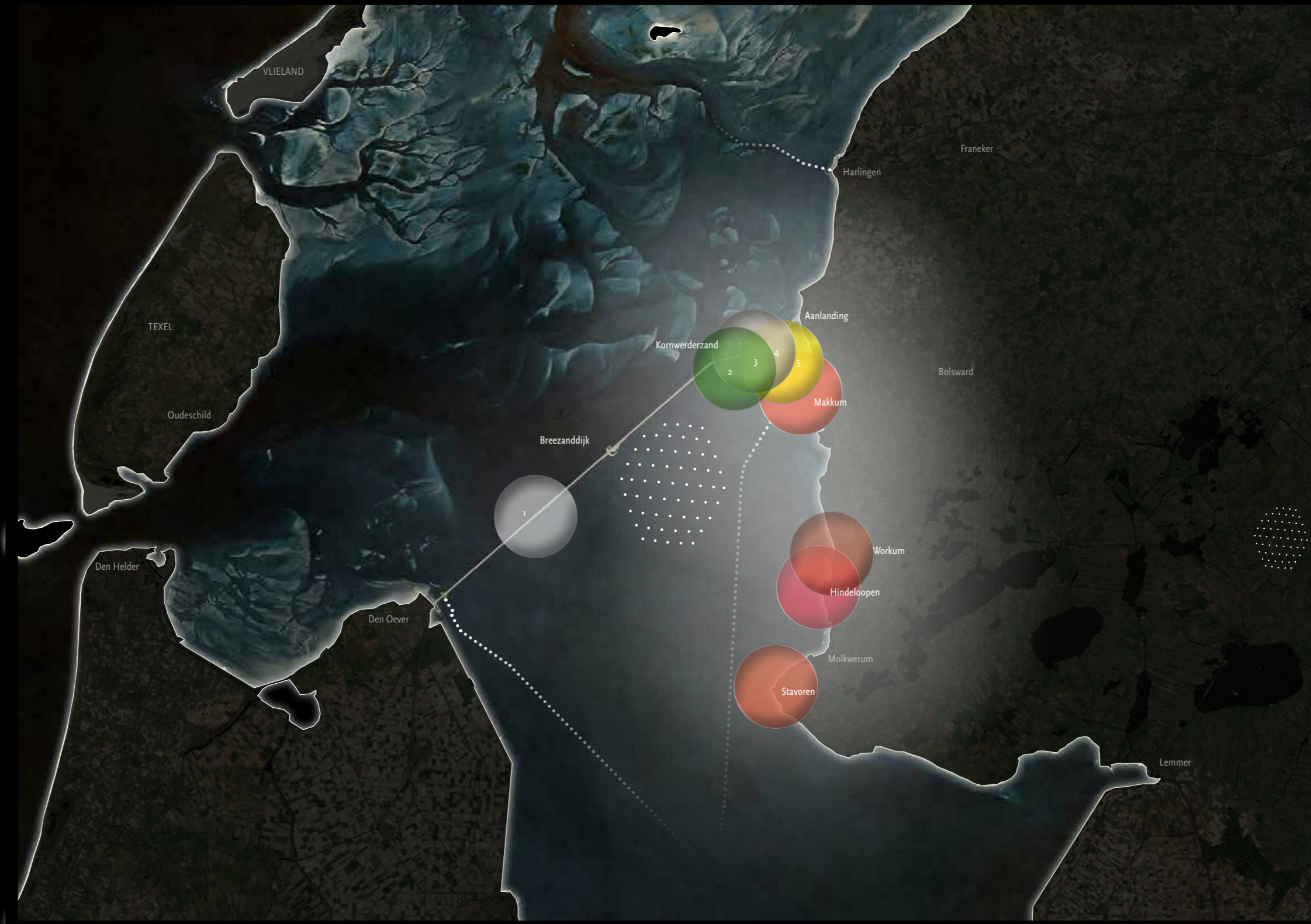
Windpark Fryslân | *Het ontwerp*

Windpark Fryslân ligt ver van de Friese kust, minimaal 6,5 km. Geluid en slagschaduw bereiken nooit het land. De scheepvaart van en naar de Lorentzsluizen loopt langs het windpark. Voor de recreatievaart wordt het windpark opengesteld. Met Windpark Fryslân ontstaat in dit deel van het IJsselmeer een nieuw uitnodigend vaargebied.



Windpark Fryslân | *Trekroutes vogels en vleermuizen*

Bij langstrek (najaar en voorjaar), slaaptrek (toppereenden) en getijdentrek (diverse soorten steltlopers) wordt de Afsluitdijk gekruist in de zone tussen de Friese kust en Kornwerderzand. De trekroute van vleermuizen bevindt zich parallel aan de Afsluitdijk. Deze routes liggen buiten het plangebied van Windpark Fryslân.



Windpark Fryslân | Toerisme

Windpark Fryslân ligt ver van de Friese kust. Het respecteert toeristische locaties als het Vlietermonument (1), de geprojecteerde vismigratierivier met broed-eiland (2), het Kazemattenmuseum (3), de kitesurfzone (4) en kwetsbare natuurgebieden als de Makkummer Noordwaard (5).



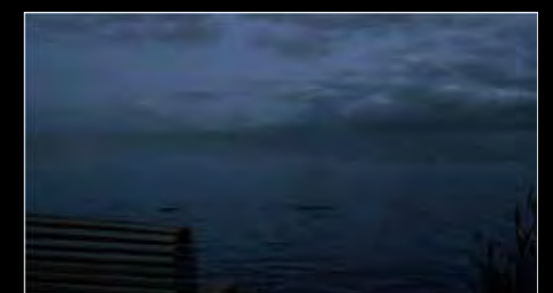
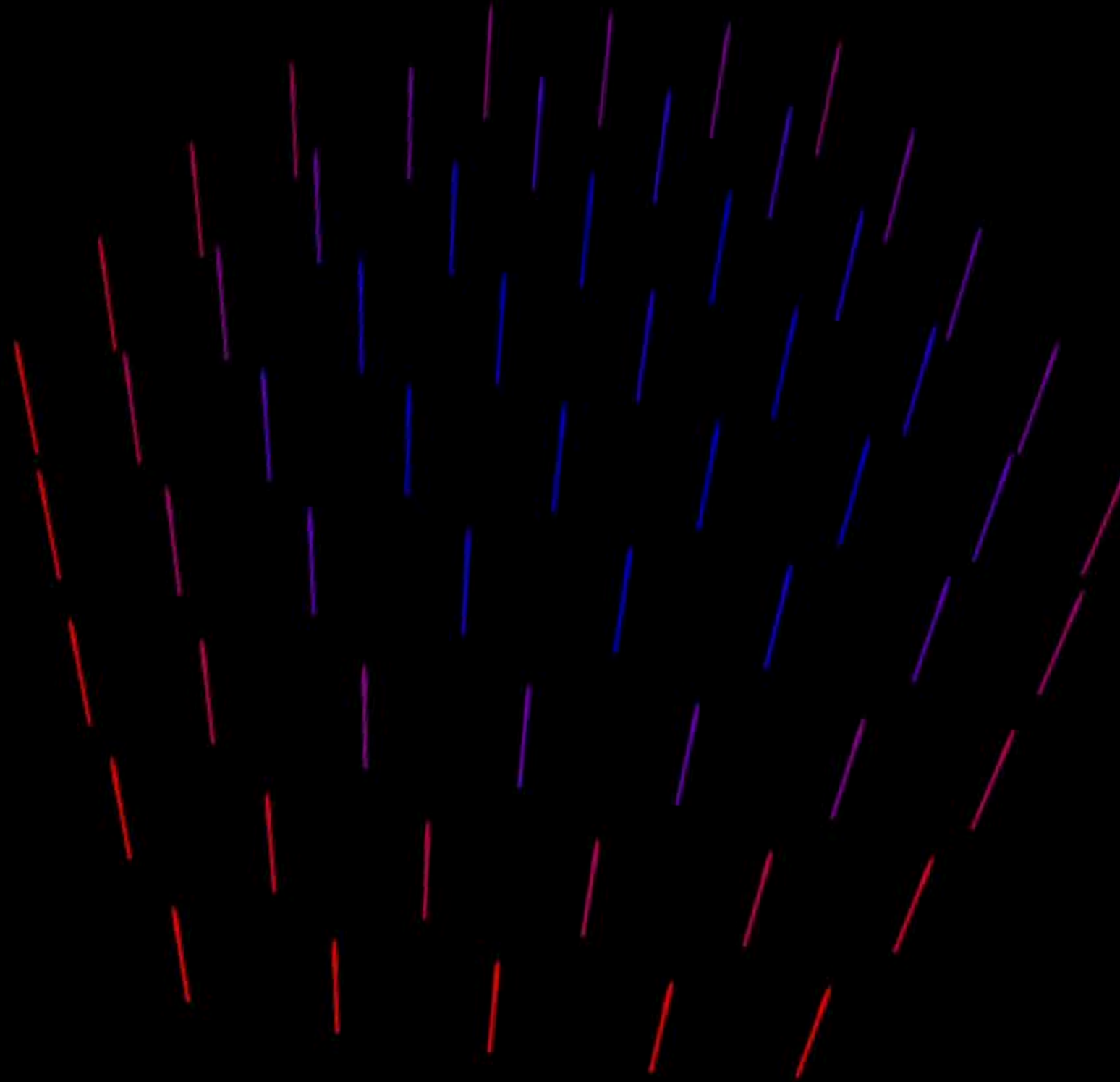
Windpark Fryslân | *Toerisme*

Windpark Fryslân sluit aan bij de innovatieve pilots op het gebied van duurzame energie op Breezanddijk. Men kan zelfs denken aan een 'room with a view': een turbine die opengesteld is en uitzicht biedt over werelderfgoed de Waddenzee.



Windpark Fryslân | Bij nacht

Topverlichting op windturbines is nodig voor de veiligheid van de luchtvaart. Door alleen de buitenste turbines van het windpark te verlichten ('contourverlichting') wordt lichthinder aan de kust beperkt. Dankzij een sensor brandt de topverlichting bij helder weer meer gedempt en bij slecht weer helderder. Door koppeling van de verlichting aan de radarinstallatie is de verlichting alleen aan als er ook echt vliegverkeer is.



Windpark Fryslân | Toerisme

Op de waterlijn kunnen de turbines worden voorzien van interactieve led-verlichting, die het opgewekte vermogen en de windkracht per turbine real-time weergeeft. Bij windstil weer zien we de turbines dan zwak verlicht in tinten blauw en als het harder waait, gaat de kleur over via tinten paars naar rood. Zo wordt de hartenklop van het windpark zichtbaar. Voor toeristen kan dit lichtspel een spectaculaire attractie vormen.



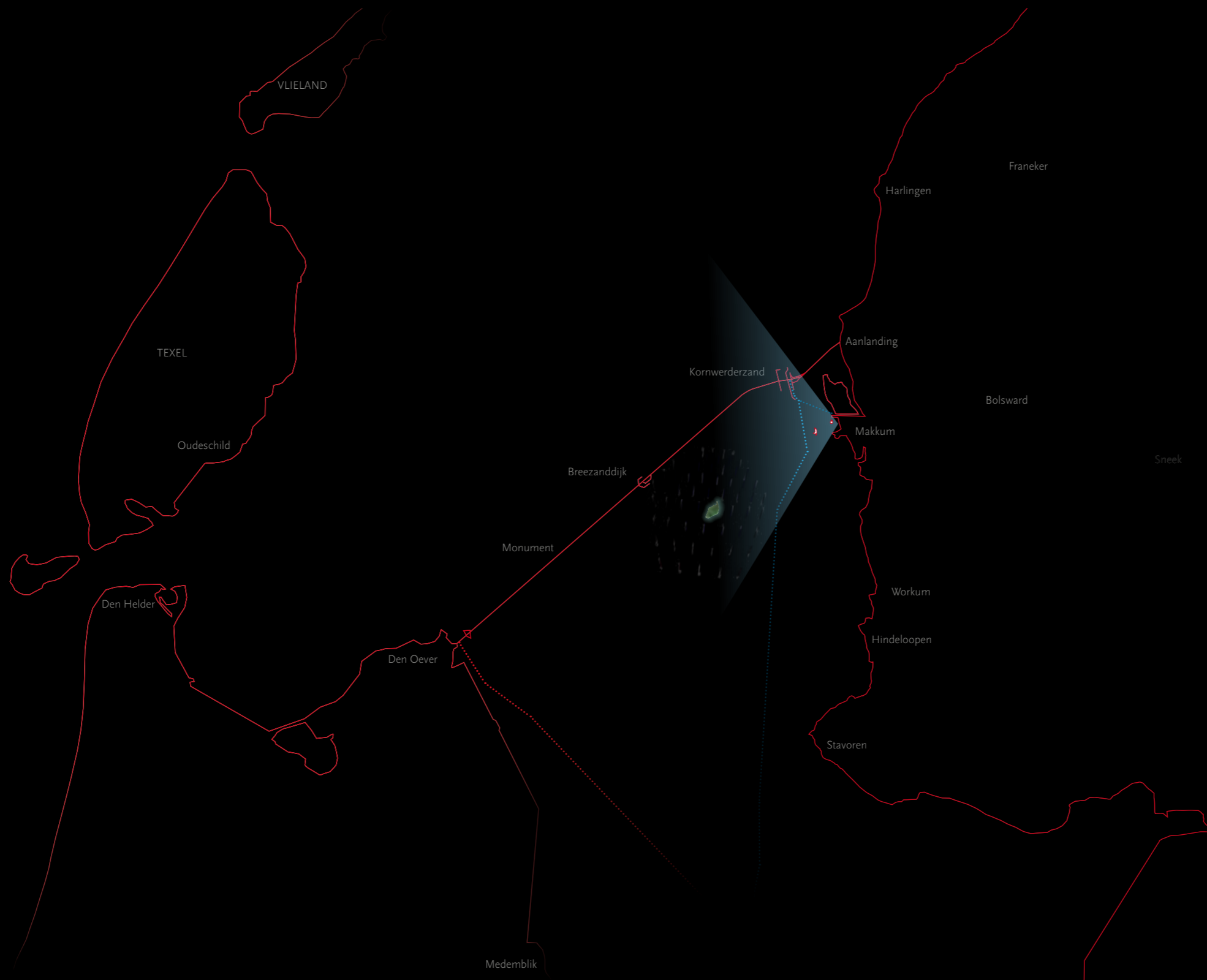
Windpark Fryslân | Toerisme

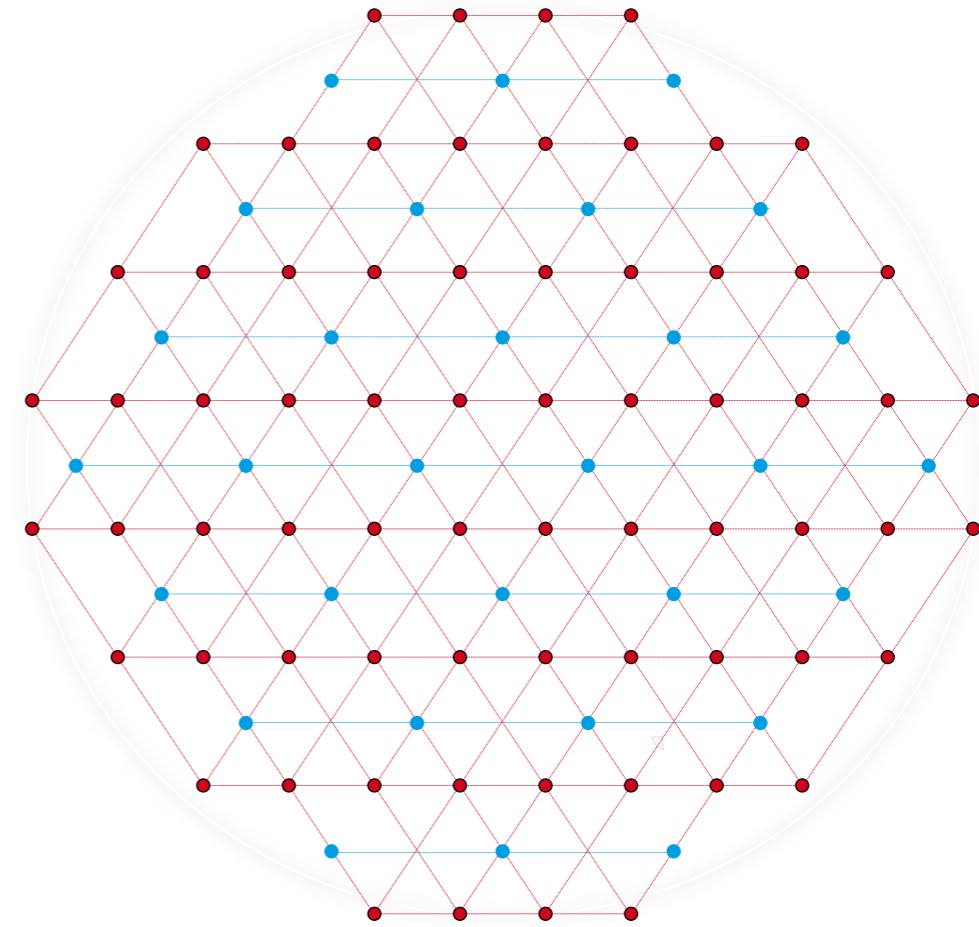
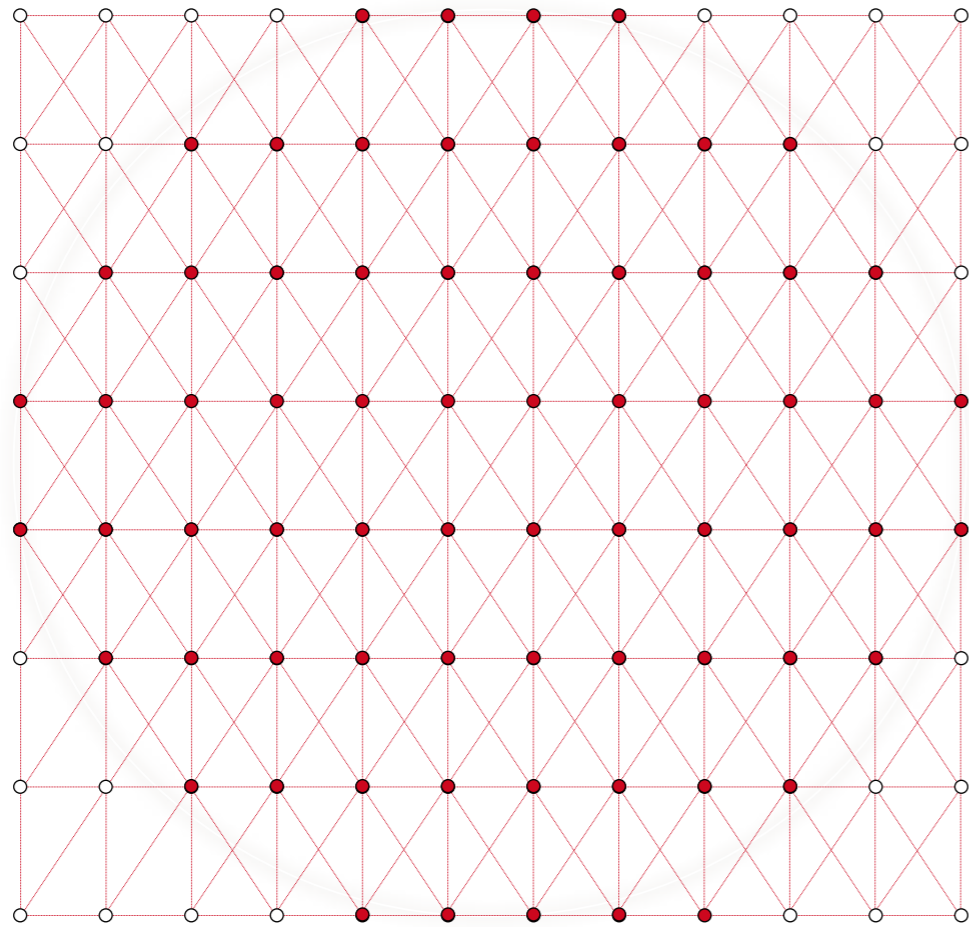
Windpark Fryslân vormt een heel nieuw landschap. De inherente rust van een enorme watervlakte met en woud aan masten.

Het park kan bevaren worden. Zo kan je het park van binnen uit ervaren. Het hart wordt gevormd door een steiger-eiland.

Hier beleef je landschap, techniek en verlichting. Groot en indrukwekkend. Onderwater ontwikkelt de natuur zich: door de aanwezigheid van palen en stenen neemt de biodiversiteit ter plaatse toe.

Duiken wordt een nieuwe tak van sport in dit deel van het IJsselmeer.

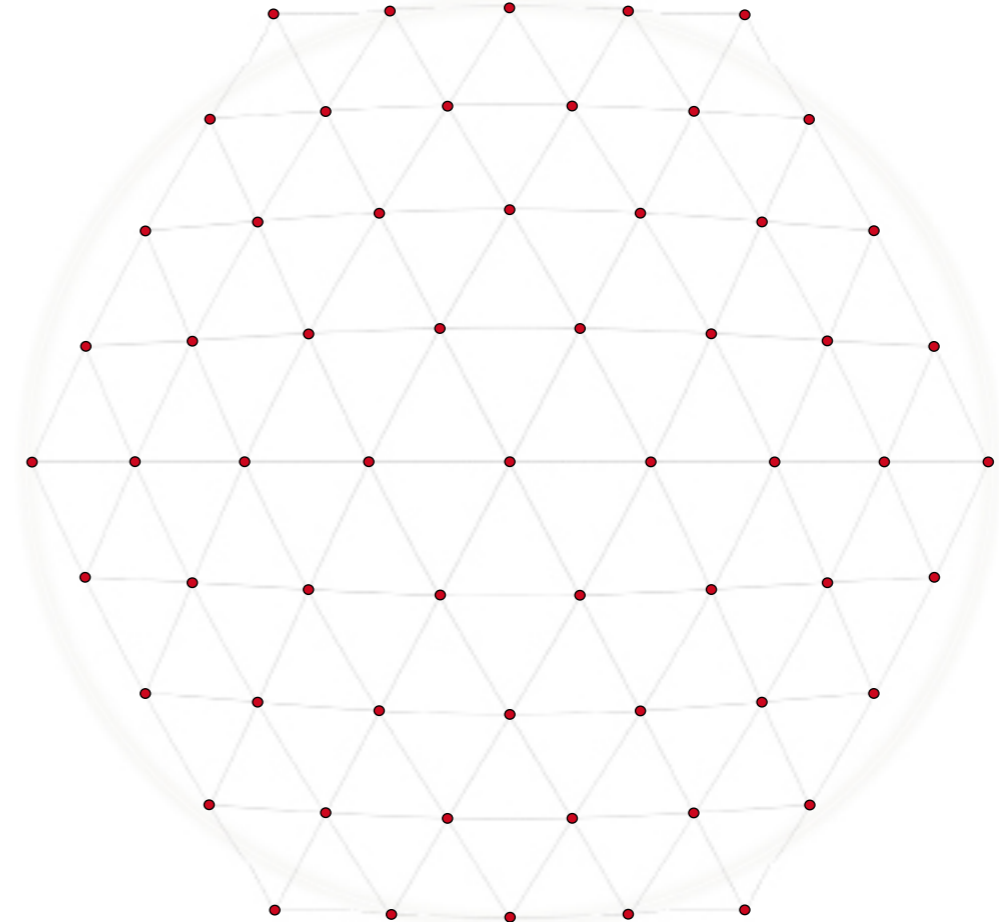
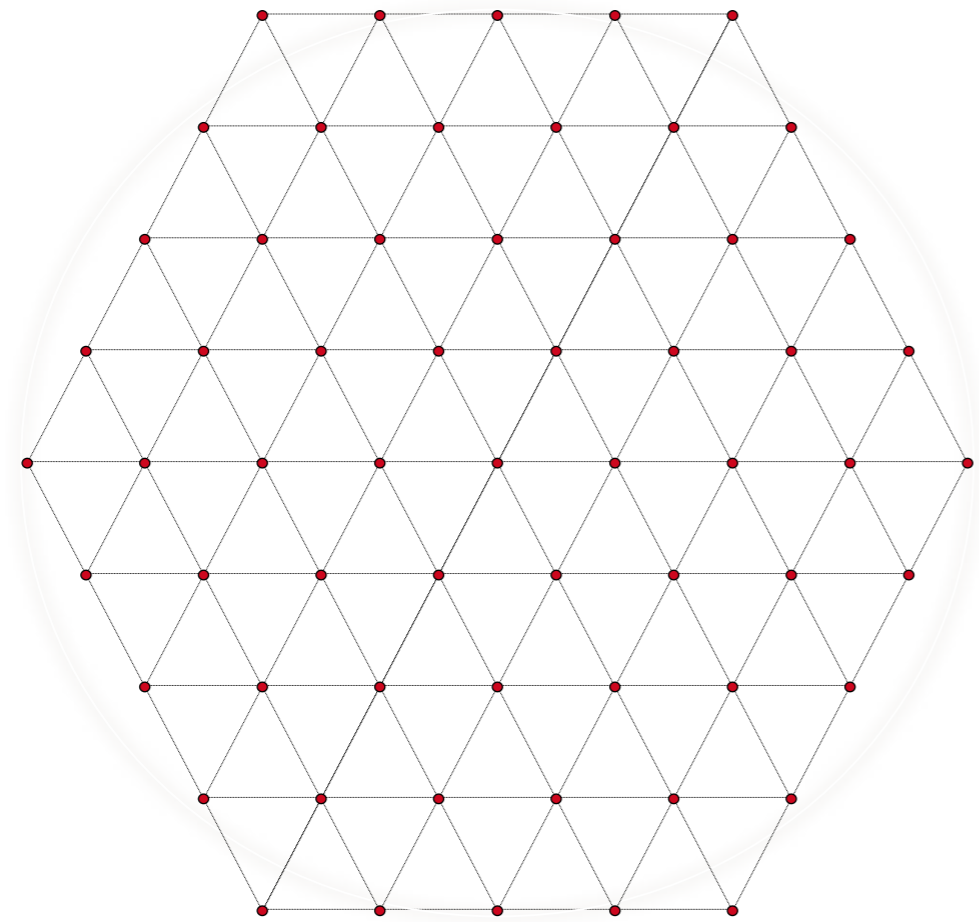




Windpark Fryslân | Het ontwerp

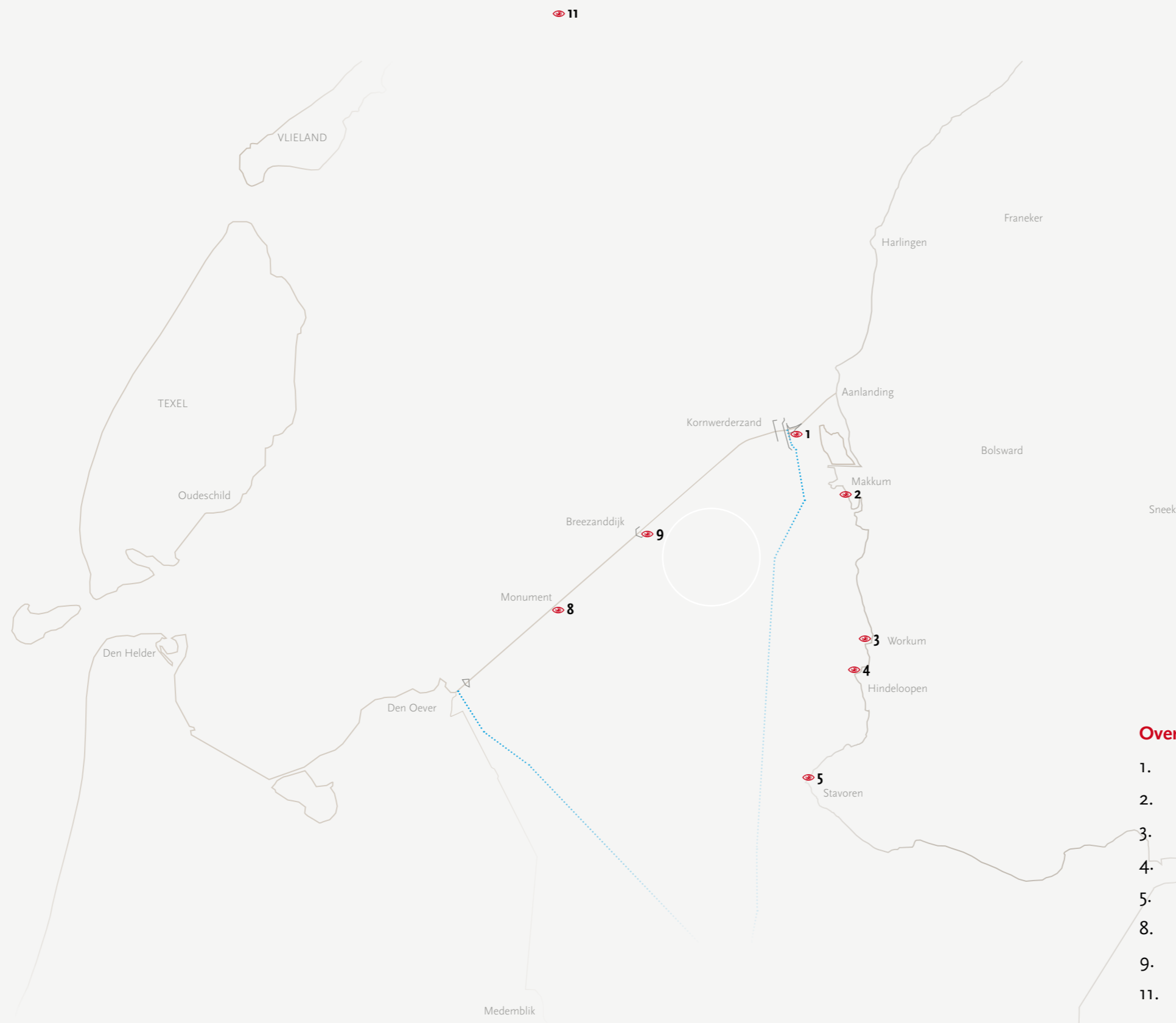
Ontwerpen is: blijven zoeken. Het traditionele denken vanuit lijnen, rasters, rechthoeken bevredigt niet. Het resultaat oogt rommelig als de molens in de hoeken vanuit de verte los van het park lijken te staan. Hoe dan? Vele ontwerpen verder is er de cirkelvorm. Een zwerm windmolens legt minder beslag op de horizon. Neemt minder oppervlakte in beslag. Alle denkbare varianten komen voorbij in het ontwerpproces.

Studie rechts: hogere molens (30 x 6 MW) gecombineerd met lagere molens (68 x 3 MW) in een zwerm. © 1999-2014 LandstraLandscape



Windpark Fryslân | *Het ontwerp*

Studie links: 68 turbines in compacte zwermopstelling met gelijke afstand tussen de molens. Studie rechts: 68 turbines in compacte zwermopstelling met vanuit hart een olopende afstand tussen de molens. De randvoorwaarde van maximalisatie van de efficiëntie (in feite het gebruiken van een kleiner oppervlak voor gelijk aantal turbines bij een verhoging van de efficiëntie) wordt behaald door een 'virtuele derde dimensie', waarbij het parkeffect (vermindering van efficiëntie in het park als gevolg van windschaduw) sterk wordt verminderd. © 1999-2014 LandstraLandscape



Overzicht van de zichtpunten:

1. Kornwerderzand, Sluisweg
2. Makkum, plein van de Holle Poarte
3. Workum, strand
4. Hindeloopen, dijk
5. Stavoren, haven
8. Afsluitdijk, monument
9. Afsluitdijk, Breezanddijk
11. Waddenzee - vaargeul tussen Harlingen en Terschelling

VIER VARIANTEN

Wat doet het windpark met het IJsselmeer en de Afsluitdijk? Kunnen we in de toekomst kijken?

Ja, dat kan. Waarheidsgetrouw dankzij de modernste technieken.

Vier varianten van Windpark Fryslân hebben we uitgewerkt. Ze verschillen in lay-out en dimensies.

Variant	Aantal turbines	Aantal MW	
Variant 1	60	360	6 MW turbine (ashoogte 105 meter, rotordiameter 154 meter), oppervlakte 34.6 m ²
Variant 2	89	356	4 MW turbine (ashoogte 95 meter, rotordiameter 120 meter), oppervlakte 33.91 km ²
Variant 3	47	282	6 MW turbine (ashoogte 105 meter, rotordiameter 154 meter), oppervlakte 26.26 km ²
Variant 4	65	390	6 MW turbine (ashoogte 105 meter, rotordiameter 154 meter), oppervlakte 35,36 km ²

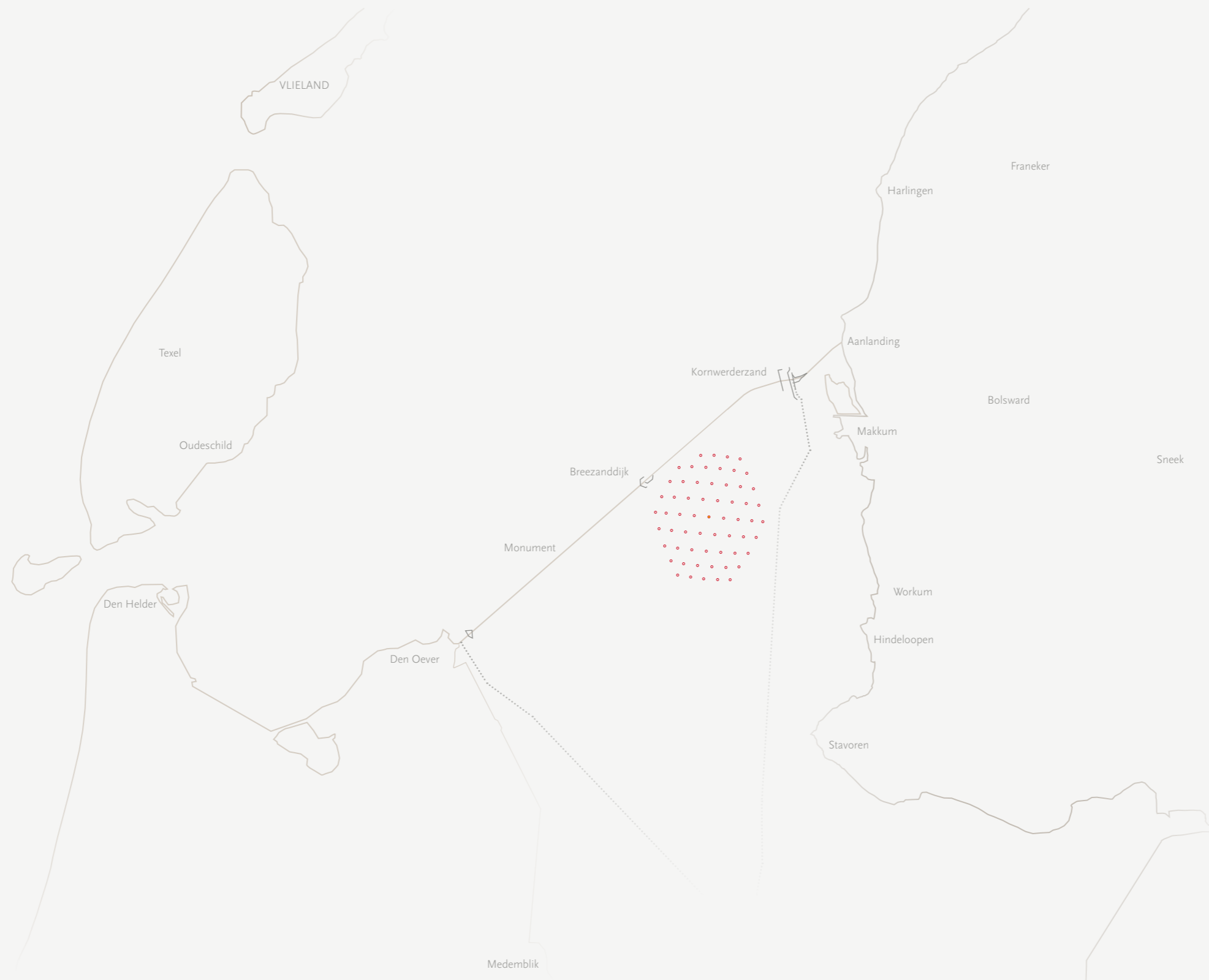
Elke variant is vanaf verschillende standpunten rondom het IJsselmeer en de Waddenzee gevisualiseerd.

Kijk vanaf het land op verschillende afstanden. Kijk vanaf water.

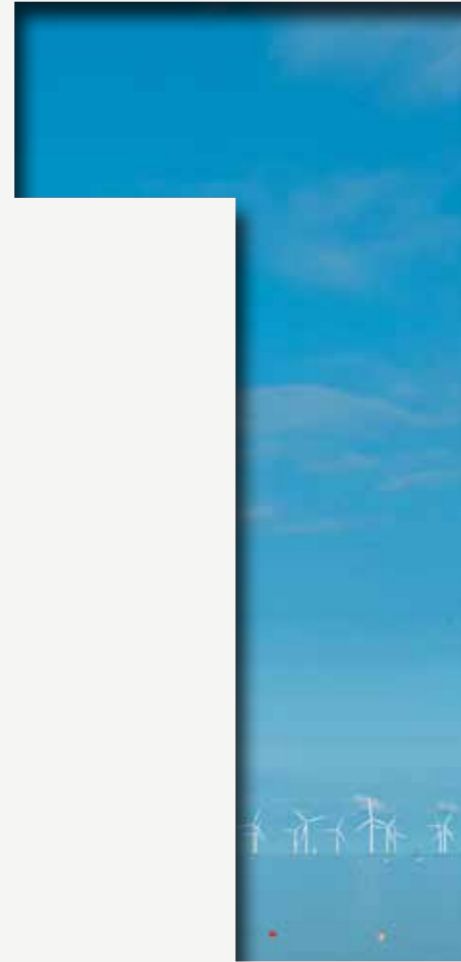
Beleef het windpark op verschillende schaalniveaus.

De vier variaties hebben een ding gemeen. Ze doen alle vier recht aan de monumentale Afsluitdijk en het weidse IJsselmeer.

Dijk en windpark, twee bewijzen van innovatieve kracht. Samen vormen ze een overtuigend nieuw landmark voor Friesland.



Windpark Fryslân | Variant 1+ | 60 x 6 MW turbines = 360 MW | oppervlakte windpark: 34,60 km² | rotordiameter: 154 m | MW/km²: 10,40 | park resultaat MWhh/y/m²: 44987,71 | windpark efficiency: 87,3% | Minimale afstand tussen turbines x rotordiameter: 4,2
 aantal turbines langs de Afsluitdijk: 2 | afstand tot de Afsluitdijk: 700 m | afstand tot Breezanddijk: 1000 m | totale breedte, Oost-West: 6.300 m | totale lengte, Noord-Zuid: 7.220 m | breedte parallel langs de Afsluitdijk: 7.250 m.



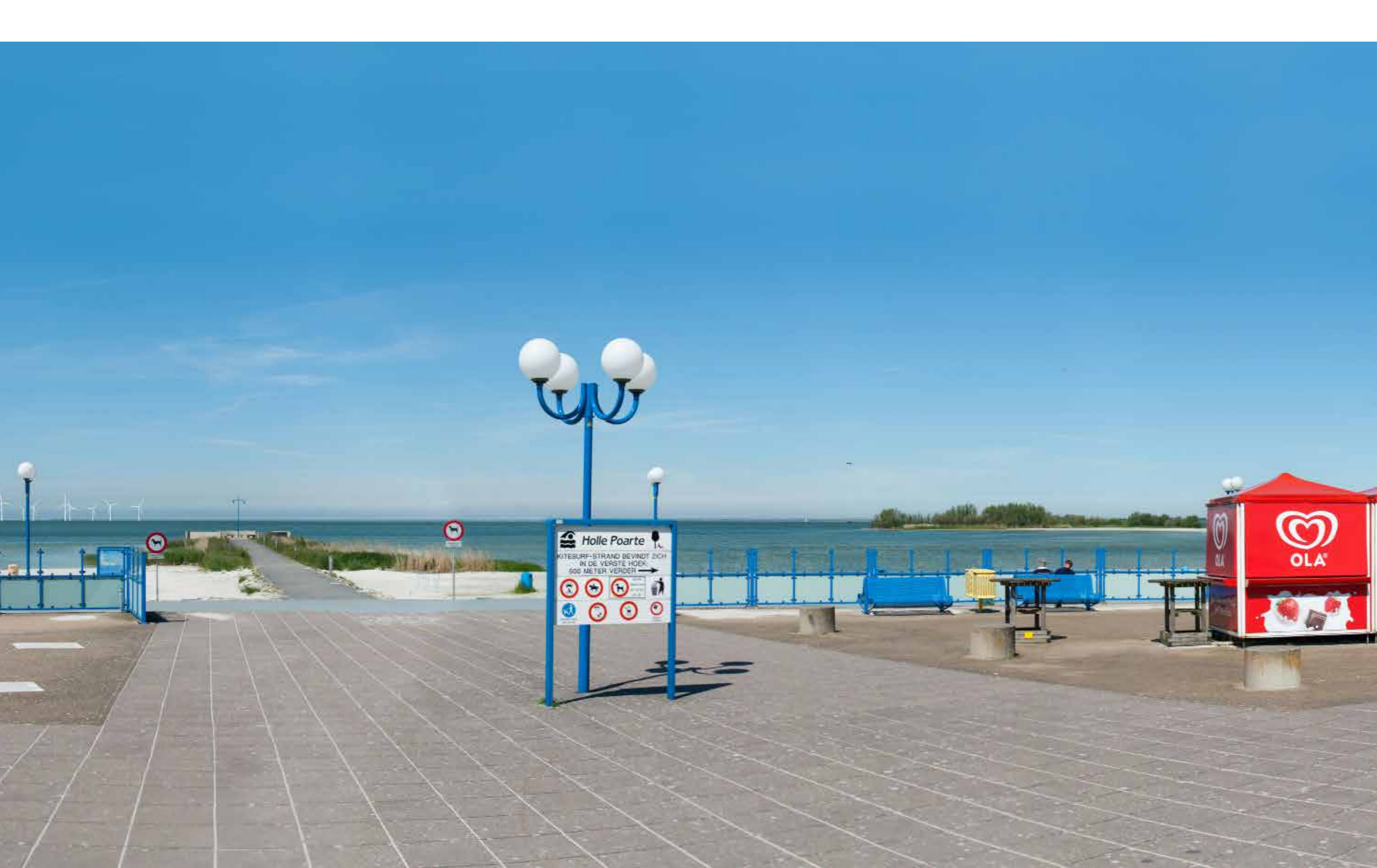


Kornwerderzand | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Sluisweg op Kornwerderzand, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 5,3 kilometer.





Makkum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het plein van de Holle Poarte in Makkum, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 6.4 kilometer.





Workum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het strand nabij Workum, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 7.6 kilometer.





Hindeloopen | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de dijk nabij Hindeloopen, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 8.1 kilometer.



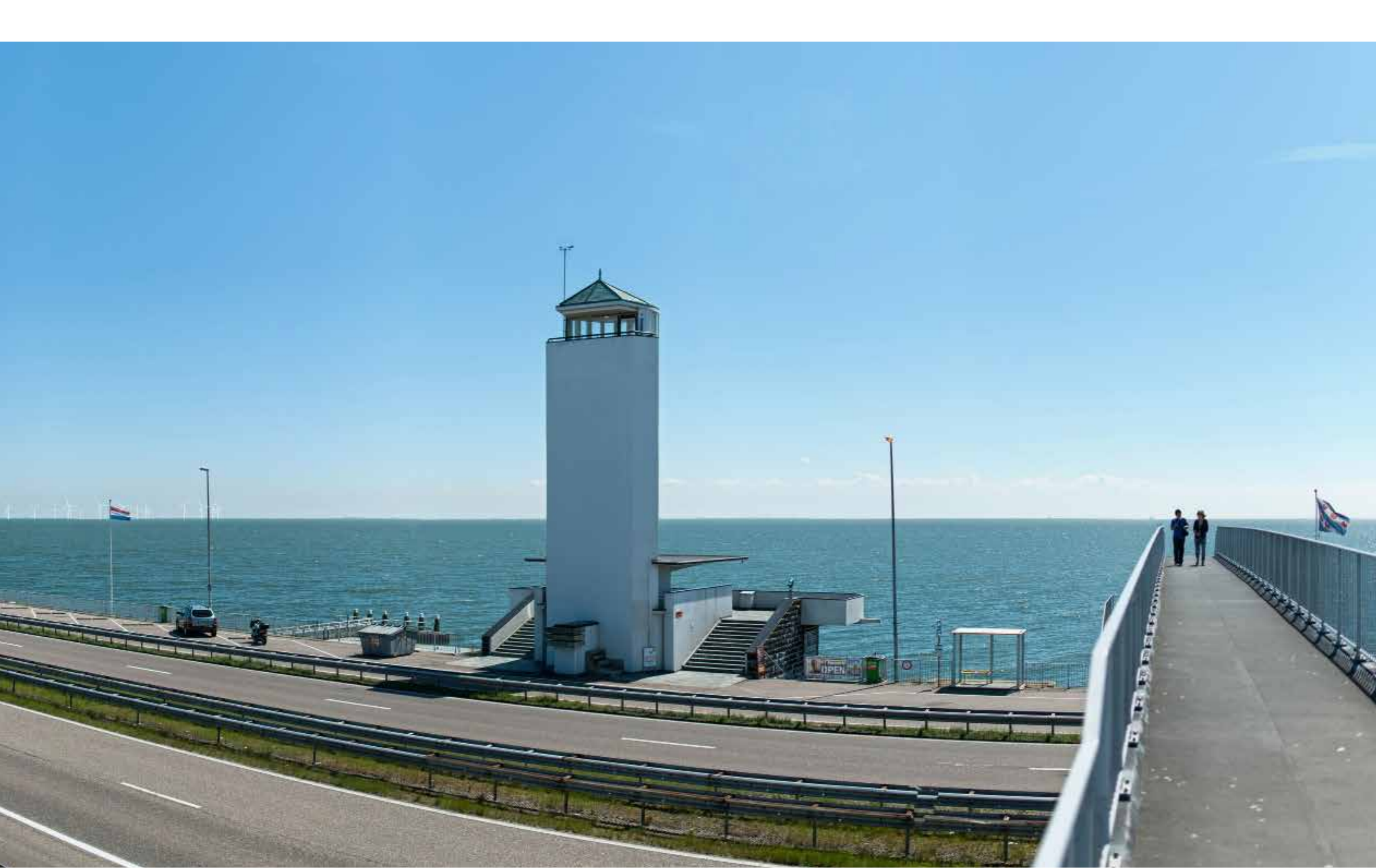


Stavoren | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de haven van Stavoren, de kijkrichting is noordelijk. De afstand tot het windpark is 10.4 kilometer.





Afsluitdijk - Monument | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het monument langs de afsluitdijk, de kijkrichting is oostelijk. De afstand tot het windpark is 8 kilometer.





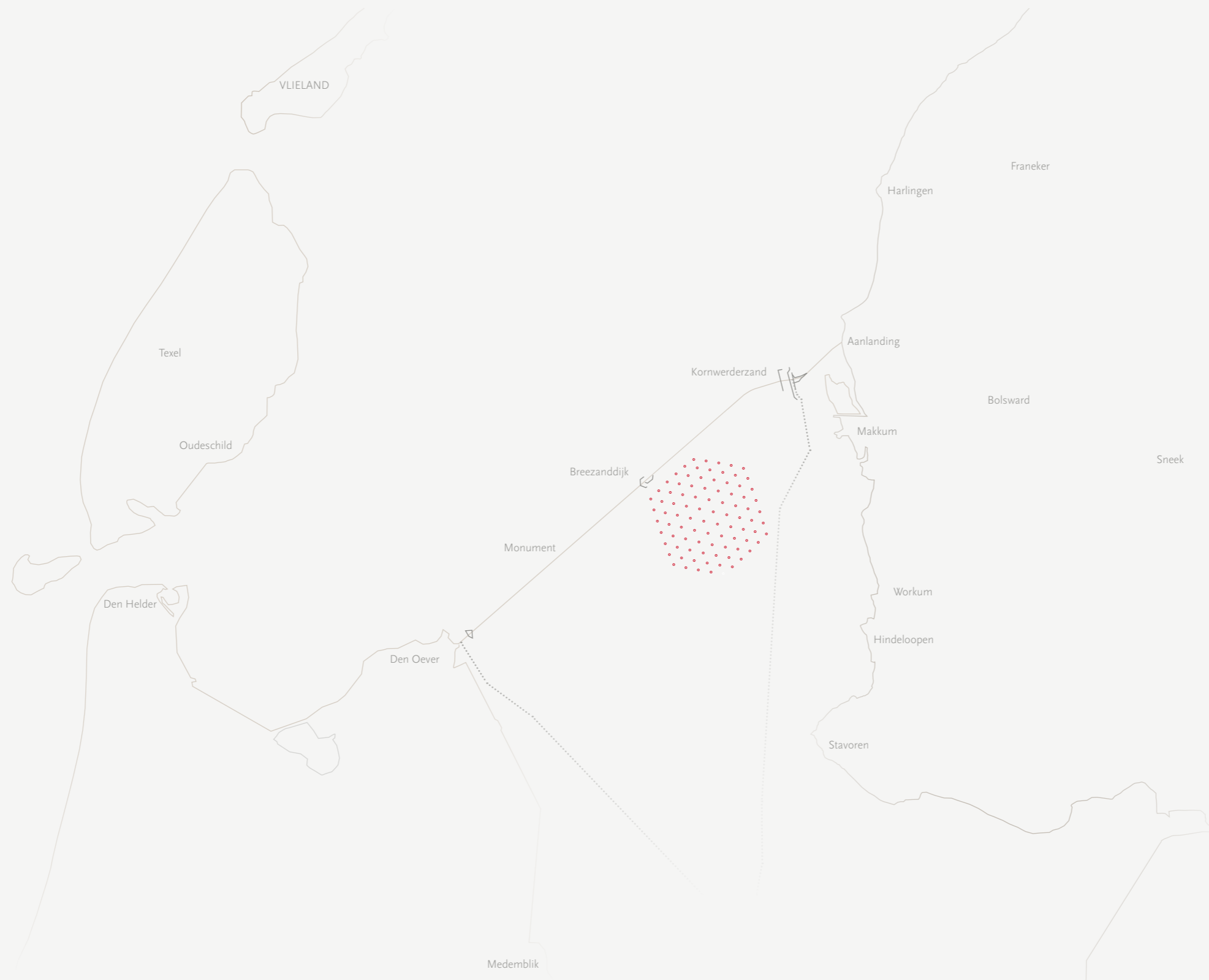
Afsluitdijk - Breezanddijk | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk, de kijkrichting is zuidoostelijk. De afstand tot het windpark is 1.300 meter.





Waddenzee - nabij Terschelling | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Waddenzee in de vaargeul tussen Harlingen en Terschelling, de kijkrichting is zuidelijk. De afstand tot het windpark is 24.1 kilometer.





Windpark Fryslân | Variant 2+ | 89 x 4 MW turbines = 356 MW | oppervlakte windpark: 33.91 km² | rotordiameter: 120 m | MW/km²: 10,50 | park resultaat MWhh/y/m²: 44150.39 | windpark efficiency: 85,5% | Minimale afstand tussen turbines x rotordiameter: 4.9
 aantal turbines langs de Afsluitdijk: 5 | afstand tot de Afsluitdijk: 850 m | afstand tot Breezanddijk: 670 m | totale breedte, Oost-West: 6.800 m | totale lengte, Noord-Zuid: 6.700 m | breedte parallel langs de Afsluitdijk: 7.000 m.



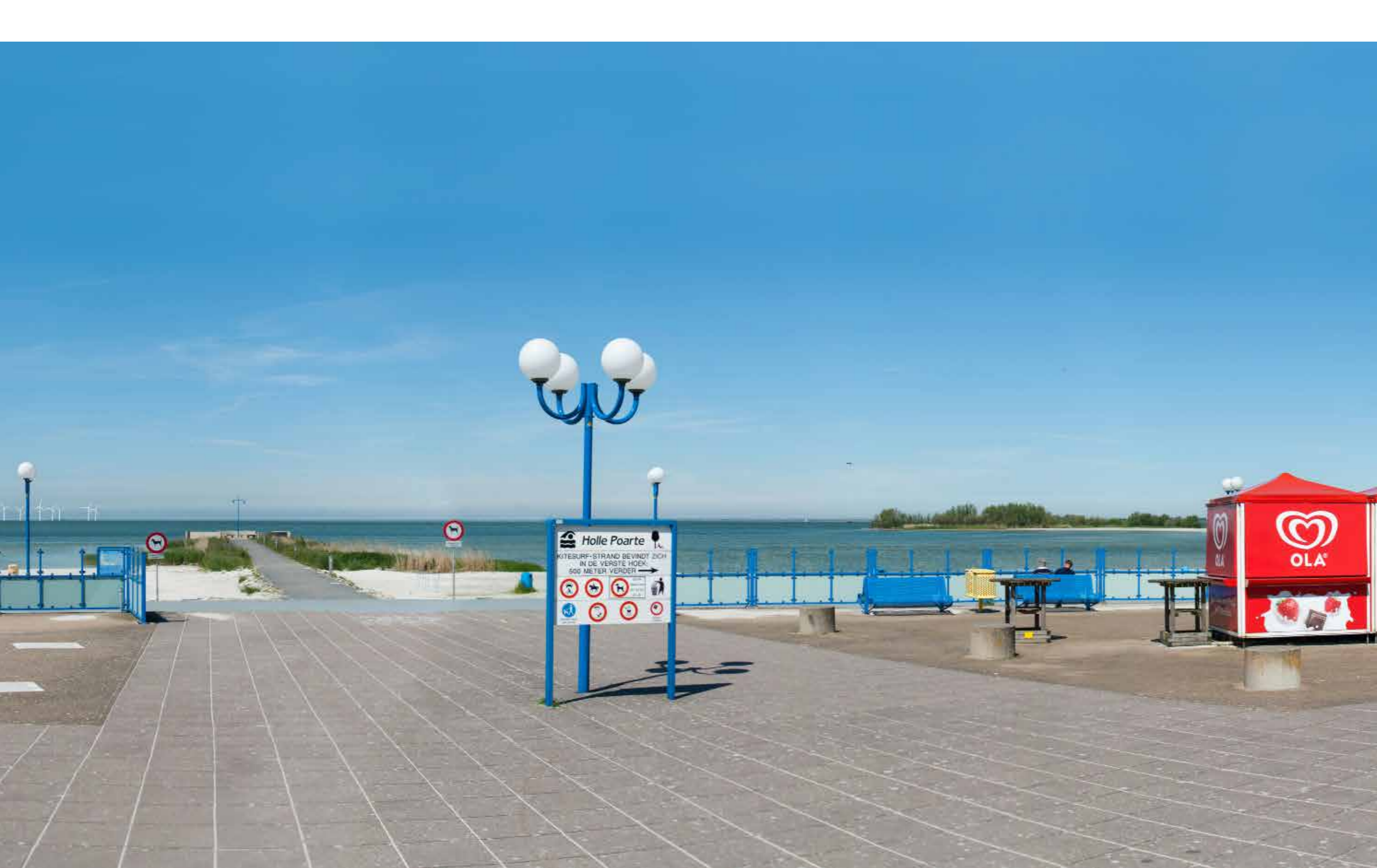


Kornwerderzand | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Sluisweg op Kornwerderzand, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 5,6 kilometer.





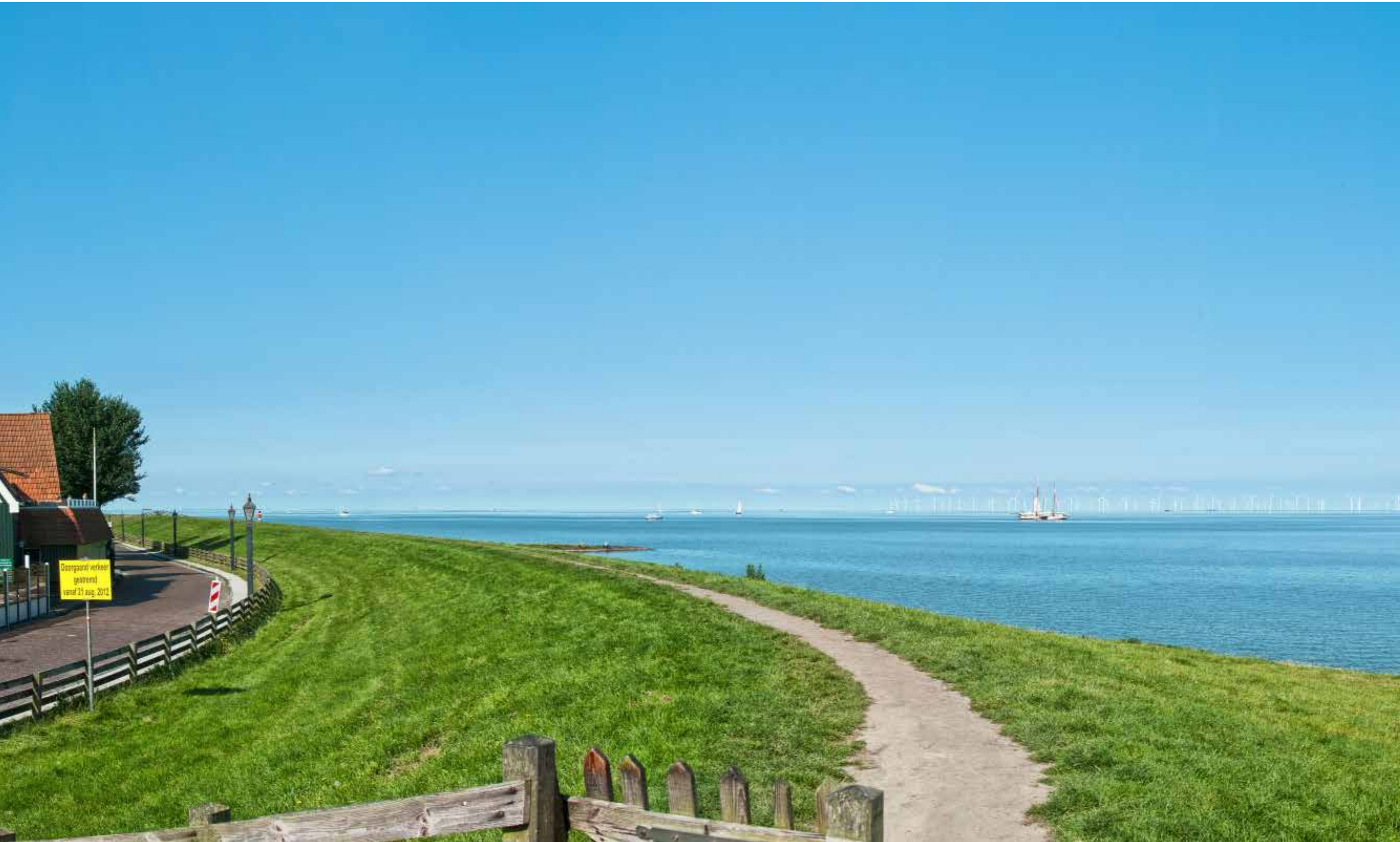
Makkum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het plein van de Holle Poarte in Makkum, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 6.4 kilometer.





Workum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het strand nabij Workum, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 7.1 kilometer.





Hindeloopen | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de dijk nabij Hindeloopen, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 8 kilometer.



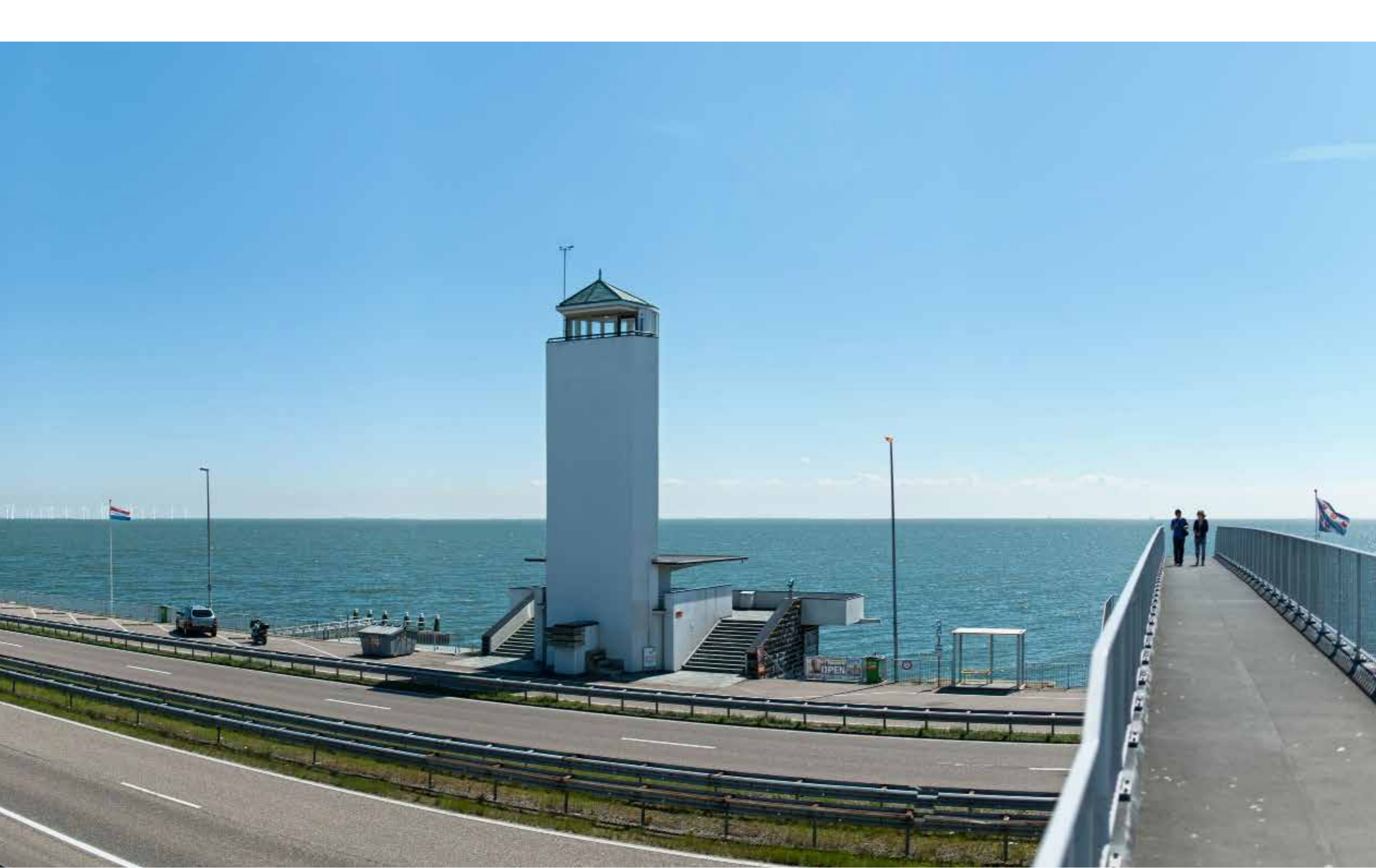


Stavoren | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de haven van Stavoren, de kijkrichting is noordelijk. De afstand tot het windpark is 10.4 kilometer.





Afsluitdijk - Monument | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het monument langs de afsluitdijk, de kijkrichting is oostelijk. De afstand tot het windpark is 8.1 kilometer.





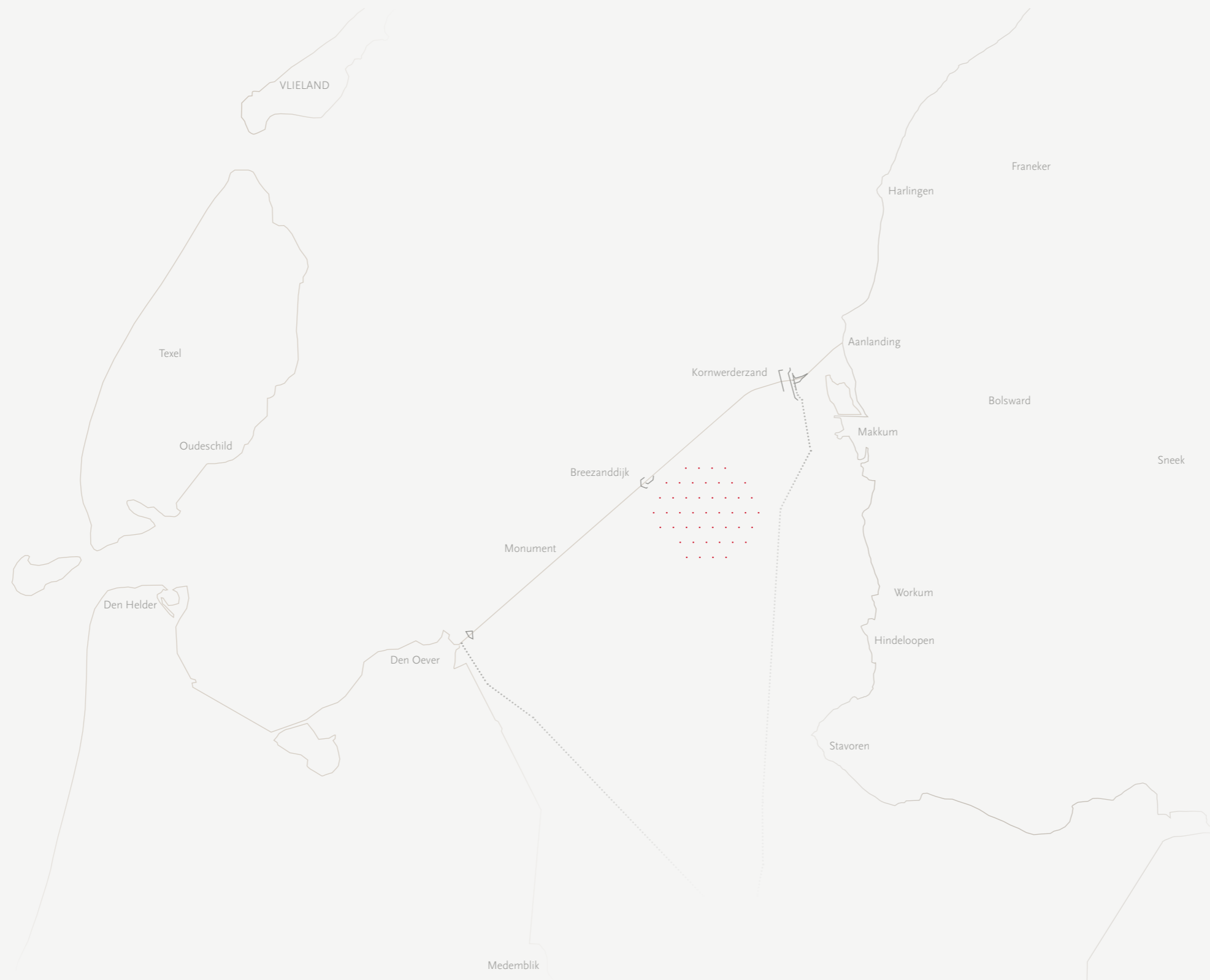
Afsluitdijk - Breezanddijk | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk, de kijkrichting is zuidoostelijk. De afstand tot het windpark is 950 meter.





Waddenzee - nabij Terschelling | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Waddenzee in de vaargeul tussen Harlingen en Terschelling, de kijkrichting is zuidelijk. De afstand tot het windpark is 24.4 kilometer.





Windpark Fryslân | Variant 3 | 47 x 6 MW turbines = 282 MW | oppervlakte windpark: 26,26 km² | rotordiameter: 154 m | MW/km²: 10.74 | park resultaat MWh/y/m²: 46473.63 | windpark efficiency: 87,3% | Minimale afstand tussen turbines x rotordiameter: 5
 aantal turbines langs de Afsluitdijk: 2 | afstand tot de Afsluitdijk: 915 m | afstand tot Breezanddijk: 974 m | totale breedte, Oost-West: 6.160 m | totale lengte, Noord-Zuid: 5.234 m | breedte parallel langs de Afsluitdijk: 5.576 m.



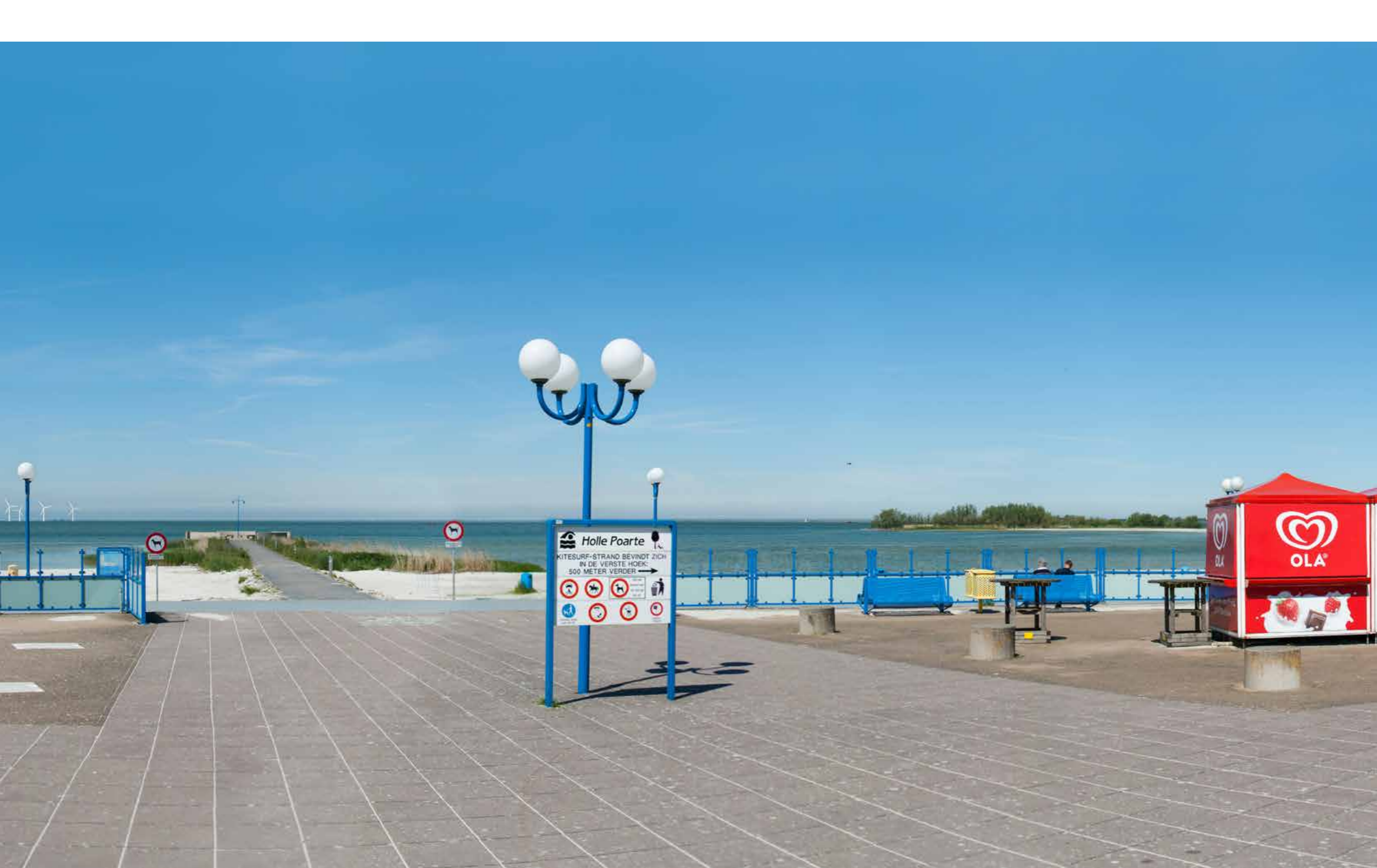


Kornwerderzand | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Sluisweg op Kornwerderzand, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 6.3 kilometer.





Makkum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het plein van de Holle Poarte in Makkum, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 6.6 kilometer.



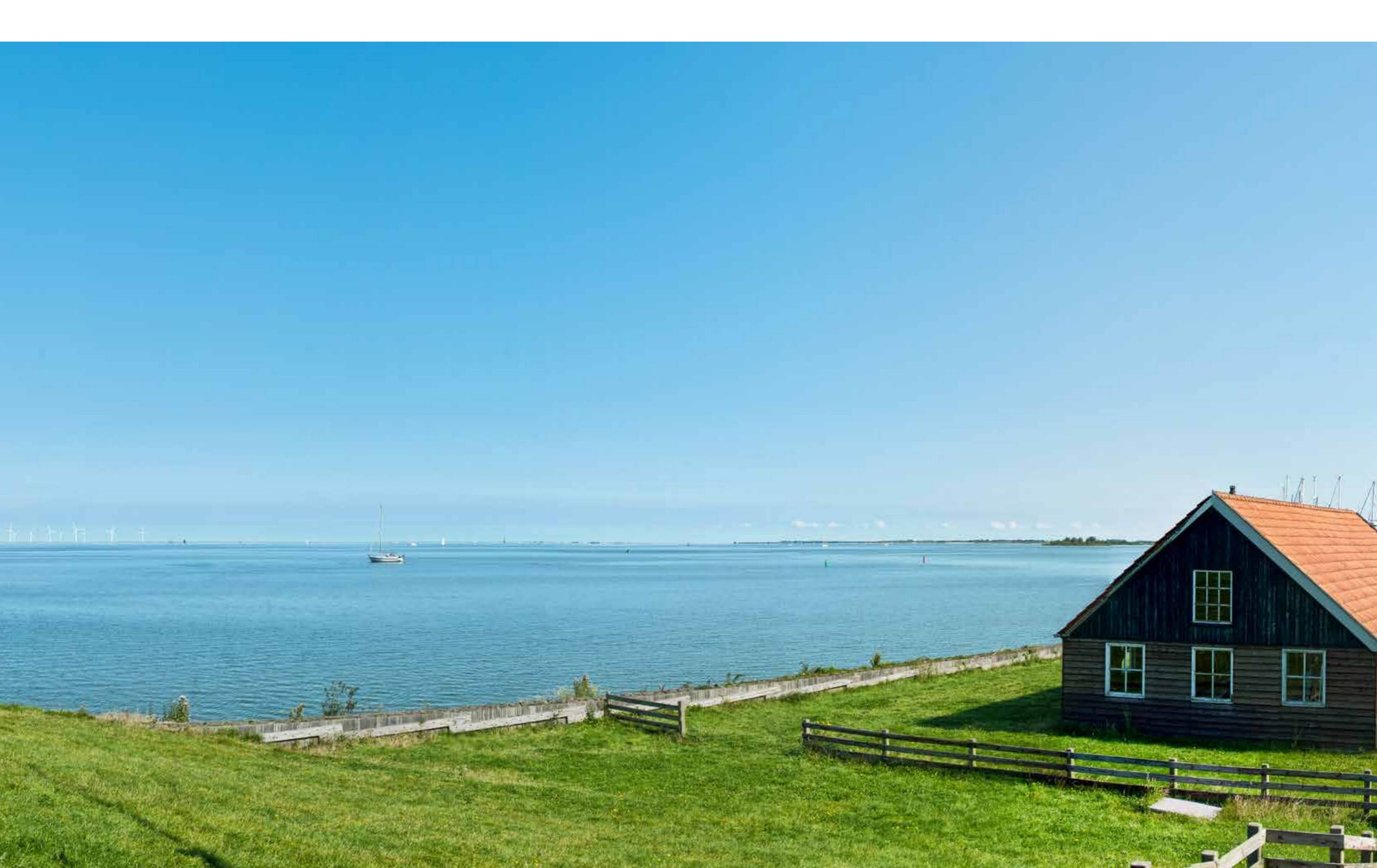


Workum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het strand nabij Workum, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 8 kilometer.





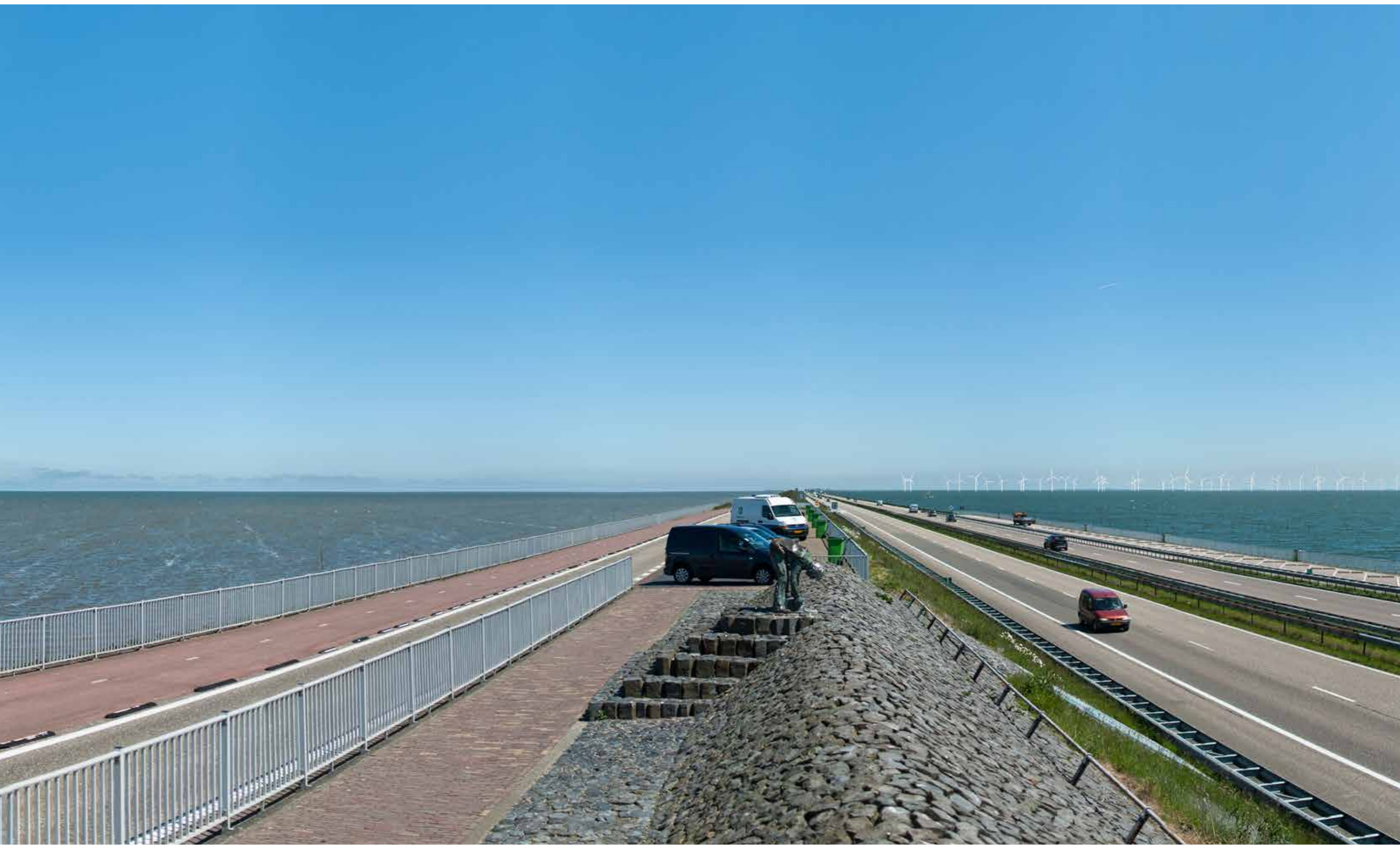
Hindeloopen | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de dijk nabij Hindeloopen, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 8.6 kilometer.



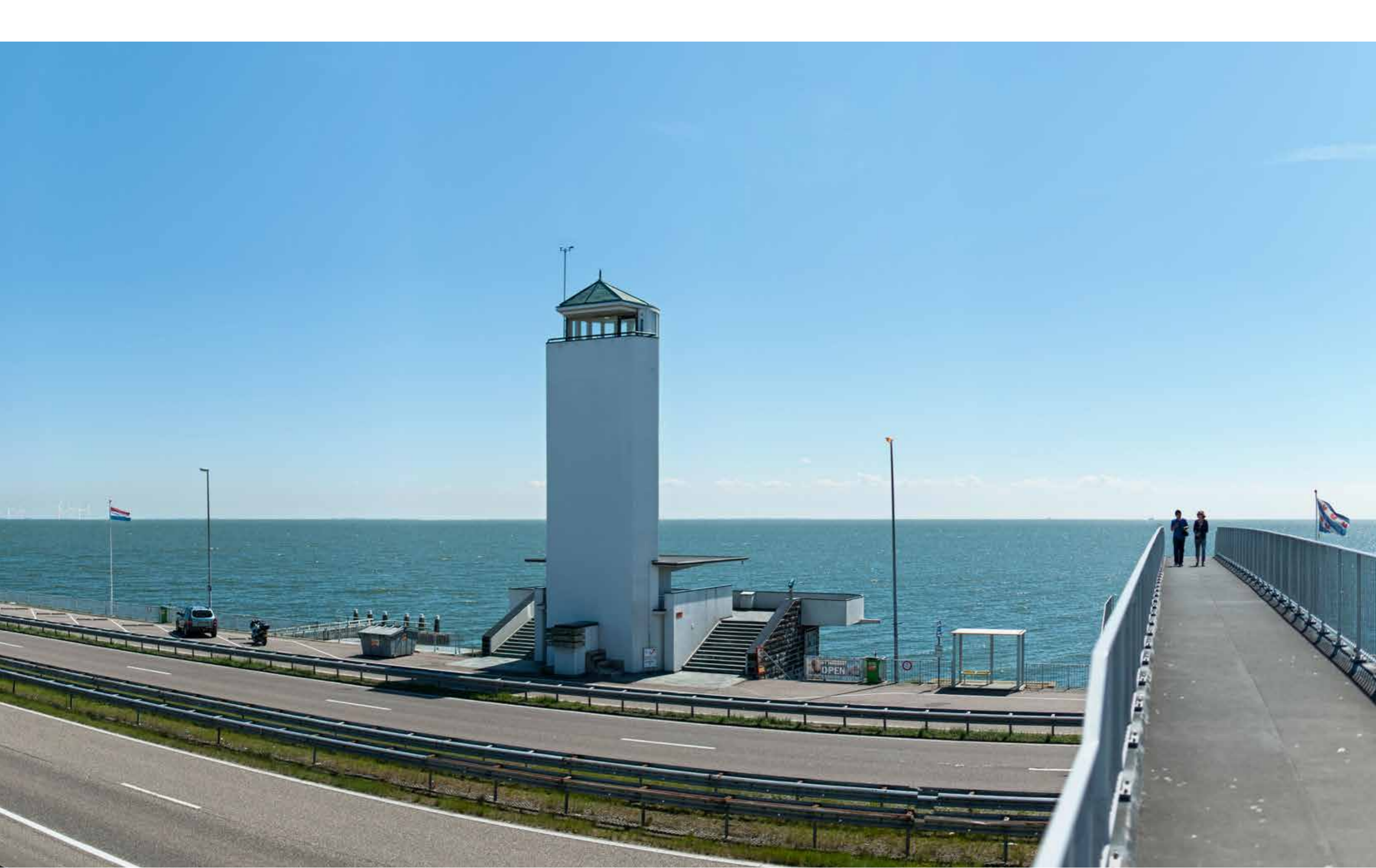


Stavoren | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de haven van Stavoren, de kijkrichting is noordelijk. De afstand tot het windpark is 11.7 kilometer.





Afsluitdijk - Monument | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het monument langs de afsluitdijk, de kijkrichting is oostelijk. De afstand tot het windpark is 8.2 kilometer.





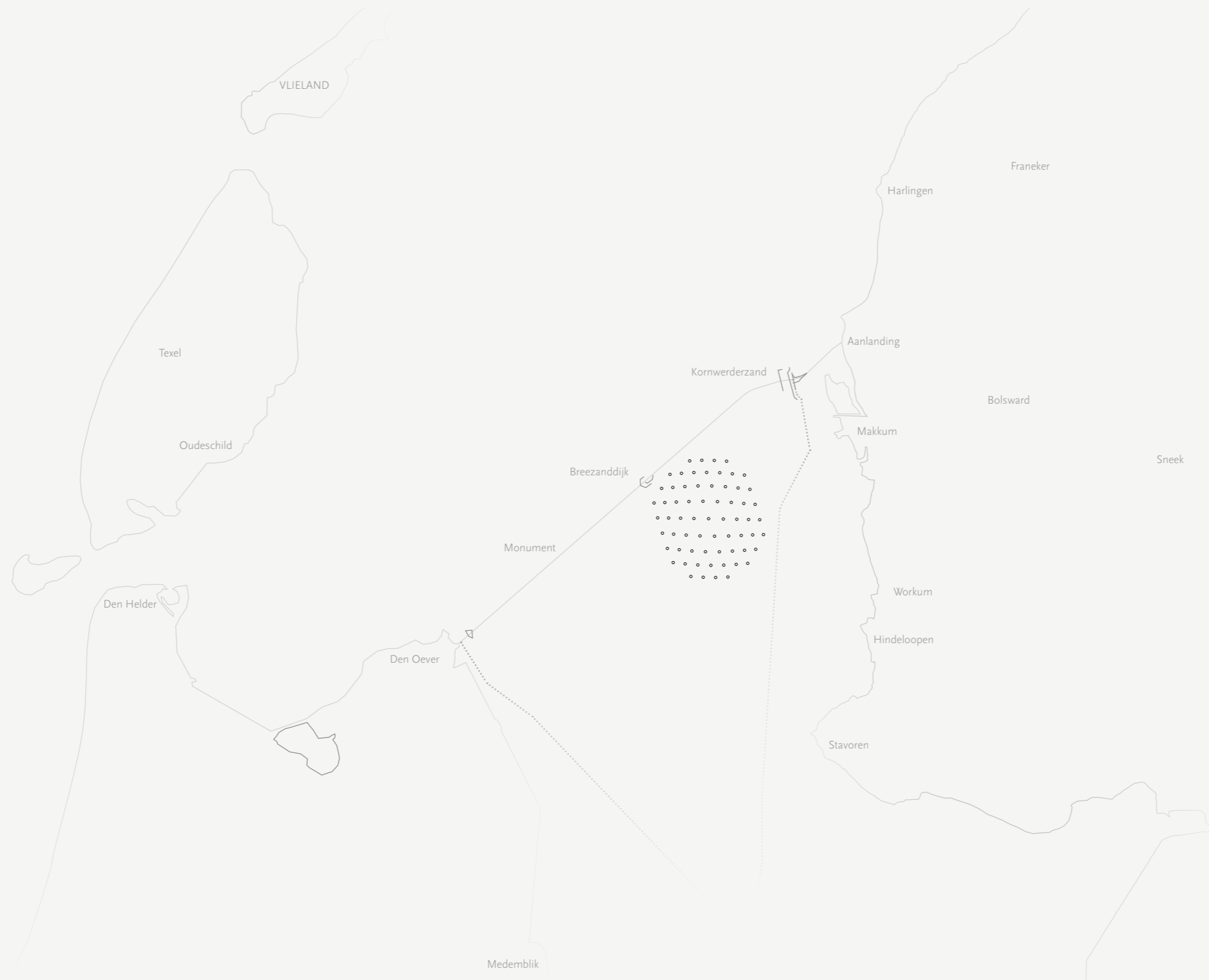
Afsluitdijk - Breezanddijk | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk, de kijkrichting is zuidoostelijk. De afstand tot het windpark is 1.200 meter.





Waddenzee - nabij Terschelling | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Waddenzee in de vaargeul tussen Harlingen en Terschelling, de kijkrichting is zuidelijk. De afstand tot het windpark is 24.8 kilometer.





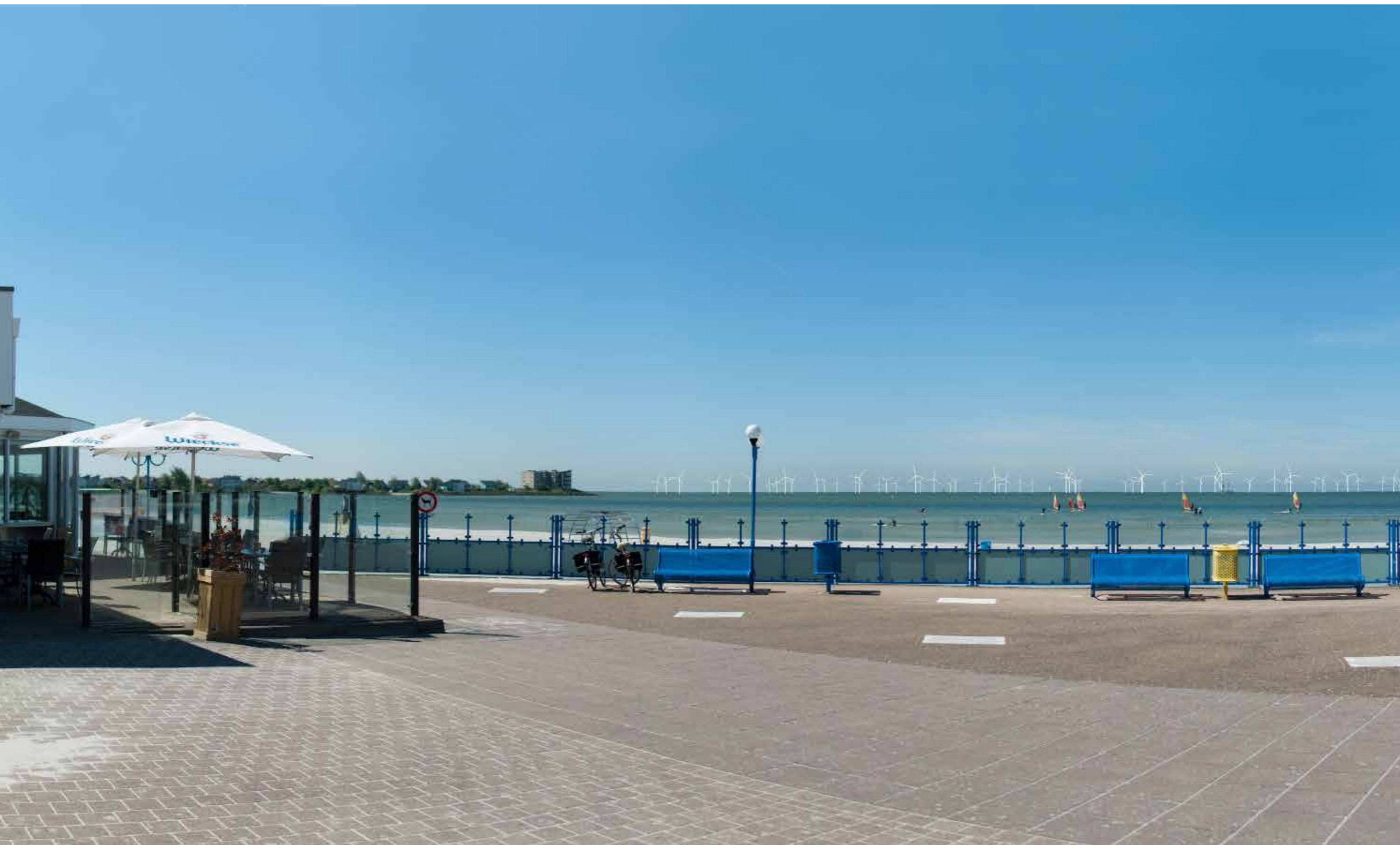
Windpark Fryslân | Variant 4+ | 65 x 6 MW turbines = **390 MW** | oppervlakte windpark: **35.36 km²** | rotordiameter: **154 m** | MW/km²: **11.03** | park resultaat MWh/y/m²: **47062.58** | windpark efficiency: **86.1%** | Minimale afstand tussen turbines x rotordiameter: **4.1**
 aantal turbines langs de Afsluitdijk: **2** | afstand tot de Afsluitdijk: **680 m** | afstand tot Breezanddijk: **780 m** | totale breedte, Oost-West: **6.400 m** | totale lengte, Noord-Zuid: **6.870 m** | breedte parallel langs de Afsluitdijk: **6.500 m**.



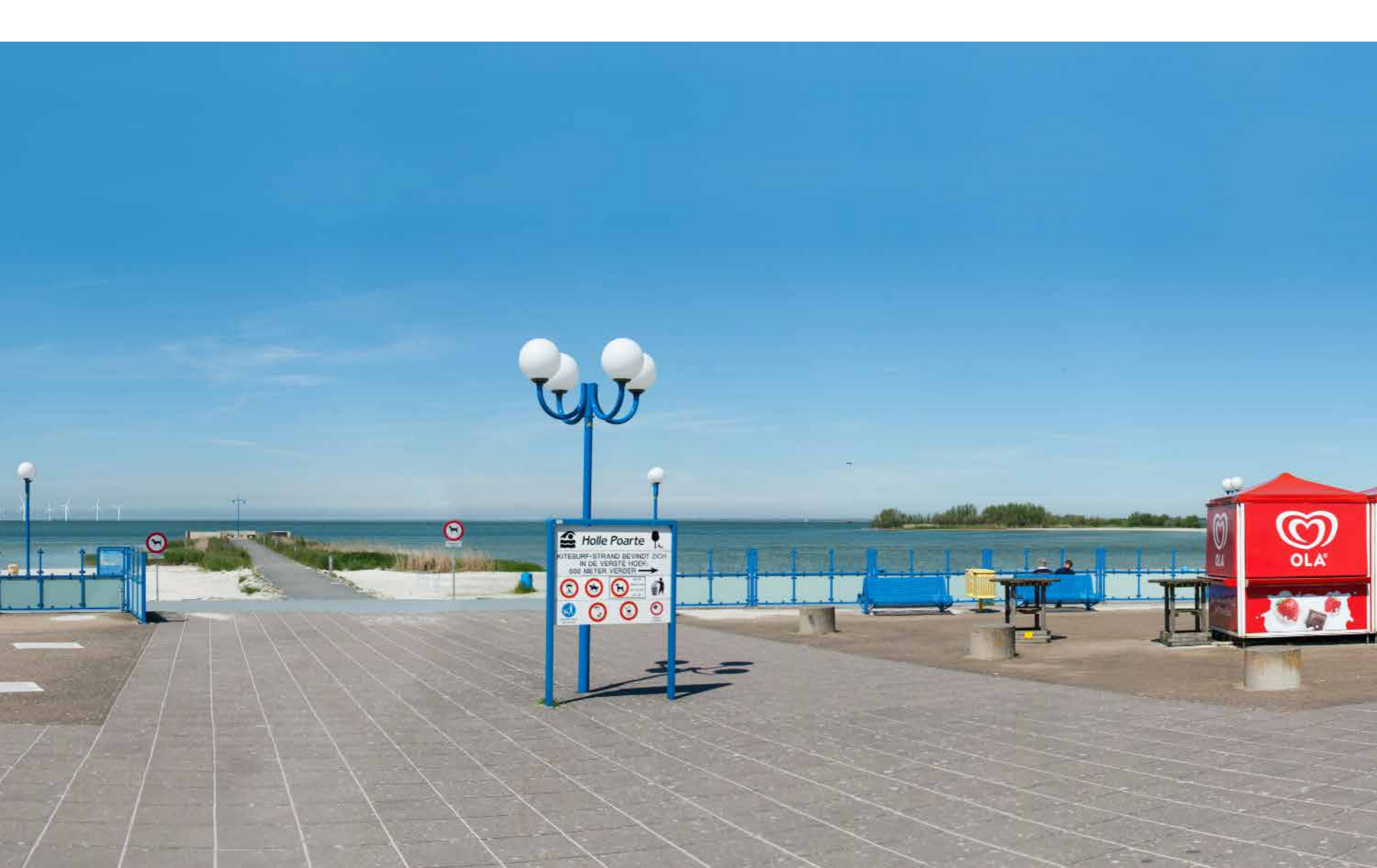


Kornwerderzand | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Sluisweg op Kornwerderzand, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 5,8 kilometer.





Makkum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het plein van de Holle Poarte in Makkum, de kijkrichting is westelijk. De afstand tot het windpark is 6.5 kilometer.





Workum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het strand nabij Workum, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 7.3 kilometer.





Hindeloopen | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de dijk nabij Hindeloopen, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 7.8 kilometer.



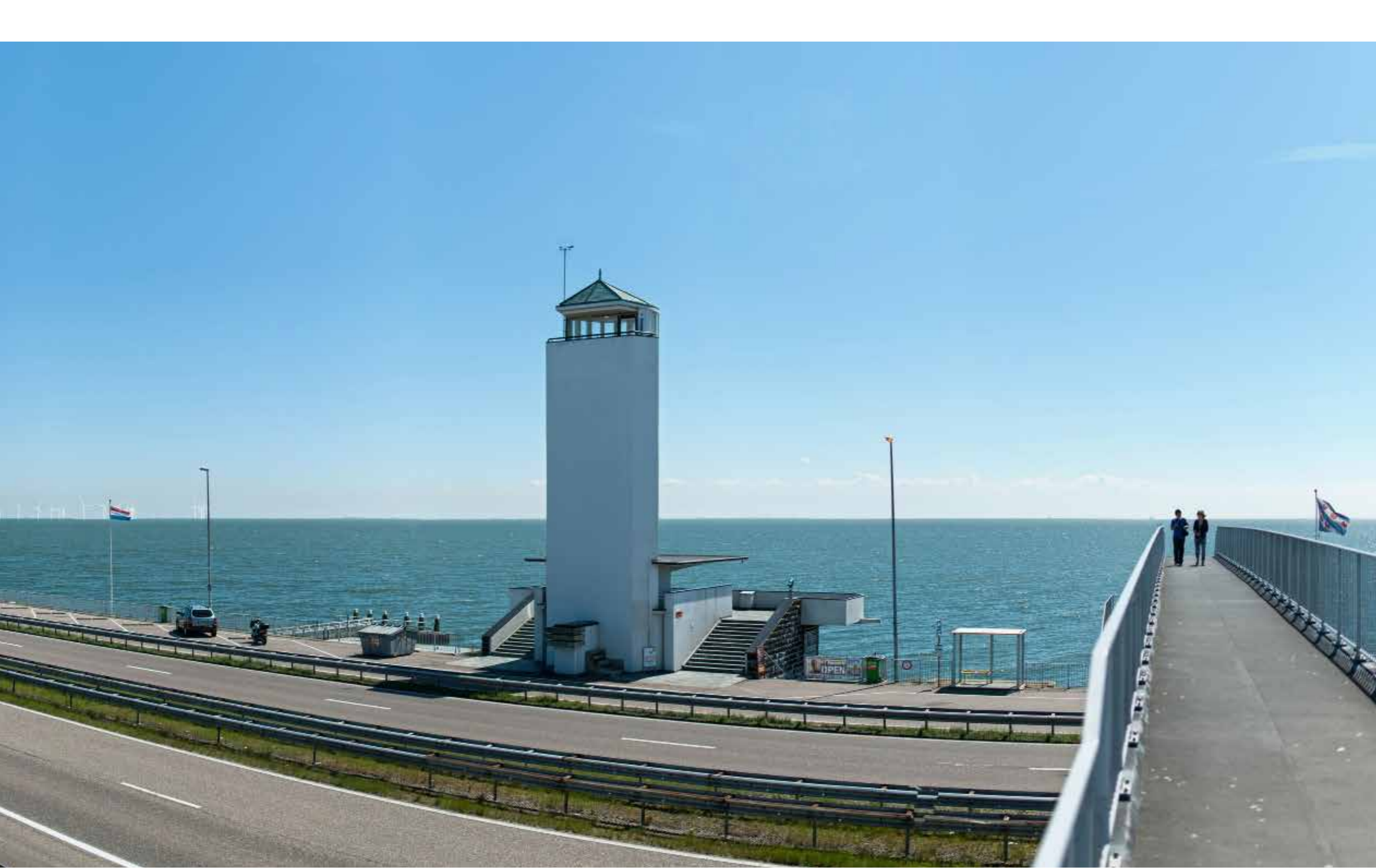


Stavoren | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de haven van Stavoren, de kijkrichting is noordelijk. De afstand tot het windpark is 10.6 kilometer.





Afsluitdijk - Monument | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het monument langs de afsluitdijk, de kijkrichting is oostelijk. De afstand tot het windpark is 8.1 kilometer.





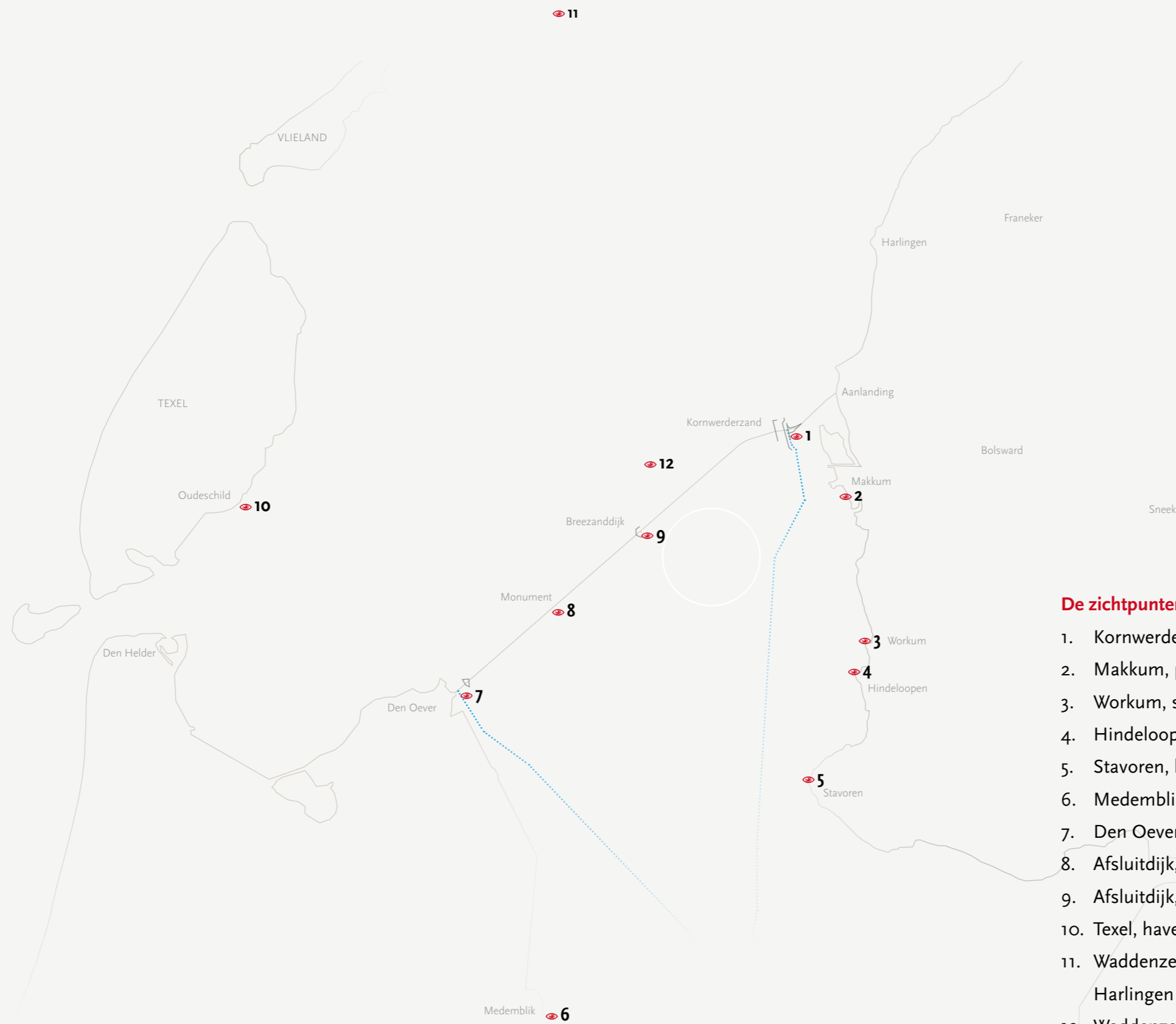
Afsluitdijk - Breezanddijk | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk, de kijkrichting is zuidoostelijk. De afstand tot het windpark is 1.100 meter.





Waddenzee - nabij Terschelling | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Waddenzee in de vaargeul tussen Harlingen en Terschelling, de kijkrichting is zuidelijk. De afstand tot het windpark is 24.4 kilometer.





De zichtpunten:

1. Kornwerderzand, Sluisweg
2. Makkum, plein van de Holle Poarte
3. Workum, strand
4. Hindeloopen, dijk
5. Stavoren, haven
6. Medemblik, haven
7. Den Oever, Zuiderhaven
8. Afsluitdijk, monument
9. Afsluitdijk, Breezanddijk
10. Texel, haven Oude Schild
11. Waddenzee - vaargeul tussen Harlingen en Terschelling
12. Waddenzee, vaarroute nabij Breezanddijk

VIER VARIANTEN PER ZICHTLOCATIE

Het weidse IJsselmeer. De mast van een schip aan de horizon. Vaart het naar je toe? Je moet goed kijken om het te zien.
Een windpark ver weg in het water. Gedraaid. Dichterbij. Het lijken kleine verschillen. Toch hebben ze wel degelijk betekenis.
Voor de openheid en de weidsheid. Voor de landschappelijke waarden. Voor de beleving. Voor de zichtbaarheid.

We helpen bij het kijken.

We hebben de vier varianten per zichtlocatie onder elkaar geplaatst. Zo is beter te zien wat de invloed van elke variant is op het landschap, op de beleving.
Vanuit elk standpunt en op elk schaalniveau ziet het windpark er weer anders uit.
Hoeveel anders? Oordeel zelf maar.

Kleinste afstand park tot zichtpunt in kilometers	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
1. Kornwerderzand, Sluisweg	5.3	5.6	6.3	5.8
2. Makkum, plein van de Holle Poarte	6.4	6.4	6.6	6.5
3. Workum, strand	7.6	7.1	8.0	7.3
4. Hindeloopen, dijk	8.1	8.0	8.6	7.8
5. Stavoren, haven	10.4	10.9	11.7	10.6
6. Medemblik, haven	23.8	24.4	24.6	24.0
7. Den Oever, Zuiderhaven	13.5	13.6	13.9	13.6
8. Afsluitdijk, monument	8.0	8.1	8.2	8.1
9. Afsluitdijk, Breezanddijk	1.3	0.95	1.2	1.1
10. Texel, haven Oude Schild	24.6	24.2	24.6	24.4
11. Waddenzee - vaargeul nabij Terschelling	24.1	24.4	24.8	24.4
12. Waddenzee, vaarroute nabij Breezanddijk	3.2	3.4	3.6	3.2



1



2



3



4

Kornwerderzand | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Sluisweg op Kornwerderzand, de kijkrichting is westelijk.
De afstand tot het windpark is 5.3 (variant 1), 5.6 (variant 2), 6.3 (variant 3 en 5.8 (variant 4) kilometer.

Makkum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het plein van de Holle Poarte in Makkum, de kijkrichting is westelijk.
De afstand tot het windpark is 6.4 (varianten 1 en 2), 6.6 (variant 3), 6.6 (variant 4) kilometer.

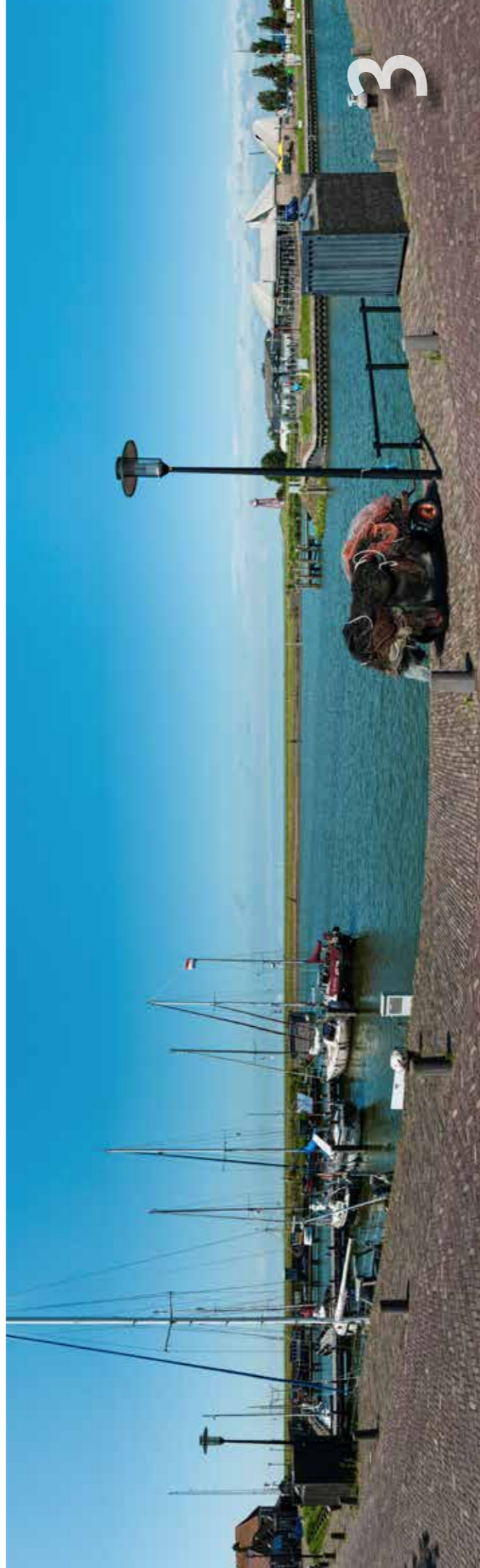




Workum | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het strand nabij Workum, de kijkrichting is noordwestelijk. De afstand tot het windpark is 7.6 (variant 1), 7.1 (variant 2), 8 (variant 3) en 7.3 (variant 4) kilometer.

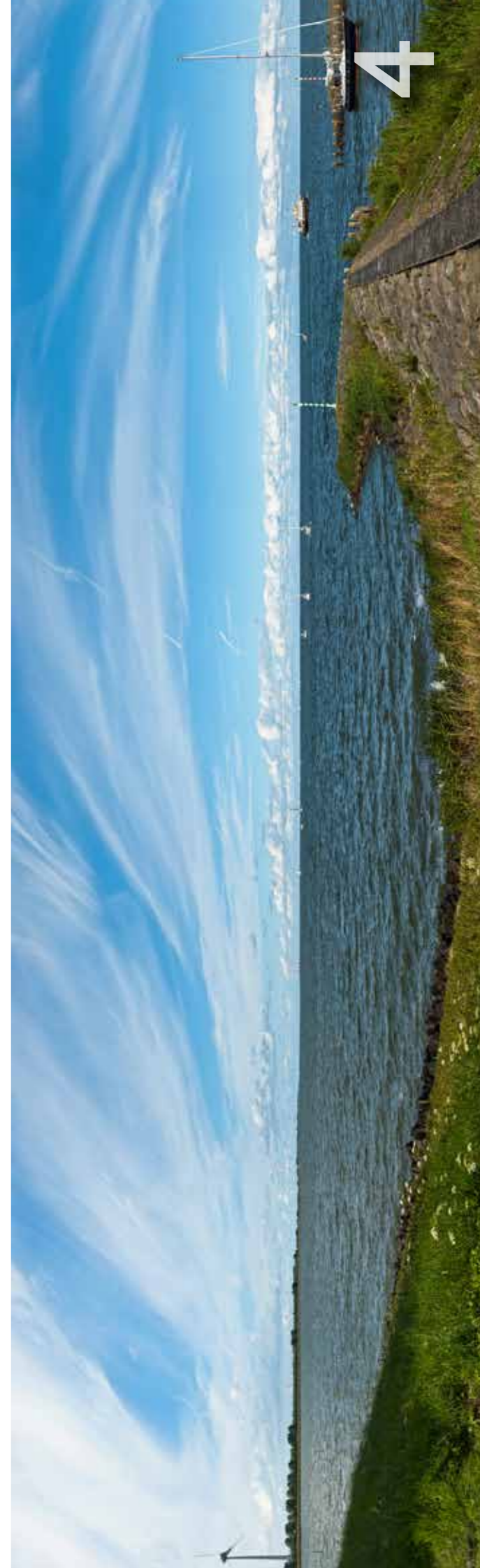
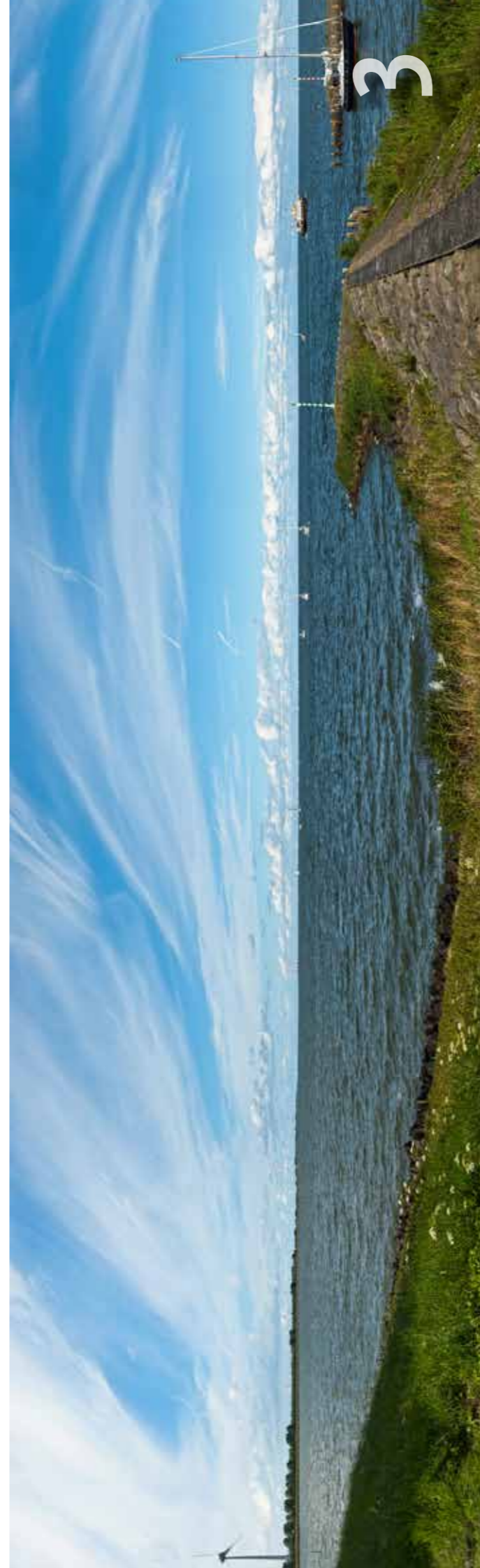
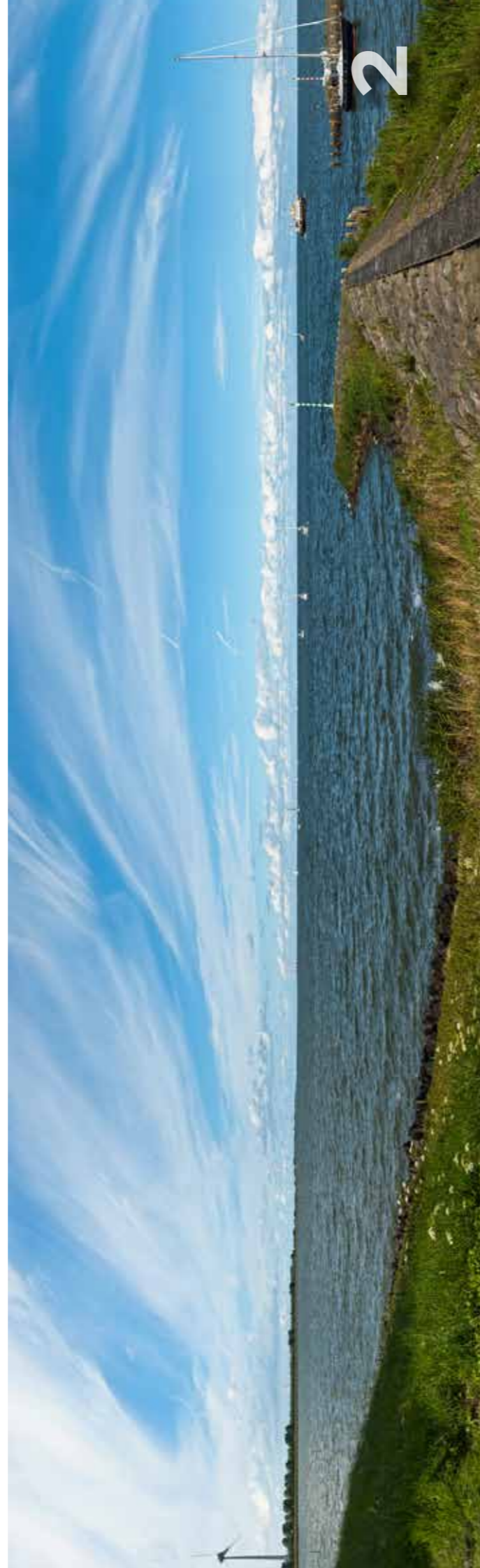
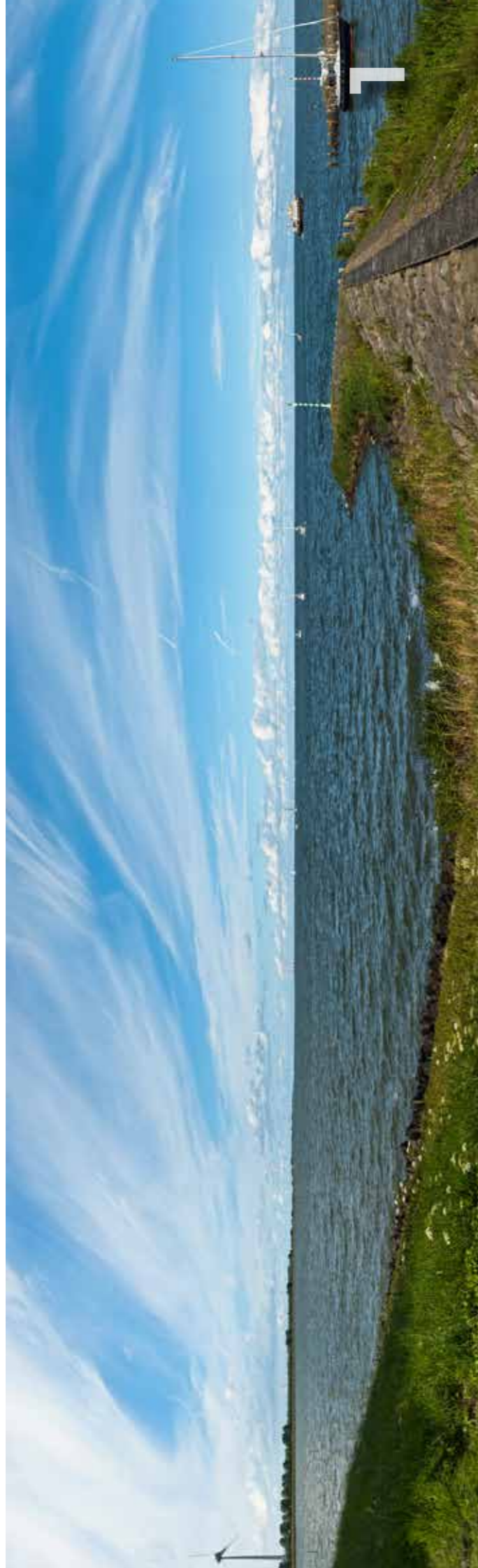
Hindeloopen | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de dijk nabij Hindeloopen, de kijkrichting is noordwestelijk.
De afstand tot het windpark is 8.1 (variant 1), 8.0 (variant 2), 8.6 (variant 3) en 7.8 (variant 4) kilometer.

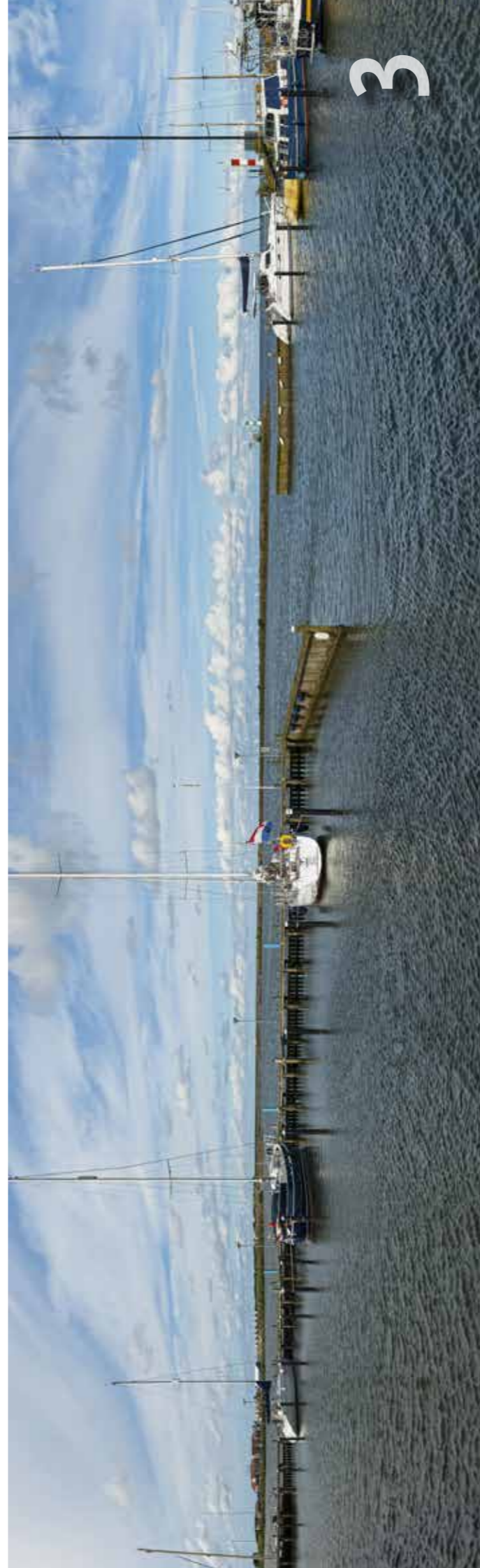
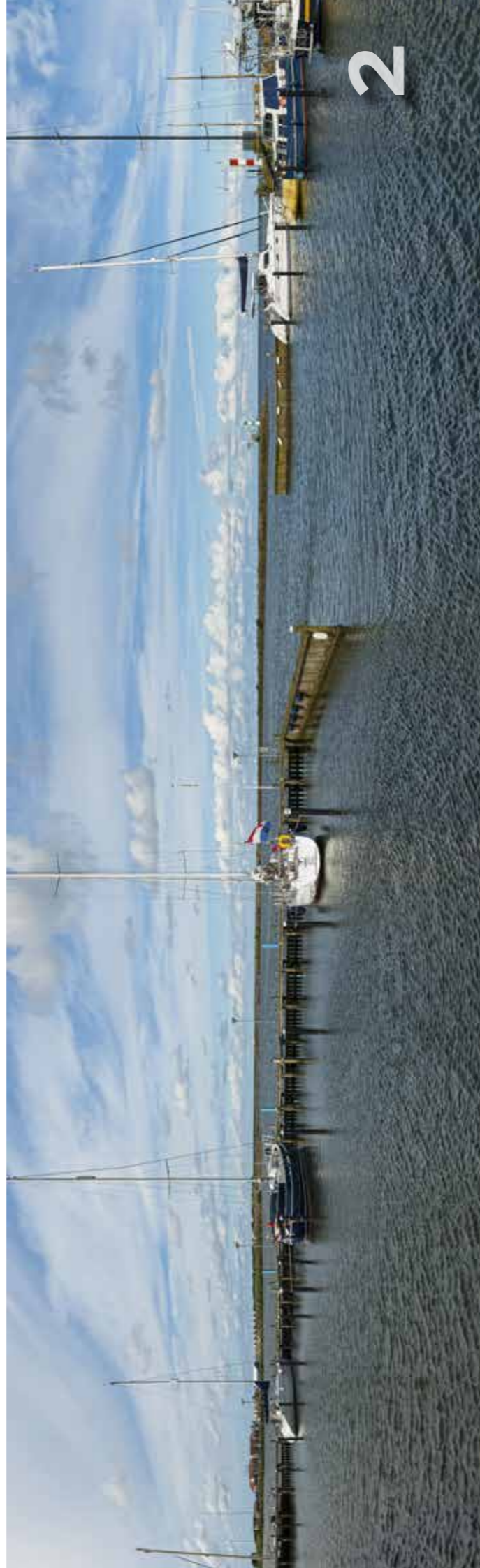
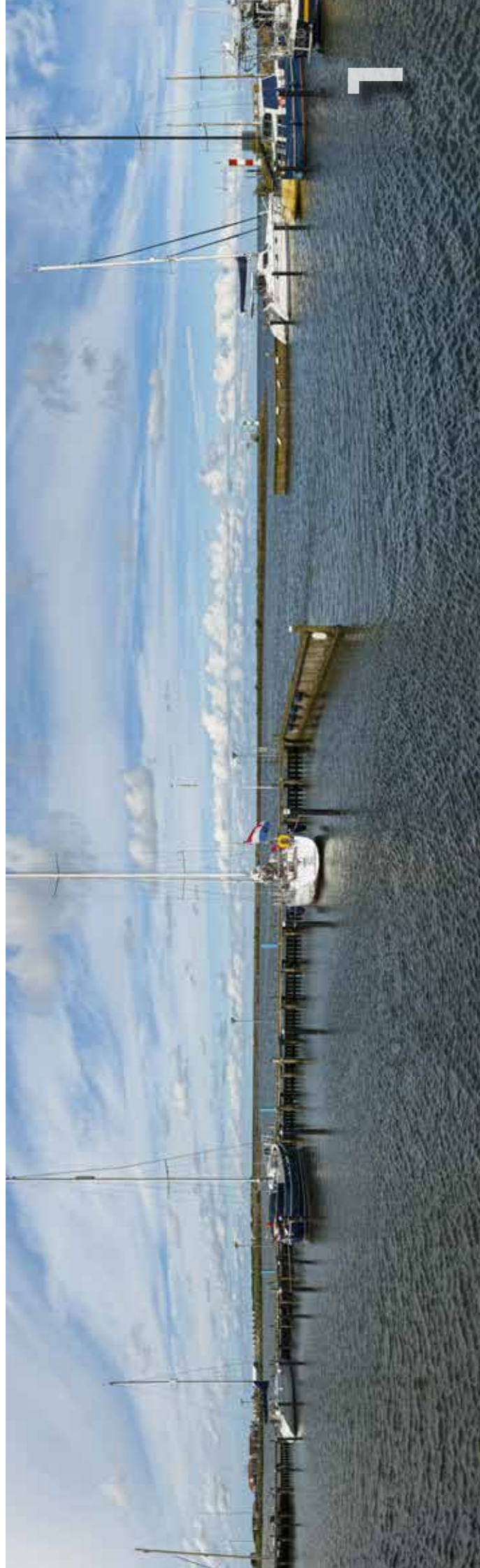




Stavoren | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de haven van Stavoren, de kijkrichting is noordelijk.
De afstand tot het windpark is 10.4 (variant 1), 10.9 (variant 2), 11.7 (variant 3) en 10.6 (variant 4) kilometer.

Medemblik | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de dijk bij de haven van Medemblik, de kijkrichting is noordoostelijk. De afstand tot het windpark is 25.1 (variant 1), 23.4 (variant 2), 24.6 (variant 3) en 23.2 (variant 4) kilometer.





Den Oever | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de zuiderhaven in Den Oever, de kijkrichting is oostelijk.
De afstand tot het windpark is 14,1 (variant 1), 13,6 (variant 2), 13,9 (variant 3) en 13,5 (variant 4) kilometer.

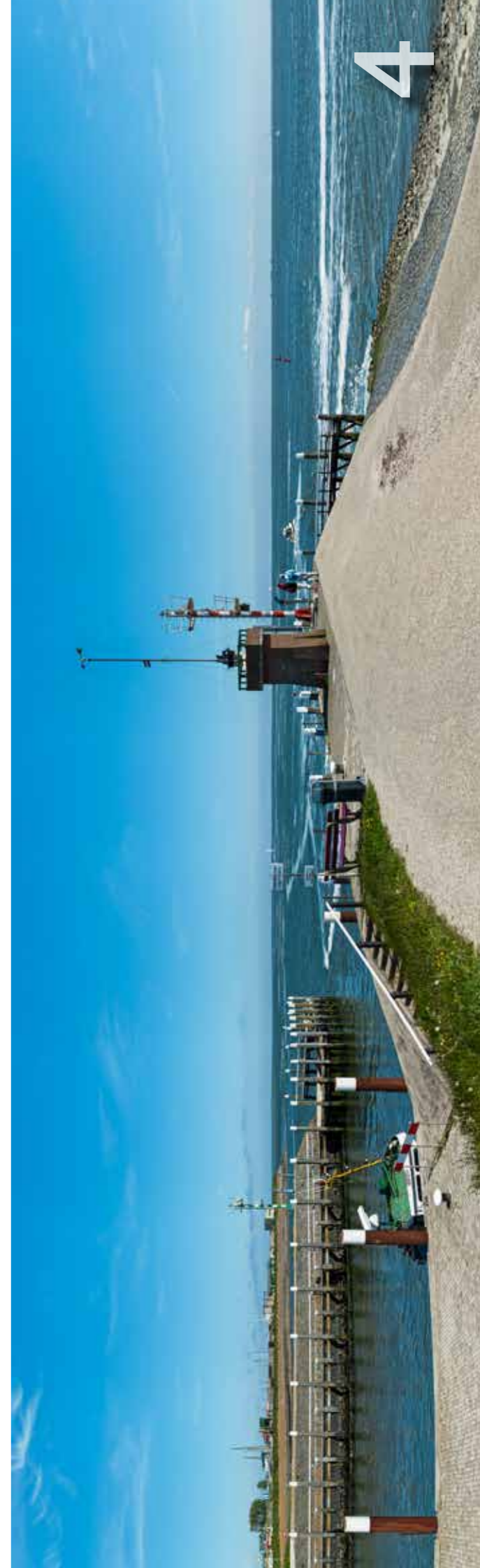
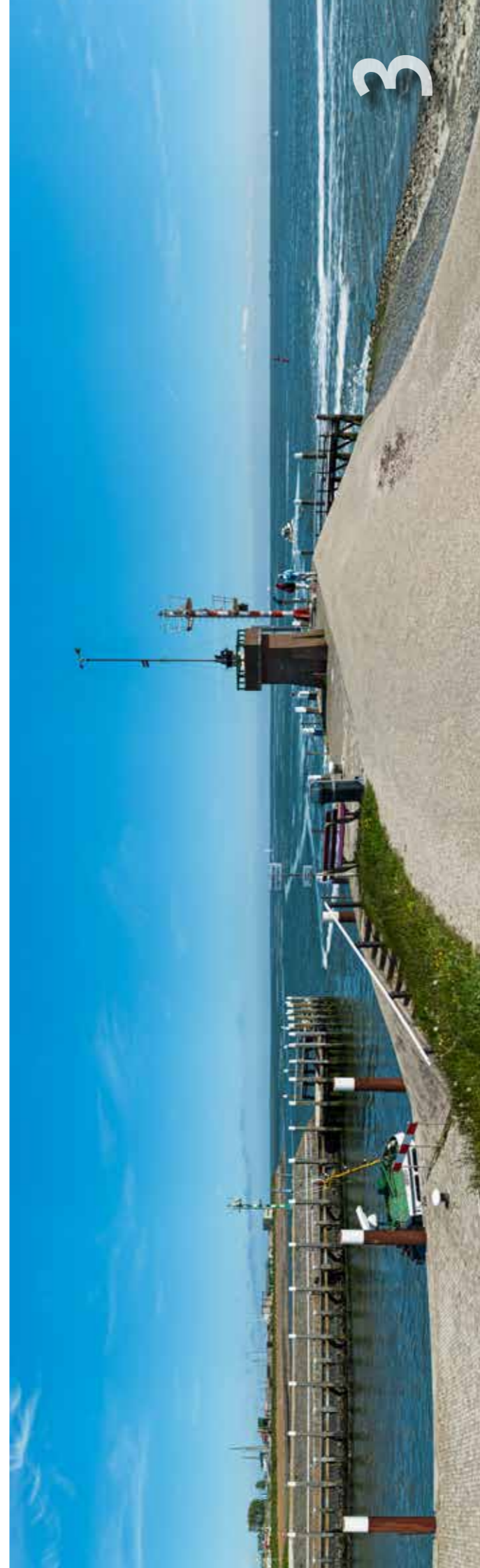
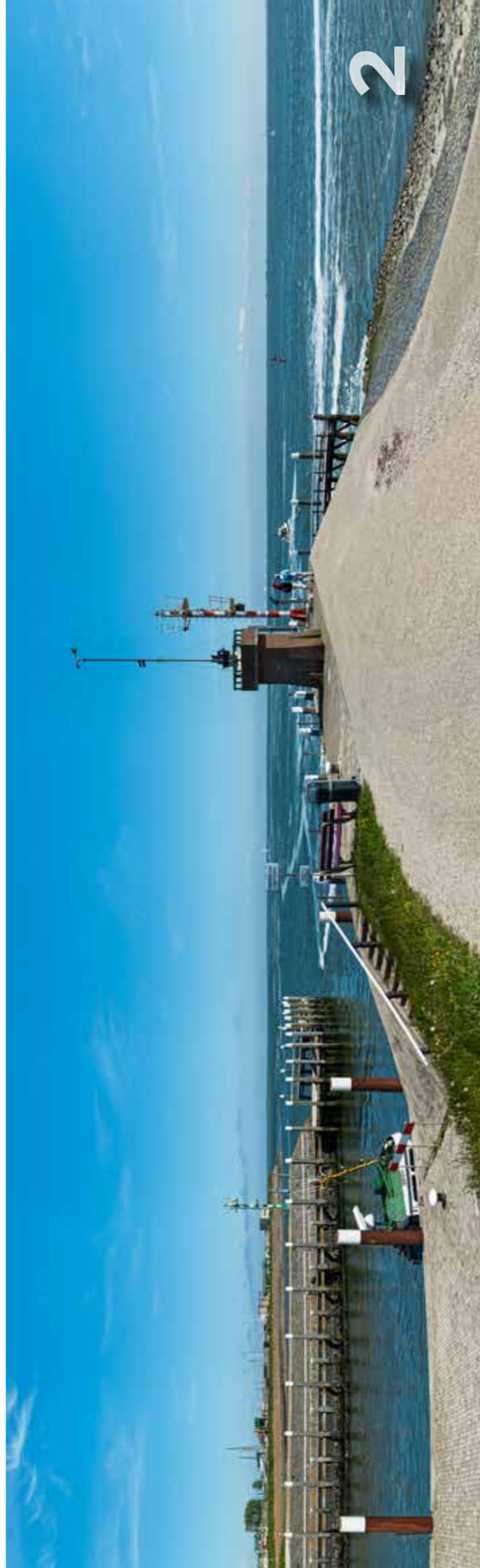
Afsluitdijk - Monument | Deze visualisatie is gemaakt vanaf het monument langs de Afsluitdijk, de kijkrichting is oostelijk.
De afstand tot het windpark is 8.0 (variant 1), 8.1 (varianten 2 en 4) en 8.2 (variant 3) kilometer.

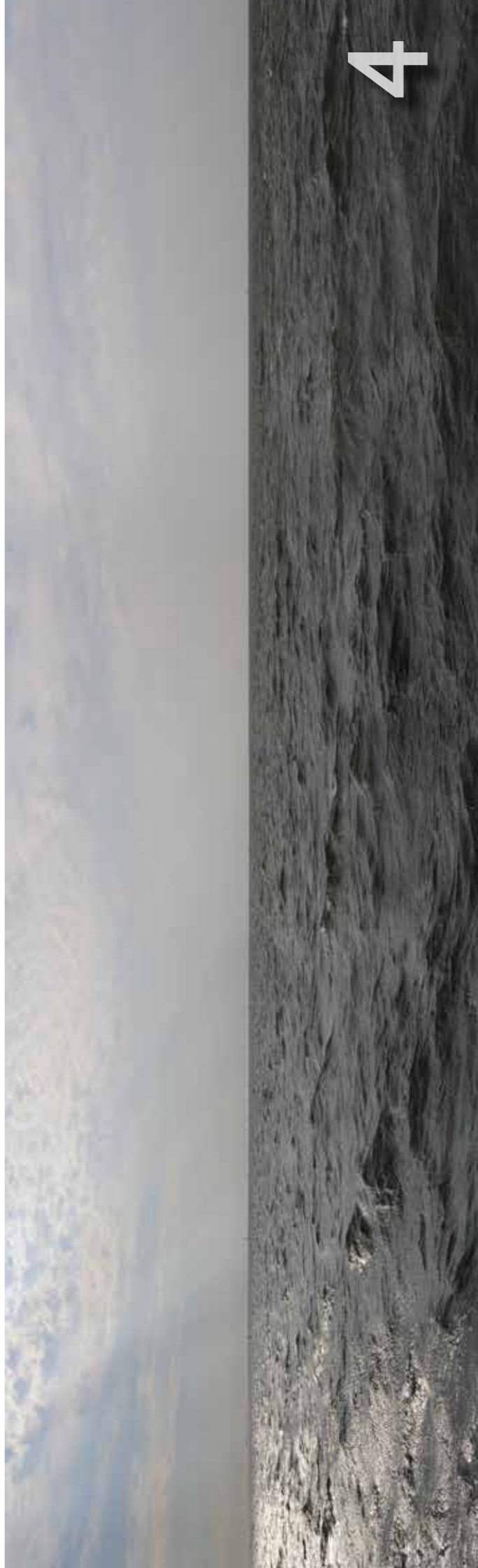
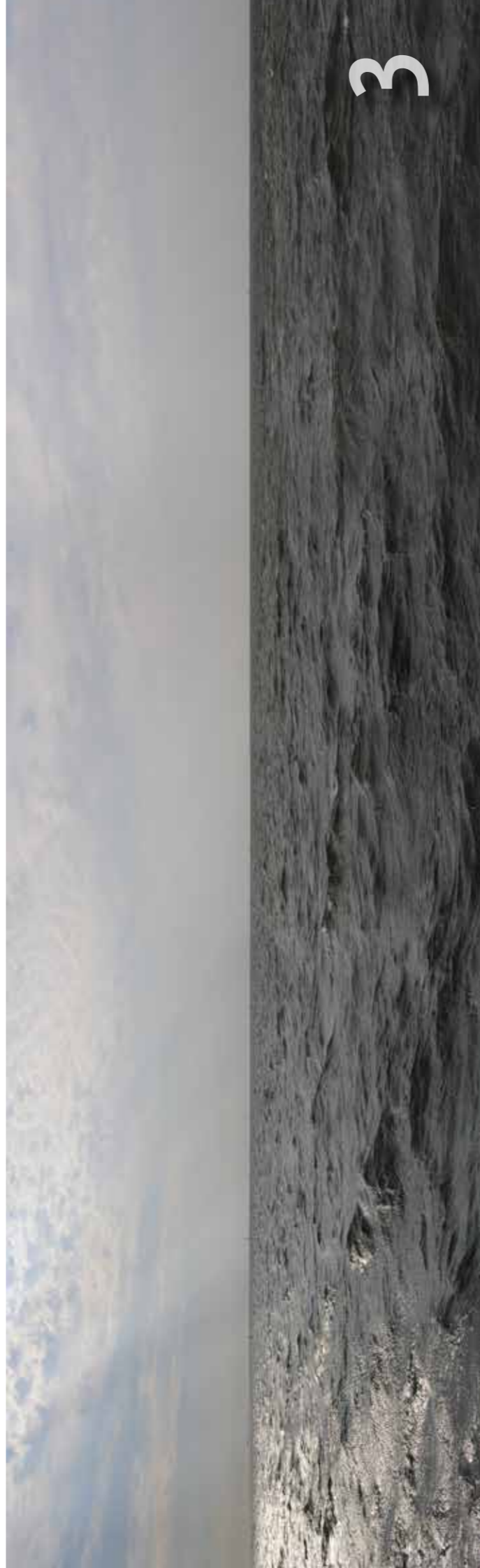
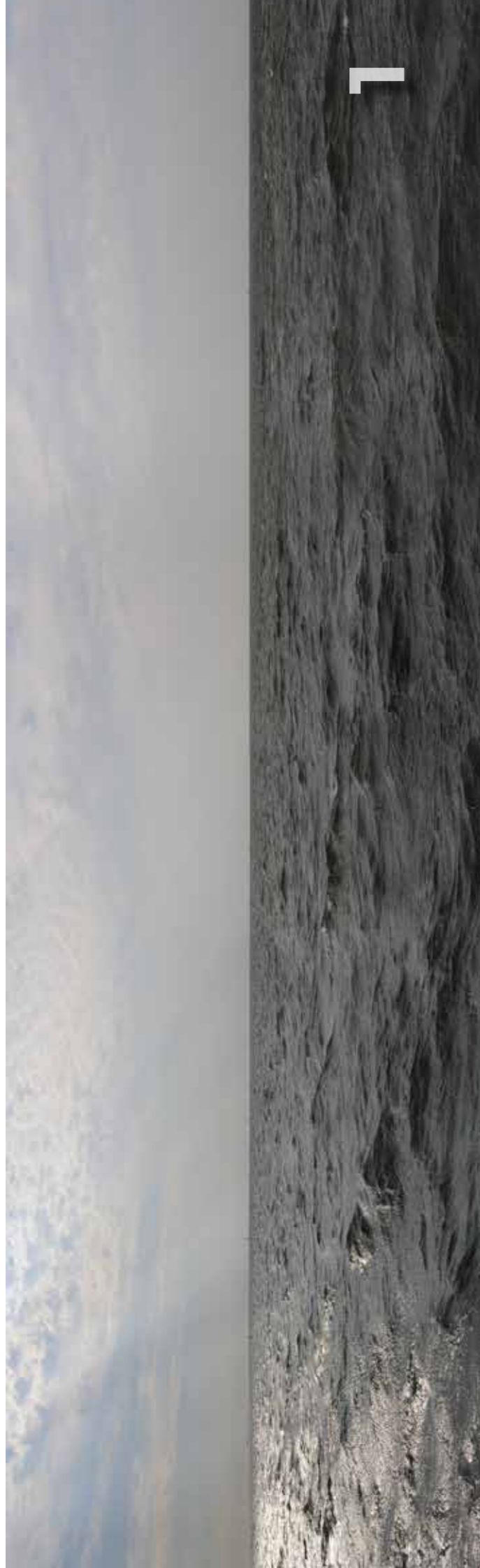




Afsluitdijk - Breezanddijk | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk, de kijkrichting is zuidoostelijk en beslaat een hoek van 180 graden. De afstand tot het windpark is 1.3 (variant 1), 0,95 (variant 2) en 1.2 (variant 3) en 1.1 (variant 4) kilometer.

Texel | Deze visualisatie is gemaakt vanaf Texel vanaf de dijk bij de haven van Oude Schild, de kijkrichting is oostelijk.
De afstand tot het windpark is 24,5 (varianten 1 en 4), 24.4 (variant 2) en 24.6 (variant 3) kilometer.

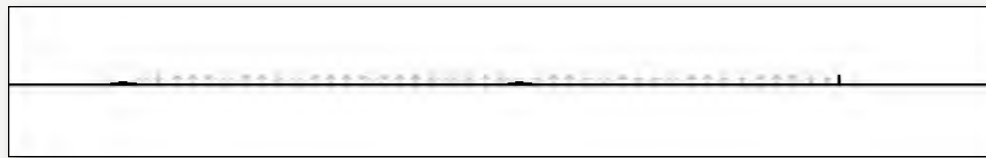
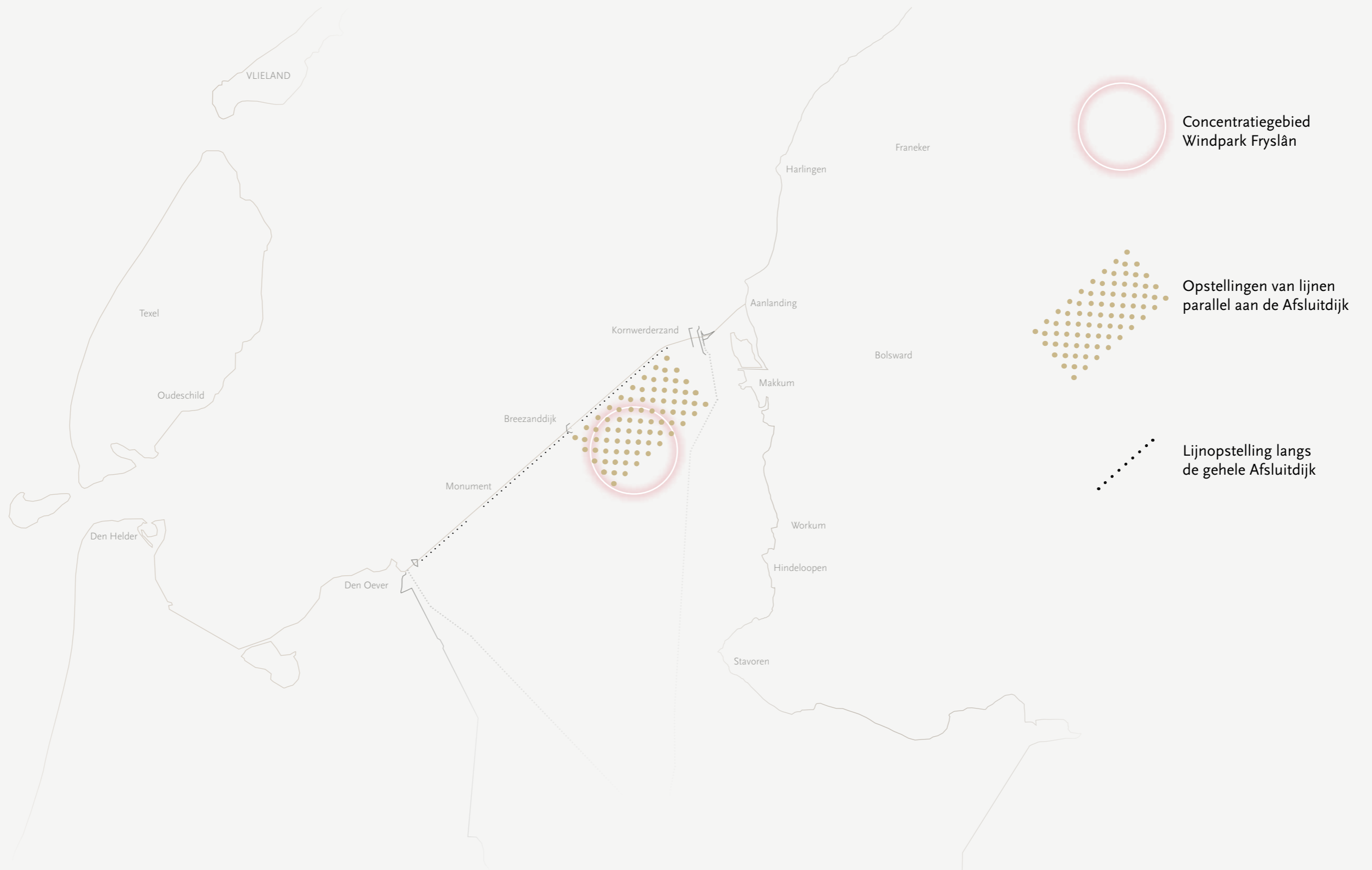




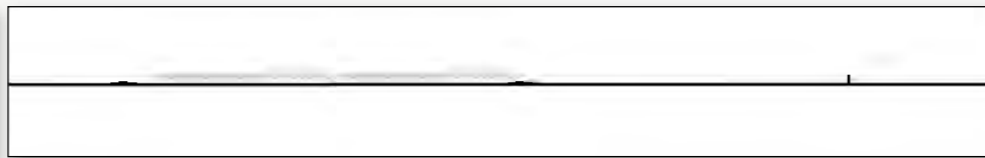
Waddenze - nabij **Terschelling** | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Waddenze in de vaargeul tussen Harlingen en Terschelling, de kijkrichting is zuidelijk. De afstand tot het windpark is 24.2 (variant 1), 24.3 (variant 2), 24.8 (variant 3) en 24.7 (variant 4) kilometer.

Waddenzee - nabij Breezanddijk | Deze visualisatie is gemaakt vanaf de Waddenzee vanaf een vaarroute nabij Breezanddijk, de kijkrichting is zuidelijk. De afstand tot het windpark is 3.0 (variant 1 en 2), 3.6 (variant 3) en 3.5 (variant 4) kilometer.

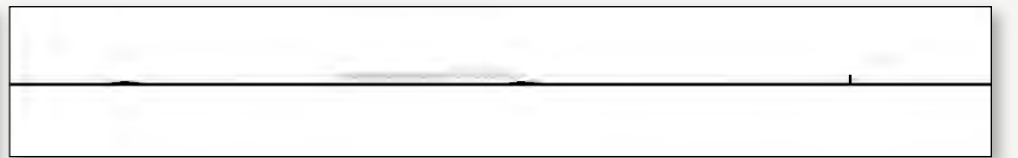




Horizonbeslag lijnopstelling langs de gehele Afsluitdijk
gezien vanuit Waddenzee



Horizonbeslag opstellingen van lijnen parallel aan de Afsluitdijk
tussen Breezanddijk en Kornwerderzand gezien vanuit Waddenzee



Horizonbeslag Windpark Fryslân gezien vanuit Waddenzee

ALTERNATIEVE OPSTELLINGEN

Windpark Fryslân in het IJsselmeer ter hoogte van Breezanddijk. Waarom juist deze plaats? Kan het elders? Een goede vraag. Die hebben wij ons ook gesteld. Wij hebben daarom veel andere locaties en varianten onderzocht. Deze hadden allemaal grote nadelen.

Opstellingen van lijnen parallel aan de Afsluitdijk

- barrière voor vogels
- verstoort open ruimtebeleving vanuit Waddenzee en IJsselmeer
- verstoort zicht op de Friese kust vanaf de Afsluitdijk
- veel dicht op recreatiegebied de Holle Poarte bij Makkum en Kornwerderzand

Opstellingen buiten de laagvliegroute van Defensie

- te dicht bij Makkum/Holle Poarte
- te dicht bij Kornwerderzand

Lijnopstelling langs de gehele Afsluitdijk

- barrière voor vogels
- aanvaringslachtoffers vogels en vleermuizen
- aantasting van de monumentale Afsluitdijk
- aantasting van de open- en weidsheid vanaf vanuit IJsselmeer en Waddenzee
- laag aantal MW windenergie waardoor grotere restopgave op land

Opstellingen verder in het IJsselmeer gelegen

- aantasting van de openheid van het IJsselmeer
- de schaal van het IJsselmeer neemt af richting het zuiden
(versmalling met name ter hoogte van Stavoren)
- intensiteit van de scheepvaart, met name op de kruising tussen de lijn Workum-Enkhuizen en Den Oever-Stavoren

Opstellingen dicht bij de dijk

- het negatieve effect op de monumentale Afsluitdijk
- versturende effecten op watervogels in zowel Natura 2000-gebied Waddenzee als IJsselmeer
- aanvaringslachtoffers trekvogels en (ruige dwerg)vleermuizen

Lange lijn / enkele lange lijnen haaks op de Afsluitdijk

- impact op de open- en weidsheid vanaf de Afsluitdijk en noord-zuid bewegingen in het IJsselmeer en vanaf de Friese kust

Zwerm turbines in plaats van cluster

- orde van het windpark is slechts vanaf bepaalde posities herkenbaar
- omvang van een zwerm is aanmerkelijk groter

Opstellingen met kleinere onderlinge tussenafstanden

- geringere energieopbrengst

STAKEHOLDERSPROCES

Windpark Fryslân: een landschappelijk doordacht plan. Met vier varianten. Uitkomst van een zorgvuldig ontwerpproces dat met veel verschillende partijen is doorlopen. Resultaat van samenwerking tussen verschillende disciplines, betrokkenheid van diverse overheden (Rijk, provincie en gemeente), overleg met veel maatschappelijke groeperingen én met betrokken

en soms ook verontruste burgers.

We hebben veel te danken aan landschappers en ecologen, uitvoerende ambtenaren en rijksdiensten, ondernemers en watersporters, vissers en beroepsvaart, omwonenden en toeristen, bestuurders en politici. We blijven ook in het verdere proces graag met hen in goed overleg.

COLOFON

Dit is een uitgave van Windpark Fryslân B.V., samengesteld door LandstraLandscape in samenwerking met Pondera Consult.

© 2013, zichtvisualisaties: Pondera Consult, Zeist.

© 2013, ontwerp, kaartmateriaal en overige visualisatie: LandstraLandscape, Easterein.

Voor meer informatie zie www.windparkfryslan.nl

Windpark Fryslân is bereikbaar via info@windparkfryslan.nl of op telefoonnummer 0527-616 167. Deze publicatie en het toegepaste beeldmateriaal zijn samengesteld met de grootst mogelijke zorg.

Deze publicatie is opgesteld voor informatieve doeleinden en er kunnen geen rechten aan deze publicatie worden ontleend.

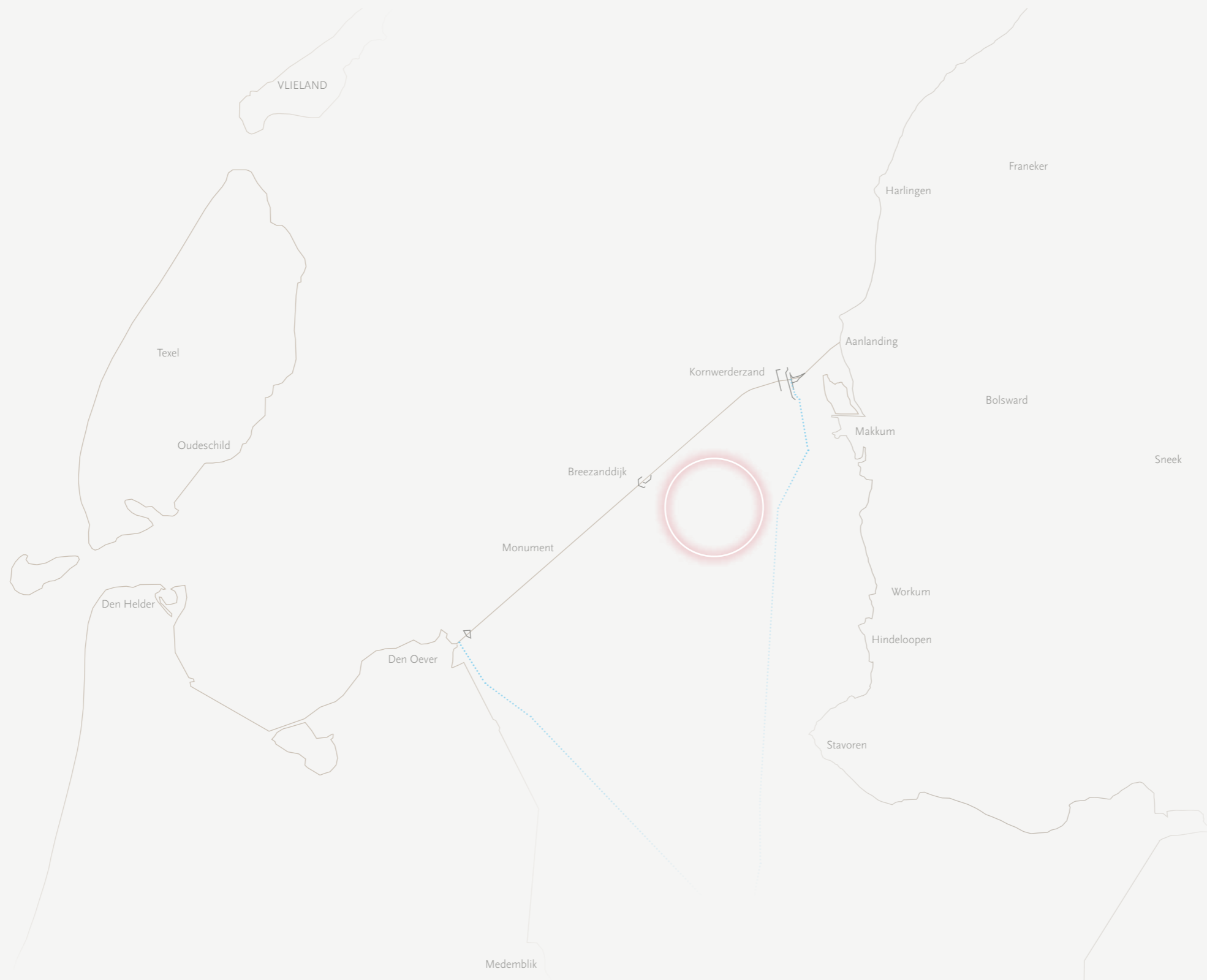
Deze publicatie mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden onder vermelding van *Windpark Fryslân, Ode aan de Dijk* (2013). LandstraLandscape en Pondera Consult i.o.v. Windpark Fryslân B.V.



FOTOVISUALISATIES: BEELDEN UIT DE TOEKOMST

Hoe gaat het er straks uit zien? Dat maak je niet duidelijk met een simpel plaatje of een geromantiseerde *artist impression*. Daarvoor zijn beelden nodig die nu al laten zien wat men straks ziet. Beelden die de beleving geven van een nog gefantaseerde werkelijkheid.

We hebben op verschillende en belangrijke punten foto's gemaakt van de huidige situatie. Door middel van speciale software hebben we het geplande Windpark Fryslân in deze foto's verwerkt. Heel precies. Met de juiste schaal, de precieze maatvoering en goede belichting. Deze beelden geven de meest betrouwbare indruk van de beoogde werkelijkheid. U ziet in dit boek vandaag al - op ooghoogte - wat in de nabije toekomst ook gezien kan gaan worden.



BIJLAGE D-5 ONTWERP NATUURVOORZIENING



MEMO

Onderwerp:

Verkenning Werk-/Natuureiland Windpark Fryslan

Zwolle,
7 juli 2015

Projectnummer:
C01021.200841.

Van:
dr. J. Cleveringa

Opgesteld door:
dr. J. Cleveringa

DIVISIE WATER & MILIEU

Afdeling:
Divisie Water & Milieu Zwolle

Ons kenmerk:
:

Aan:
Windpark Fryslan
t.a.v. Martijn ten Klooster

Kopieën aan:
Hans Pohlman, Martijn Oosterheert

1. Inleiding, doelstelling en leeswijzer

Windpark Fryslan ontwikkelt een windpark in het IJsselmeer nabij de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk. Onderdeel van het windpark is een tijdelijk werkeiland ten behoeve van de bouw van het windpark. De initiatiefnemer heeft aangegeven voor het werkeiland uit te willen gaan van een natuurinclusief ontwerp voor de fase na de bouw van het windpark (het werkeiland wordt dan een natuureiland), zodat potentiële negatieve effecten van de windturbines worden gemitigeerd en een positieve impuls wordt gegeven aan de ecologische waarden van het IJsselmeer. Op grond van de ecologische effectbeoordeling door Bureau Waardenburg komt naar voren dat de effecten van het windpark op vogels zich beperken tot additionele sterfte en aantasting van de kwaliteit van leefgebied door verstoring. Met het natuureiland wordt een bijdrage geleverd aan het mitigeren van de potentiële aantasting van de kwaliteit van leefgebied (verstoring). Uit de ecologische effectbeoordeling geldt voor de volgende soorten in potentie verstoring optreedt: grote zaagbek, brilduiker, fuut, grauwe gans, dwergmeeuw, kleine mantelmeeuw, topper, zwarte stern, visdief, aalscholver, kuifeend, smient, wilde eend, tafeleend, bergeend, krakeend, middelste zaagbek, eider, nonnetje en meerkoet. Voor het ontwerp van het werkeiland is de insteek in deze mitigatieopgave te voorzien.

De doelstelling van het voorliggende memo is om schetsontwerpen te presenteren voor het Werk-/Natuureiland.

In het voorliggende memo worden de ecologische vereisten en wensen (hoofdstuk 2), en de fysische randvoorwaarden (hoofdstuk 3) voor het werkeiland/natuureiland besproken en vertaald in schetsontwerpen (hoofdstuk 4). Ook wordt inzichtelijk gemaakt hoe het Werk-/Natuureiland kan bijdragen aan de realisatie van de Vismigratierivier, waarbij de functies worden geïntegreerd (hoofdstuk 5). In hoofdstuk 6 wordt een aantal kanttekeningen bij het ontwerp besproken. In hoofdstuk 7 wordt in gegaan op de mogelijkheid om het Werk-/Natuureiland robuust uit te voeren om zo rekening te houden met een eventueel flexibele zomerpeil. In het laatste hoofdstuk (8) wordt

ARCADIS

getoond hoe het Werk-/Natuureiland onderdeel kan vormen van een lokaal initiatief, de Makkumer lagune.

2. Ecologische vereisten en wensen

Het eiland moet in ieder geval ten goede komen aan het foerageren door de zwarte stern, dwergmeeuw, grote zaagbek en fuut. Dit gebeurt door de foerageer- en rustmogelijkheden te vergroten door een luwtegebied te creëren met een beperkte waterdiepte. In het gebied met de beperkte waterdiepte zullen de condities voor de vestiging van waterplanten verbeteren en ontstaat een aantrekkelijk habitat voor vis. Uitgegaan wordt van een vereiste oppervlakte van 20-25 ha ondiep water met een gemiddelde waterdiepte van ca. 2 meter.

Daarnaast is gewenst dat het eiland een rustfunctie kan vervullen voor verschillende vogelsoorten. In de praktijk moet een deel van het eiland voldoende hoog zijn ten opzichte van het waterpeil van het IJsselmeer, dat hoog opgaande begroeiing (struiken, bomen, riet) beperkt of niet aanwezig zijn en dat het niet direct toegankelijk is vanaf de Afsluitdijk zodat verstoring beperkt blijft. Ook de toegang vanaf een eventuele aanlegfaciliteit dient beperkt te blijven, om verstoring tegen te gaan. Uitgegaan wordt van een gewenst oppervlakte van 2 ha rustgebied. De functie als rustgebied biedt ook de aanvullende kans om het rustgebied ook bruikbaar te laten zijn als broedgebied zoals visdieven. Hiervoor is als stelregel gehanteerd dat het rustgebied in de broedperiode (½ april – ½ augustus) maximaal een keer per vier á vijf jaar overstroomt¹.

3. Fysische randvoorwaarden en vereisten

De fysische randvoorwaarden die bepalend zijn voor de werking (en daarmee het ontwerp) van het Natuureiland zijn de variaties in de waterstand op deze locatie in het IJsselmeer en de overheersende windrichting.

Overheersende windrichting

In figuur 1 is een windroos weergegeven voor de locatie Kornwerderzand. De overheersende windrichting, in termen van voorkomen en sterkte is het zuidwesten. Andere veelvoorkomende windrichtingen zijn het westen, westzuidwest en zuid. Een eiland met een oriëntatie loodrecht op de overheersende windrichting zal het effectief zijn als luwtmaatregel: met die noordwest-zuidoost oriëntatie wordt per strekkende meter eiland het meeste oppervlak aan luwte gecreëerd. Deze oriëntatie is ook het meest aantrekkelijk bij de aanleg van een eiland met een vooroever en strand van zand. Bij deze oriëntatie vindt er weinig herverdeling van zand langs het strand plaats en wordt snel een evenwichtsligging bereikt.

Variaties in de waterstand

Op het IJsselmeer veroorzaken drie elementen variaties in de waterstand:

- Peilbeheer: streefpeil winter NAP -40 cm; streefpeil zomer NAP – 20 cm per seizoen²;

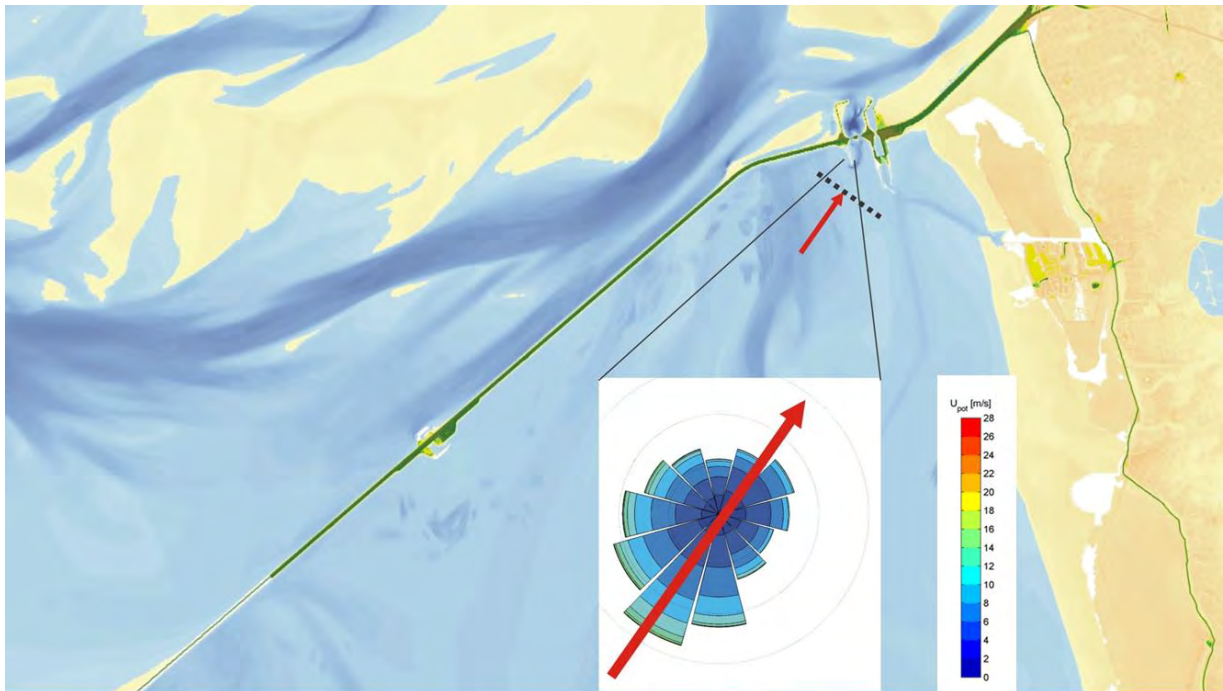
¹ Visdieven zijn bij uitstek pioniersoorten, die broeden op kale stukken met veel dynamiek. Hun hele broedbiologie is daarop afgestemd. Dat wil zeggen dat de populatie het heel goed kan hebben als eens per zoveel jaar het gehele broedsel wegspoelt.

² De komende jaren zal als uitvloeisel van het Deen nieuw peilbesluit worden genomen, waarin het zomerpeil meer flexibel wordt ingericht en er sprake zal zijn van een tijdelijk hoger opzet in maart en geleidelijke verlaging in augustus.

ARCADIS

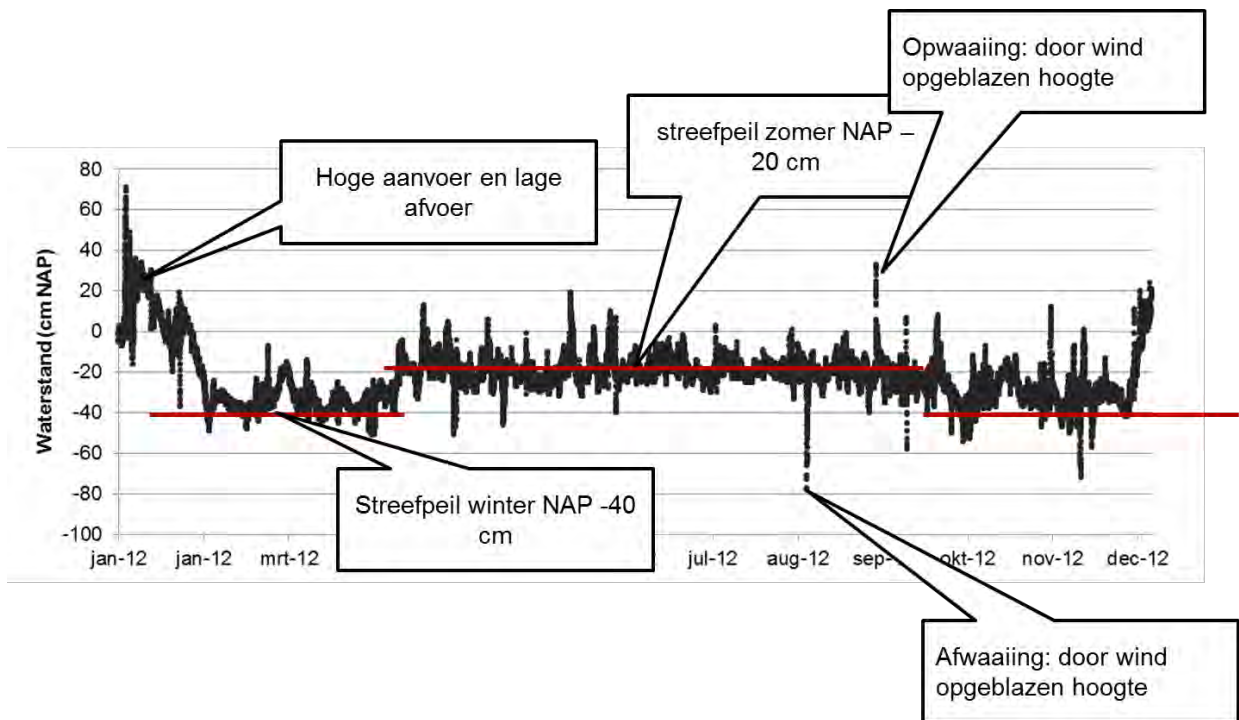
- Peilfluctuaties: bij hoge aanvoer (IJssel e.a.) en lage afvoer (hoge waterstanden Waddenzee beperkt spuien) tijdelijk hogere waterstanden;
- Opwaaiing: door wind opgeblazen hoogte.

In figuur 2 is voor het jaar 2012 getoond welke fluctuaties kunnen optreden. Hierbij staan ook verklaringen voor de gemiddelden en de pieken en dalen Per jaar verschillen de patronen, omdat deze afhankelijk zijn van het weer in het betreffende jaar.

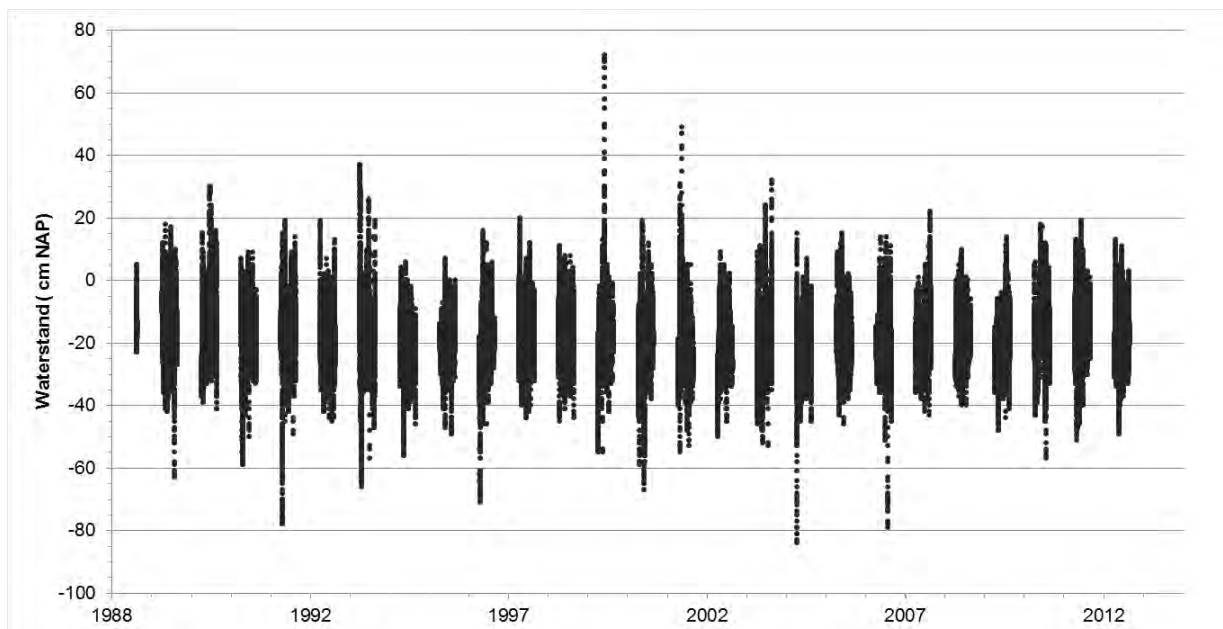


Figuur 1. Windroos voor de locatie Kornwerderzand.

Voor de inrichting van de eiland als rustgebied is het belangrijk dat het maximaal enkele keren per jaar overstroomt. In figuur 3 zijn alle gemeten waterstanden (van het begin van de meetreeks in 1988 tot de meest recent beschikbare gegevens van eind 2013) in de broedperiode aangegeven. In de figuur is zichtbaar het niveau van NAP + 20 cm in de broedperiode 6 keer wordt overschreden in de periode van 25 jaar. Het niveau van NAP +20 cm voldoet daarmee aan de ecologische vereisten. In de toekomst, zal na het invoeren van het nieuwe peilbesluit de frequentie van overstromen in de verschillende periodes van het jaar enigszins zal toenemen. Omdat het peilbesluit ook een meer flexibele benadering van het peil omvat, waarmee beter kan worden ingespeeld op periode van droogte en lage rivierafvoeren is de frequentie waarmee dit zal optreden nog niet bekend. Bij de detaillering van het ontwerp zal worden gekeken of een extra hoogte van 1 decimeter wenselijk is om de beoogde overstromingsfrequentie te bereiken.



Figuur 2. Gemeten waterstanden in 2012 voor de locatie Kornwerderzand- binnen.



Figuur 3. Gemeten waterstanden in broedperiode (1/2 april – 1/2 augustus) in de jaren van 1988-2013 voor de locatie Kornwerderzand- binnen.

Involed op stroming

De (beperkte) stroming in het IJsselmeergebied vindt plaats onder invloed van de wind en door de aanvoer (met name IJssel) en afvoer bij de twee spuicomplexen. De stroming bij het spuien kan lokaal

ARCADIS

hogere snelheden bereiken (hoewel geen Waddenzee-getijdesnelheden worden bereikt). De stroming door de wind is het gevolg van het optreden van het verhang. Onder normale omstandigheden vindt er geen tot weinig stroming door de wind plaats in het IJsselmeergebied, maar bij een storm kan dat groter worden (maar ook hiervoor geldt dat de bereikte stroomsnelheden in absolute zin met dm's/s nog steeds niet groot zijn). Dat de stroming en het effect ervan stroming in het IJsselmeergebied beperkt is in termen van sedimenttransporten en erosie en sedimentatie blijkt uit de bodem, die sinds de aanleg van de Afsluitdijk slecht beperkt verandert is. Er heeft een beetje aftopping van de hoge delen plaatsgevonden en gedeeltelijke opvulling van de lage delen, maar het oude patroon van geulen en ondieptes is nog prominent aanwezig.

Relevante stroming/toename van de stroomsnelheid met lokaal erosie of sedimentatie tot gevolg wordt niet verwacht door de aanleg van het werkeiland/natuureiland, indien voldoende afstand (tenminste 100 meter) wordt aangehouden tussen Afsluitdijk en het eiland. Effecten op de Afsluitdijk worden dan ook niet verwacht.

Samenvatting eisen en specificaties

Het gewenste oppervlakte van het rust en/of broedgebied met een hoogte van NAP +20 cm is 2 ha. Het ondiep water zal een oppervlakte van tenminste 20-25 ha moeten hebben met een gemiddelde waterdiepte van ca. 2 meter (1-3 m).

De voorkeursoriëntatie voor het creëren van luwte is noordwest-zuidoost.

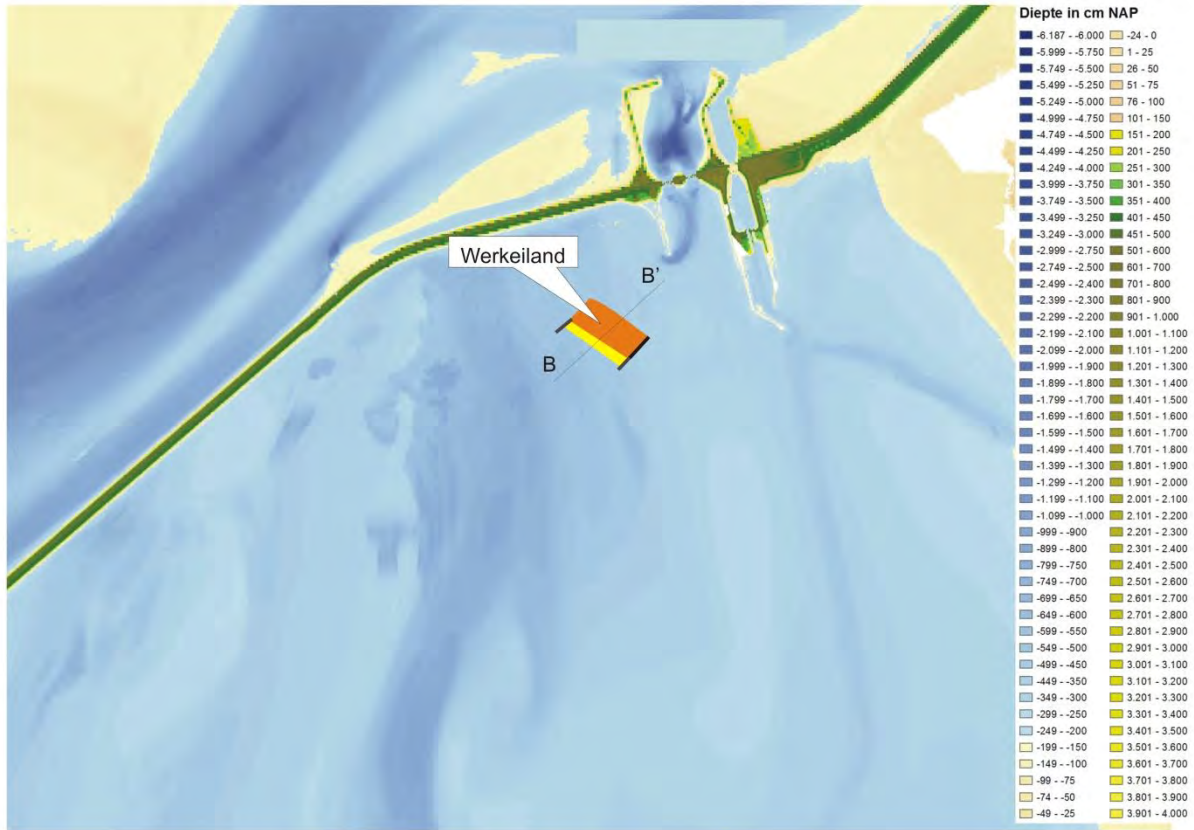
4. Schetsontwerp: Werkeiland (fase 1) en Natuureiland (fase 2)

Het ontwerp bestaat uit Fase 1, waarin het eiland is ingericht als werkeiland en Fase 2, waarin het werkeiland is omgebouwd tot Natuureiland. De gekozen locatie en de inrichting zijn gericht op integratie met de Vismigratierivier (VMR), maar het is zondermeer mogelijk om het Werk/Natuureiland op een andere locatie te realiseren of los van de Vismigratierivier.

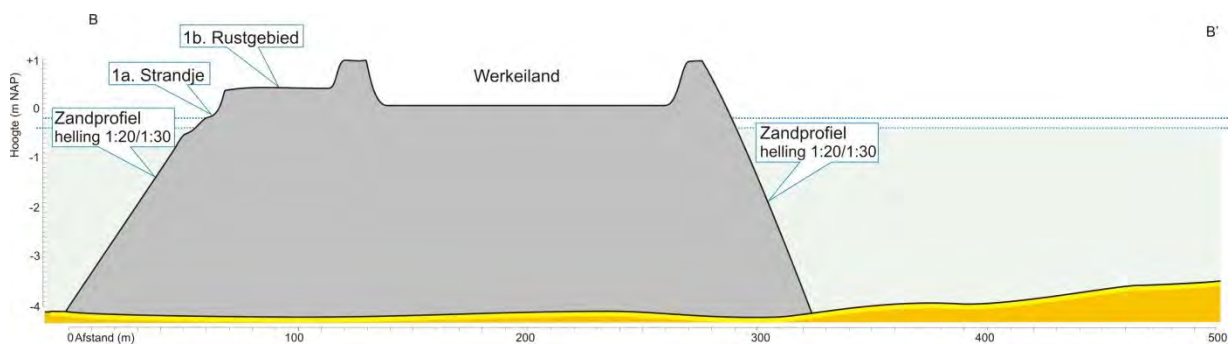
Werkeiland (fase 1)

In de figuren 4 en 5 zijn schetsontwerpen in respectievelijk boven- en zijaanzicht gepresenteerd. In de eerste fase omvat het Werkeiland:

- Het werkgebied zelf, met een oppervlakte van maximaal 9 ha. Het werkeiland zelf, is zo aangelegd dat het niet overstroomt tijdens periode met hogere waterstanden met kades tot op een niveau van NAP +1 m (of door het hele werkgebied op hoogte te brengen). De definitieve omvang kan kleiner zijn afhankelijk van de werkzaamheden die hier worden gepland door de aannemer.
- Aan de zuidwestzijde een klein strandje/ een zandige onderwateroever, dat met een relatief flauw talud afloopt naar de bodem van het IJsselmeer. Het strandje wordt aangelegd tussen stenen dammen (a en b in figuren 4 en 5). Deze dammen dienen als 'ophangpunten' waartussen een stabiele strandboog kan worden aangelegd.
- Aan de noordwest- en noordoostzijde zandige onderwateroevers, die met een relatief flauw talud afloopt naar de bodem van het IJsselmeer.
- De zuidoostzijde bestaat uit een kade, voor het afmeren van schepen en de aan- en afvoer van materiaal voor de assemblage van onderdelen van de windmolens.



Figuur 4. Bovenaanzicht van het werkeiland (fase 1) op de locatie ter voorbereiding van het geïntegreerde luwtegebied en de VMR.



Figuur 5. Dwarsdoorsnede B-B' (locatie in figuren 4 en 5) Fase 1 van het geïntegreerde ontwerp van het geïntegreerde luwtegebied en de VMR.

Natuureiland (fase 2)

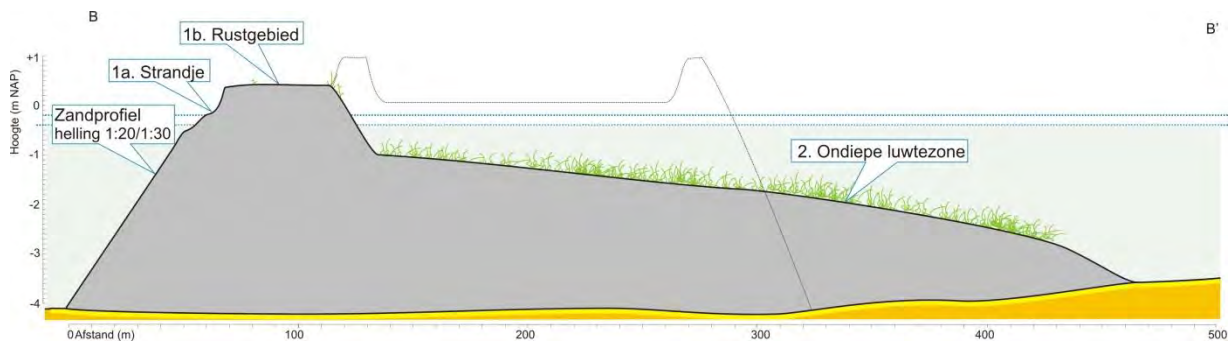
Het natuureiland is in de figuren 6 en 7 in schetsontwerpen van boven- en zijaanzicht gepresenteerd. In de tweede fase omvat het Natuureiland:

- Het rust- en broedgebied aan de zuidwestzijde, met een klein strandje en onder water een zandige vooroever. Dit komt geheel overeen met de situatie in het werkeiland.
- De ondiepe luwtezone aan de oostzijde van het rust en broedgebied, met een naar het oosten toe aflopende waterdiepte van gemiddeld 2 m.
- Het is een optie de zuidoostzijde te laten blijven bestaan uit de kade, zoals die al bij het werkeiland aanwezig was.

De werkzaamheden voor de transitie van Werkeiland naar natuureiland bestaan uit het verplaatsen van het zand van het werkgebied naar de ondiepe luwtezone en eventueel het aanvoeren van additioneel materiaal voor het realiseren van de gewenste oppervlakte aan ondiepte.



Figuur 6. Bovenaanzicht van het natuureiland (fase 2) op de locatie ter voorbereiding van het geïntegreerde luwtegebied en de VMR.



Figuur 7. Dwarsdoorsnede B-B' (locatie in figuren 4 en 5) Fase 2 van het geïntegreerde ontwerp van het geïntegreerde luwtegebied en de VMR.

5. Schetsontwerp: Integratie met Vismigratierivier (VMR)

De locatie die in het ontwerp voor het Werk-/Natuureiland is gekozen (figuren 4 en 6) voorziet in een integratie met de Vismigratierivier. In deze paragraaf is een voorbeeld beschreven hoe integratie kan plaatsvinden. In de figuren 8 (bovenaanzicht) en 9 (zijaanzicht). Het Werkeiland (of het Natuureiland als de realisering van de VMR langer duurt dan de aanleg van het windpark) levert onderdelen van de VMR, namelijk:

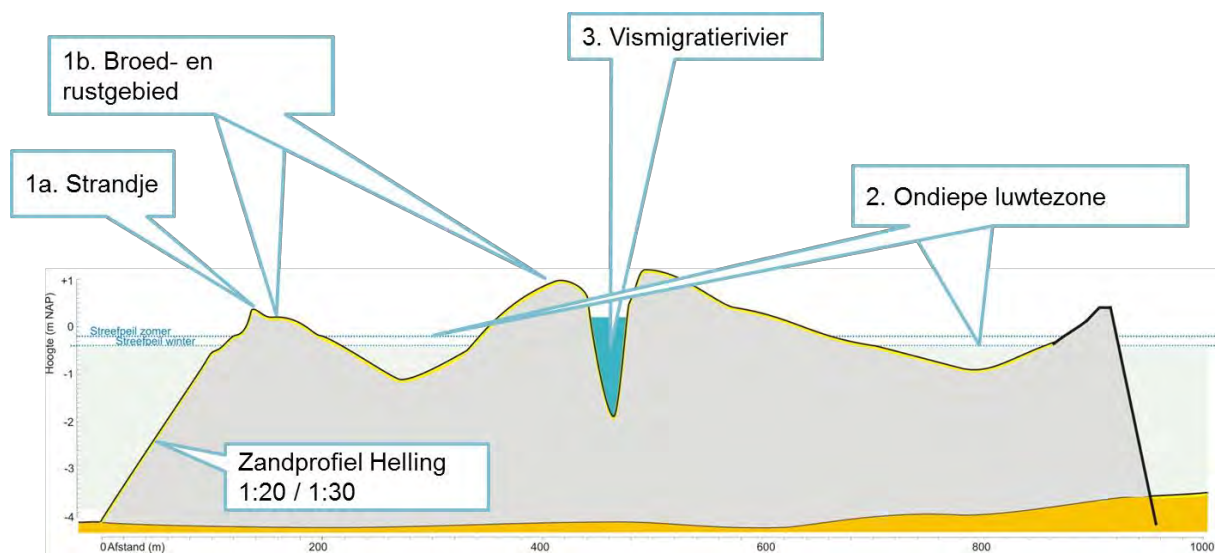
- De zachte vooroever en het strand aan de zuidwestzijde met de twee van de opsluitdammen.
- De kade aan de zuidoostzijde van het werkeiland fungeert als (onderdeel van de harde) bescherming van de VMR.
- Het zand in het eiland vormt een deel van het zand dat nodig is voor de aanleg van de VMR.

In de geschetste variant is sprake van complete integratie van de functies van het Natuureiland met de functies van de VMR. De ondiepe luwtezones bevinden zich verspreid rond de geul van de VMR.

Andere varianten, met een duidelijk scheiding van de functies van de VMR en het Natuureiland zijn denkbaar, bijvoorbeeld door de ondiepe luwtezone aan de westzijde van de VMR te concentreren. De mogelijkheden hiervoor zullen duidelijk worden naarmate de detaillering van het ontwerp van de VMR vordert.



Figuur 8. Bovenaanzicht van de VMR en het geïntegreerde luwtegebied.



Figuur 9. Dwarsdoorsnede A-A' (locatie in figuur 8) van de VMR en het geïntegreerde luwtegebied.

Overigens zijn de realisering en functioneren van het Natuureiland losgekoppeld van de realisering van de VMR. Mocht onverhoopt de VMR niet worden gerealiseerd, dan kan het Natuureiland als zodanig functioneren specifiek voor de doelen die vanuit de gewenste mitigatie voor de effecten van het windpark zijn gesteld.

6. Kanttekeningen bij het schetsontwerp

Bij de getoonde schetsontwerpen (in de figuren 4 tot en met 7) passen enkele kanttekeningen:

- Sedimentatie en erosie zachte vooroever van het werkeiland;
- Locatie kade;
- Andere locaties voor het eiland;
- Landschappelijke inpassing.

Sedimentatie en erosie zachte vooroever van het werkeiland

In het ontwerp is voorzien in een oever van zand aan de noordwest en noordoostzijde (daar waar geen kade is bedacht). Een oever van zand is blootgesteld aan de golven en zal onder invloed van het zandtransport langs en dwars op de kust van vorm veranderen. Voor het functioneren van het Werkeiland worden beperkte veranderingen door het zandtransport niet als een probleem gezien, omdat naar verwachting sprake zal zijn van zandtransport van beperkte omvang (dit zijn niet de zijden die aan de zwaarste golfaanval worden blootgesteld) en anderzijds omdat de levensduur van het Werkeiland beperkt is. Voor een definitief ontwerp wordt aangeraden om de omvang van de zandtransporten te berekenen en voldoende buffer op te nemen in het ontwerp.

Locatie kade

In het getoonde ontwerp is de kade aan de zuidoostzijde geplaatst, zodat deze in de toekomst een onderdeel kan vormen van de VMR. De keuze voor de locatie van de kade is grotendeels vrij, alleen een locatie aan de zuidwestzijde (waar de zwaarste golfaanval plaatsvindt) wordt afgeraden. Wel moet worden nagedacht over de route die de schepen nemen (ondiepte vermijden) en de positie van een eventueel gewenste kade in het toekomstige Natuureiland.

Andere locaties voor het eiland

Het getoonde ontwerp kan zonder aanpassingen naar een andere locatie worden geschoven. Belangrijke aandachtspunten zijn dan het behoud van de oriëntatie van het strand en de zandige vooroever, de waterdiepte ter plaatse en de afstand tot de opstaphavens. Bij de waterdiepte geldt de opmerking dat voor het gebruik van het Werkeiland goed moet worden gekeken naar de diepgang van de gebruikte schepen.

Landschappelijke inpassing

Vanuit landschappelijk oogpunt geldt dat het eiland slechts beperkt boven de waterspiegel uitsteekt en niet of weinig begroeid blijft, waardoor er sowieso niet zoveel van te zien is.

7. Vooruitblik flexibel zomerpeil

In het kader van het Deltaprogramma wordt toegewerkt naar een peilbesluit over het invoeren van een flexibel zomerpeil voor het IJsselmeer. Mogelijk heeft het invoeren van een flexibel zomerpeil consequenties voor de overschrijdingsfrequentie van bepaalde waterstanden in de zomermaanden. Dit kan dan weer gevolgen hebben voor het gebruik van het rust- en broedgebied op het Natuureiland. In het ontwerp kan rekening worden gehouden met een toename van hogere waterstanden in de zomermaanden door een overhoogte toe te voegen aan het rustgebied. Gedacht wordt aan het verhogen met 10 of maximaal 20 cm van het rustgebied.

8. Schetsontwerp: Makkumer lagune

De Makkumerlagune is een lokaal idee dat is gericht op het stimuleren van de kustrecreatie bij de Friese IJsselmeerkust. Door het vormen van een luw gebied wordt het gebied toegankelijk voor een grotere groep (vaar)recreanten. Het Werk/Natuureiland zou een startpunt kunnen vormen voor de Makkumerlagune. In figuur 10 is een voorbeeld getoond van het werkeiland ten westen van Makkum en in figuur 11 is de doorontwikkeling naar het Natuureiland getoond. Figuur 12 toont ten slotte een idee van een archipel van eilanden die samen het luwtegebied Makkumerlagune vormen.



Figuur 10. Bovenaanzicht van het ontwerp van het Werkeiland als startpunt voor de Makkumerlagune.



Figuur 11. Bovenaanzicht van het ontwerp van het natuureiland als startpunt voor de Makkumerlagune.

Het ontwerp van het Werk-/Natuureiland in de figuren 10 en 11 komt deels overeen met het ontwerp dat is getoond in de figuren 4 en 6. De oriëntatie van het strandje en de vooroever tussen de twee opsluitdammen is hetzelfde vanwege het identieke golfklimaat. De positie van de kade is verplaatst naar het noordoosten, zodat deze dicht bij de vaargeul ligt. Deze positie heeft als voordeel dat de toegankelijkheid voor schepen is geborgd. Verder fungeert de kade bij het natuureiland als een blokkade voor transport van zand naar de vaargeul. De geometrie van de ondiepe luwtezone van het Natuureiland is zo gekozen dat zandtransporten in de richting van de vaargeul zijn uitgesloten. De aanwezigheid van het Werk-/Natuureiland kan de aanvoer van zand naar de vaargeul beperken en daarmee het baggerbezwaar verminderen dat een terugkerend probleem is.

Andere ontwerpen van de Makkerlagune en de eilandenarchipel zijn zonder meer mogelijk. Aandachtspunten daarbij zijn de vorm (bol, recht, hol), de keuze voor harde (stenen) randen aan de westzijde of zachte (zandstrand en vooroever) en de waterdiepte ter plaatse (sterk bepalend voor de kosten, omdat bij een grotere diepte veel meer zand of steen nodig is voor de aanleg. Andere punten die aandacht verdienen zijn de verversing van het water in de lagune en de sedimentatie van slib. In het schetsontwerp in de figuren 10, 11 en 12 is uitgegaan van een zogenaamde 'zachte' oevers aan de zuidwestzijde waar de sterkste golfbelasting plaatsvindt. Dit ontwerp sluit aan bij de Building with Nature principes ((zie http://www.ecoshape.nl/nl_NL) voor een toelichting en een link naar het Building with Nature boek waarin voorbeelden staan) en verschillende (pilot)projecten langs de oevers van IJsselmeer en Markermeer. Alternatief voor een zachte oever is een stortstenendam, zoals toegepast bij de Kreupel en de Scheepvaartvoorziening bij Urk. Een stortstenendam kan onder een veel steilere helling worden aangelegd en beperkt daarmee het benodigde aanlegvolume. Ondanks het kleinere aanlegvolume, zijn de kosten bij het gebruik van een stortstenendam hetzelfde of hoger dan bij een zachte oever. De hoge kosten hebben te maken met de grote en zware stenen die nodig zijn bij de golfcondities op het IJsselmeer.



Figuur 12. Bovenaanzicht van idee van eilanden archipel voor de Makkumerlagune.

BIJLAGE D-6 GELUID EN SLAGSCHADUW





Welbergweg 49
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov.)
tel: 074-248 99 45
info@ponderaservices.nl
www.ponderaservices.nl

Opdrachtgever: Pondera Consult B.V.
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov.)

Kenmerk: S12004 ASP WP Fryslân V4.3.docx

Betreft: Akoestisch onderzoek, onderzoek naar slagschaduw hinder en productieberekening van het op te richten windpark Fryslân.

Contactpersoon opdrachtgever:
de heer M. Edink.

Behandeld door:
A.U.G. Beltau.
21 april 2015.

Inhoud

1.	Inleiding	1
1.1	Beschrijving van de locatie	1
1.2	Gegevens turbines	2
1.3	Regelgeving	3
2.	Akoestisch onderzoek	4
2.1	Beoordeling	4
2.2	Invoer rekenmodel	6
2.3	Windaanbod	7
2.4	Geluidbron Siemens SWT-3.6-120	9
2.5	Geluidbron Siemens SWT-6.0-154	10
2.6	Rekenresultaten	11
2.7	Beoordeling geluid	11
2.8	Voorzieningen geluid	11
2.9	Transformator	12
2.10	Cumulatieve effecten	13
3.	Onderzoek slagschaduw	20
3.1	Normstelling	20
3.2	Schaduwgebied	20
3.3	Potentiële schaduw	21
3.4	Rekenresultaten	22
3.5	Hinderduur bij woningen	22
4.	Productie	24
4.1	Berekeningsmethodiek	24
4.2	Windklimaat locatie	24
4.3	Rekenresultaten	27
5.	Bespreking	28

Bijlagen

bijlage 1	: verklarende begrippenlijst	29
bijlage 2	: objecten rekenmodel akoestiek	31
bijlage 3	: rekenresultaten akoestiek	55
bijlage 4	: rekenmodel slagschaduw	59
bijlage 5	: rekenmodel energieproductie	72

Figuren

figuur 1 : objecten rekenmodel	123
figuur 2 : geluidcontour variant 1	124
figuur 3 : geluidcontour variant 2	125
figuur 4 : geluidcontour variant 3	126
figuur 5 : geluidcontour variant 4	127
figuur 6 : geluidcontour variant 1 met voorzieningen	128
figuur 7 : slagschaduwcontouren variant 1	129
figuur 8 : slagschaduwcontouren variant 2	130
figuur 9 : slagschaduwcontouren variant 3	131
figuur 10: slagschaduwcontouren variant 4	132
figuur 11: geluidcontour etmaalwaarde trafostation	133

1. Inleiding

In opdracht van Pondera Consult is onderzoek uitgevoerd voor een op te richten windpark met zevenenveertig tot honderd turbines. Het betreft windpark Fryslân in de gemeente Súdwest Fryslân geprojecteerd in het Friese deel van het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk. Het betreft een windpark van circa 250 tot 400 MW opgesteld vermogen. Uitgevoerd zijn een akoestisch onderzoek, een onderzoek naar slagschaduw hinder en productieberekeningen. In het kader van het MER voor de ruimtelijke procedure zijn vier varianten met twee typen windturbines onderzocht, namelijk:

- Variant 1 met 66 turbines in rasterconfiguratie. Type Siemens SWT-3.6-120 met een ashoogte van 95 meter;
- Variant 2 met 100 turbines in rasterconfiguratie. Type Siemens SWT-3.6-120 met een ashoogte van 95 meter;
- Variant 3 met 47 turbines in rasterconfiguratie. Type Siemens SWT-6.0-154 met een ashoogte van 105 meter;
- Variant 4 met 65 turbines in rasterconfiguratie. Type Siemens SWT-6.0-154 met een ashoogte van 105 meter.

De locaties van de windturbines zijn in principe vast. In het inpassingsplan wordt echter enige schuifruimte geboden die het mogelijk maakt om een windturbine circa 30 meter te verplaatsen indien obstakels in de (water)bodem dit vereisen. Windturbines kunnen hierdoor bijvoorbeeld alle richtingen op verplaatsen, met uitzondering van de windturbines aan de rand van het windpark. Deze zullen niet naar buiten worden verschoven. Deze verschuivingsmogelijkheid heeft een verwaarloosbare invloed op de berekende geluidsniveaus (uit berekening blijkt kleiner dan 0,1 dB(A)). Dit leidt niet tot andere conclusies en is dus verder in het onderzoek buiten beschouwing gelaten.

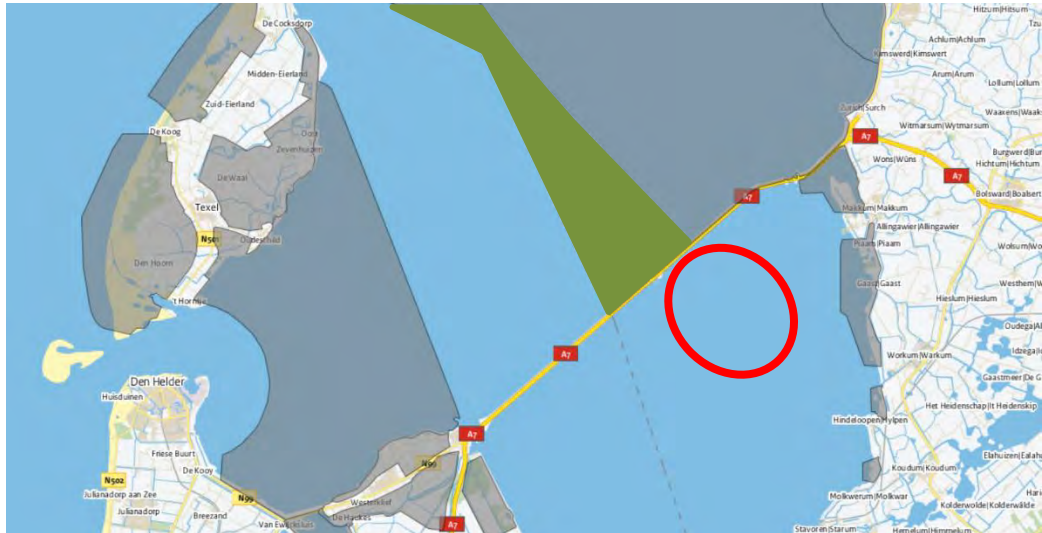
Naast de windturbines is tevens het transformatorstation nodig voor het windpark op Breezanddijk relevant als geluidsbron. Het station betreft een gesloten gebouw waarbinnen zich de transformatoren bevinden.

1.1 Beschrijving van de locatie

De locatie is gelegen ten zuiden van de Afsluitdijk in het Friese deel van het IJsselmeer, grofweg ten zuiden van Breezanddijk en Kornwerderzand en ten westen van Makkum en Workum. De oppervlakte bedraagt circa 5,3 x 5,3 km tot 6,2 x 7,2 km (zie ook figuur 1 achter in dit rapport)

De Waddenzee ten noorden van de locatie en oostelijk van het uitzonderingsgebied is aangewezen als stiltegebied. Hetzelfde geldt voor de voormalige beschermde natuurmonumenten voor de Friese IJsselmeerkust. De relevante stiltegebieden zijn in blauw in onderstaande *Afbeelding 1-1* weergegeven, de locatie van het windpark is rood omcirkeld.

Afbeelding 1-1: locatie. Stiltegebieden zijn donker aangegeven, het uitzonderingsgebied is groen.



1.2 Gegevens turbines



De Siemens SWT-3.6-120 turbine heeft een rotordiameter van 120 m met drie rotorbladen. De turbine is direct drive en heeft een pitchregeling. De rotor heeft een variabel toerental tussen 5 en 13 tpm, afhankelijk van de windsnelheid. Het nominale generatorvermogen is 3.600 kW.

De turbine wordt geplaatst op een conische stalen buismast waardoor de ashoogte 95 m wordt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 155 m hoog.

De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de turbine gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De grootste breedte van het blad is circa 4,2 m; aan de tip zijn de bladen circa 0,53 m breed.

De kleur van de rotorbladen, generatorhuis en de mast is lichtgrijs en niet reflecterend.



De Siemens SWT-6.0-154 turbine heeft een rotordiameter van 154 m met drie rotorbladen. De turbine is direct drive en heeft een pitchregeling. De rotor heeft een variabel toerental tussen 5 en 11 tpm, afhankelijk van de windsnelheid. Het nominale generatorvermogen is 6.000 kW. De turbine wordt geplaatst op een conische stalen buismast waardoor de ashoogte 105 m wordt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 182 m hoog. De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de turbine gestopt uit veiligheids-overwegingen. De kleur van de rotorbladen, generatorhuis en de mast is lichtgrijs en niet reflecterend.

1.3 Regelgeving

De inrichting valt onder artikel 3.13 van het Activiteitenbesluit¹. Volgens artikel 1.11 derde lid moet bij de melding een rapport van een akoestisch onderzoek worden overlegd. Het akoestisch onderzoek wordt uitgevoerd overeenkomstig de ministeriële regeling².

Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter (1.440 en 1.848 m) vanaf de locatie van een turbine bevinden zich woningen van derden, zodat ook onderzoek naar slagschaduw hinder is uitgevoerd.

Hetzelfde normstelsel geldt voor een aanvraag voor een omgevingsvergunning.

De provincie Fryslân heeft het Waddengebied benoemd als stiltegebied. Een gedeelte van het stiltegebied overeenkomend met de laagvliegroute van Breezanddijk naar de Vliehors is aangemerkt als uitzonderingsgebied.

Een verklarende begrippenlijst is opgenomen in bijlage 1.

¹ Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.

² Reken- en meetvoorschrift windturbines, Staatscourant nr 19592, 23 december 2010.

2. Akoestisch onderzoek

2.1 Beoordeling

2.1.1 Normstelling

Volgens artikel 3.14a eerste lid van het Activiteitenbesluit wordt het geluidniveau vanwege windturbines dat optreedt bij woningen van derden getoetst aan de waarden $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

2.1.2 Laagfrequent geluid

Er is geen algemeen geaccepteerd normstelsel voorhanden waarmee laagfrequente geluidhinder kan worden geobjectiveerd. Laagfrequent geluid (LFG) is geluid in het voor mensen laagst hoorbare frequentiegebied, onder 200 Hz.

Windturbines stralen, net als de meeste geluidbronnen, ook laagfrequent geluid uit.

Het RIVM heeft op verzoek van de GGD-en de invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden door windturbines onderzocht³. Hierin wordt gesproken over het laagfrequente geluid vanwege windturbines en dat er geen bewijs bestaat dat dit een factor van belang is. Er is geen aparte beoordeling nodig bovenop de bescherming die de A-gewogen normstelling op basis van dosis-effectrelatie reeds biedt. De mate van bescherming en de normering worden eveneens beschouwd in een literatuuronderzoek⁴ naar laagfrequent geluid van windturbines van Agentschap NL. Ook hier zijn geen aanwijzingen dat het aandeel laagfrequent geluid een bijzondere dan wel belangrijke rol speelt.

Tenslotte is door de Staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu, mede namens de minister van Economische Zaken en de minister van Infrastructuur en Milieu over het onderwerp laagfrequent geluid van windturbines een brief aan de Tweede kamer gestuurd⁵. Deze brief baseert zich onder andere op bovengenoemd onderzoek van het RIVM waarin wordt gesteld dat:

- laagfrequent geluid bij windturbines in samenhang met hogere frequenties wordt gehoord en niet afzonderlijk hiervan;
- dit impliceert tevens dat de effecten van laagfrequent geluid op mensen niet anders zullen zijn dan effecten van geluid met hogere frequenties zoals hinder, slaapverstoring, moeheid, concentratieproblemen en dergelijke;
- voor beweringen dat laagfrequent geluid van windturbines allerlei klinische ziekten bij mensen kan veroorzaken is geen betrouwbare bewijsvoering aangekomen, hetgeen in lijn is met de voorgaande inzichten.
- het feitelijke aandeel laagfrequent geluid in het brongeluid van een windturbine gering is. Daarom is ook het aandeel in de geluidbelasting op een woninggevel gering.

³ Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, GGD Informatieblad medische milieukunde Update 2013; RIVM rapport 200000001/2013.

⁴ Literatuuronderzoek laagfrequent geluid windturbines, LBP Sight in opdracht van Agentschap NL, projectnummer DENB 138006 september 2013.

⁵ Brief d.d. 31 maart 2014, betreft laagfrequent geluid van windturbines, kenmerk IenM/bsk-2014/44564, staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu Wilma J. Mansveld.

- bij het groter worden van turbines (tot 5 of 7,5 MW) zal dit aandeel met hooguit 1 à 2 dB toenemen. Het bij de Nederlandse norm voor windturbinegeluid voorgeschreven reken- en meetvoorschrift is goed in staat om hiermee rekening te houden zodat een correcte toetsing aan de norm mogelijk is.
- de Deense norm voor laagfrequent windturbinegeluid in het binnenmilieu van een woning geen extra bescherming biedt ten opzichte van de Nederlandse norm voor de gevelbelasting in geval van een standaard geïsoleerde woning.

Onderzoek naar laagfrequent geluid is voor windpark Fryslân dan ook niet verder beschouwd.

2.1.3 Transformatorstation

Het transformatorstation maakt deel uit van de vergunningplichtige inrichting welke het windpark is. De geluidbelasting veroorzaakt door het transformatorstation wordt daarom getoetst zoals omschreven in de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening. Daarbij dient in eerste instantie te worden aangesloten bij de voorkeursgrenswaarden/richtwaarden uit tabel 4 van de Handreiking, waarbij alleen wordt getoetst op geluidgevoelige bestemmingen conform de wet Geluidhinder, in dit geval de woonboot in de Zuiderhaven en de woning in Kornwerderzand aan de Sluisweg. Gezien de nabijheid van de snelweg en de geluidniveaus welke hierdoor worden veroorzaakt (zie ook paragraaf 2.11 – cumulatieve effecten) wordt uitgegaan van een richtwaarde voor een “woonwijk in de stad” van 50/45/40 dB(A) in de dag/avond/nachtperiode, dus een etmaalwaarde van 50 dB(A). Op grond van het ter plaatse optredende wegverkeersgeluid zou indien nodig nog een ontheffing kunnen worden verleend voor een hogere etmaalwaarde.

Het geluid van transformatoren is van oorsprong in veel gevallen tonaal van karakter. Op grond van de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai dient bij een hoorbaar tonaal karakter een straffactor van 5 dB(A) te worden toegepast.

2.1.4 Overige beoordeling

Om de effecten van de geluidbelasting onder de wettelijke norm (en in een groter gebied) inzichtelijk te maken zijn tevens contouren in klassen van 5 dB onder de norm $L_{den}=47$ dB beschouwd.

Cumulatie met andere bronnen is beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (bijlage 4, hoofdstuk 4). Hier is dit het maatgevende wegverkeerslawaai van de snelweg A7 Afsluitdijk, de scheepvaartroute door de Lorentz Sluisen en de militaire vliegtuigbewegingen (laagvliegrouete EHR4). De methode berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen. Voor het cumulatief geluidniveau bestaat geen wettelijke eis, maar deze kan wel het akoestische effect van het toevoegen van het windpark aan de omgeving inzichtelijk maken.

Voor de beoordeling van de geluidbelasting ter plaatse van een stiltegebied bestaan geen wettelijke normen waaraan kan worden getoetst. Een momentane waarde van 40 dB(A), welke als streefwaarde voor stiltegebieden hanteerbaar is, kan worden gebruikt om het effect van het windpark in beeld te brengen.

2.2 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma *Geomilieu*[®] versie V2.30. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, luchtfoto's, aangeleverde documentatie en telefonisch verkregen informatie. In het gebied zijn bodemgebieden aangeduid als akoestisch reflecterend ($B=0$) voor de weg en de wateren (er is voor de overdracht rekening gehouden met grote oppervlakten 'harde' ondergrond). De windturbine is akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbron ter hoogte van de rotoras ($h_b=95$ en 105 m).

De woonboot in de haven van Breezanddijk is het enige geluidgevoelige object in de directe omgeving van het windpark. In het akoestische model zijn vijf toetspunten gedefinieerd ter plaatse van de dichtstbijzijnde woningen van derden en verblijfsgebieden voor mensen, te weten de ligplaats van de woonboot in de zuiderhaven en de camping "Het Wad" te Breezanddijk, de woning aan de Sluisweg 15 te Kornwerderzand en het Waterkeringpad op de Zuiderzeeroute. De positie van de woning is gebaseerd op het BAG bestand (Basisregistratie Adressen en Gebouwen). Verder zijn veertien toetspunten neergelegd ter hoogte van de grens van het stiltegebied/ uitzonderingsgebied in de Waddenzee en het IJsselmeer. De posities hiervan zijn op verschillende afstanden gelegd om inzicht te geven in het afnemen van de geluidimmissie met een toenemende afstand tot het windpark.

In Tabel 2-1 zijn de negentien toetspunten gegeven.

Tabel 2-1: toetspunten.

toetspunt nr	omschrijving	t.o.v. Breezanddijk	
		afstand circa [m]	windrichting
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	350	ZW
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1.225	WZW
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1.585	NO
6	Grens stiltegebied Waddenzee	3.525	NNO
8	Grens stiltegebied Waddenzee	5.225	NNO
10	Grens stiltegebied Waddenzee	7.225	NNO
12	Grens stiltegebied Waddenzee	9.025	NNO
14	Grens stiltegebied Waddenzee	10.280	NO
16	Grens stiltegebied Friese kust	10.050	ONO
17	Grens stiltegebied Friese kust	11.510	ONO
18	Grens stiltegebied Friese kust	11.480	ONO
19	Kampeerplaats Het Wad	145	ZW
20	Waddenzee r=1 km grens stilte/uitzondergebied	2.810	NNO
21	Waddenzee r=2 km grens stilte/uitzondergebied	3.315	NNO
22	Waddenzee r=5 km grens stilte/uitzondergebied	5.630	N
23	Waddenzee r=10km grens stilte/uitzondergebied	10.365	NNW
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1.630	NO
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	7.290	NO
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	10.410	NO

De meeste toetspunten hebben een beoordelingshoogte van +1,5 m boven het plaatselijke maaiveld (in dit geval het wateroppervlak), omdat feitelijk op deze hoogte geluidhinder kan worden ervaren. De woning van derden heeft een beoordelingshoogte van +5 m boven maaiveld. Op elk toetspunt is het jaargemiddelde geluidniveau L_{den} berekend. Het rekenresultaat is het invallende geluidniveau.

Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in *bijlage 2* achterin deze rapportage.

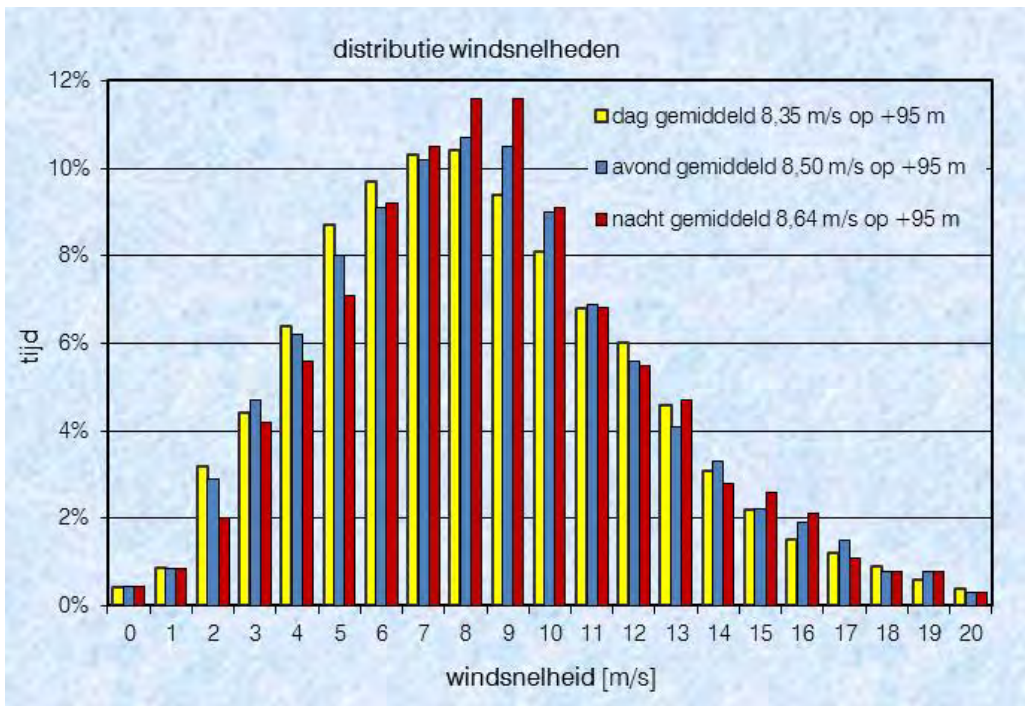
2.3 Windaanbod

De jaargemiddelde bronsterkte L_E van een windturbine is afhankelijk van de optredende windsnelheden op ashoogte. Door het KNMI zijn gegevens gepubliceerd over de distributie van voorkomende windsnelheden op 80 tot 120 m hoogte. Deze distributies zijn gespecificeerd voor de dag-, de avond- en de nachtperiode. De data zijn gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op rasterpunten over geheel Nederland.

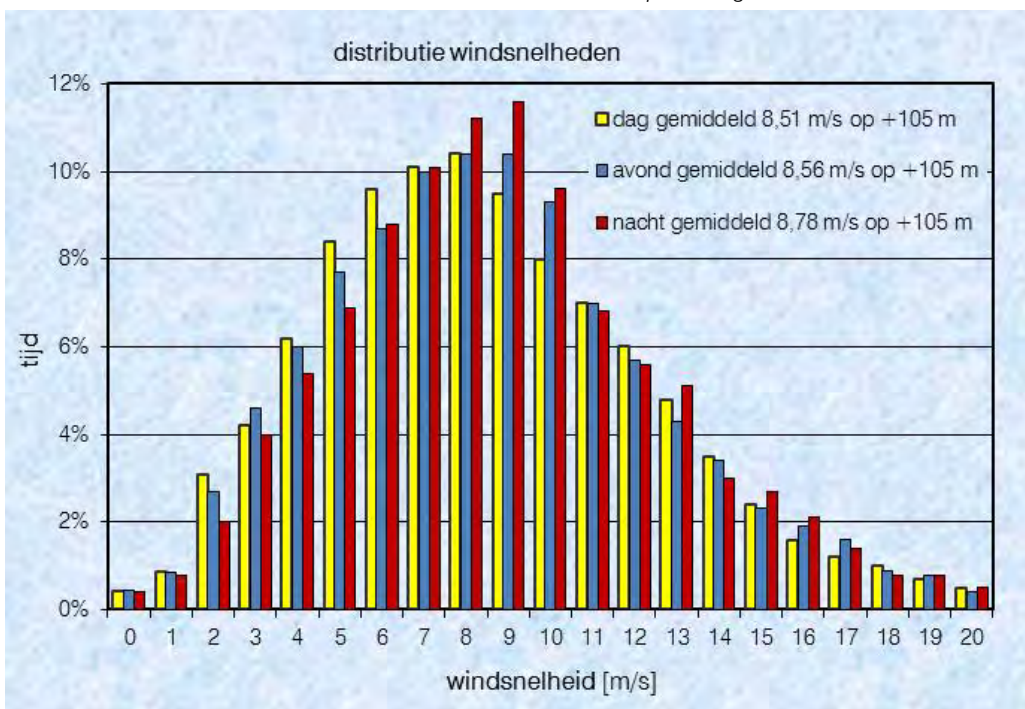
De windsnelheden op de betreffende locatie zijn verkregen door een interpolatie van de gegevens die gelden op nabijgelegen rasterpunten, met een ruwheidslengte van de bodem $z_0=0,05$. De verschillen tussen de dag, de avond en de

nacht zijn beperkt. *Grafiek 2-1* en *Grafiek 2-2* geven de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden op +95 +105 m voor de dag, de avond en de nacht.

Grafiek 2-1: distributie van de voorkomende windsnelheden op ashoogte +95 m.



Grafiek 2-2: distributie van de voorkomende windsnelheden op ashoogte +105 m.

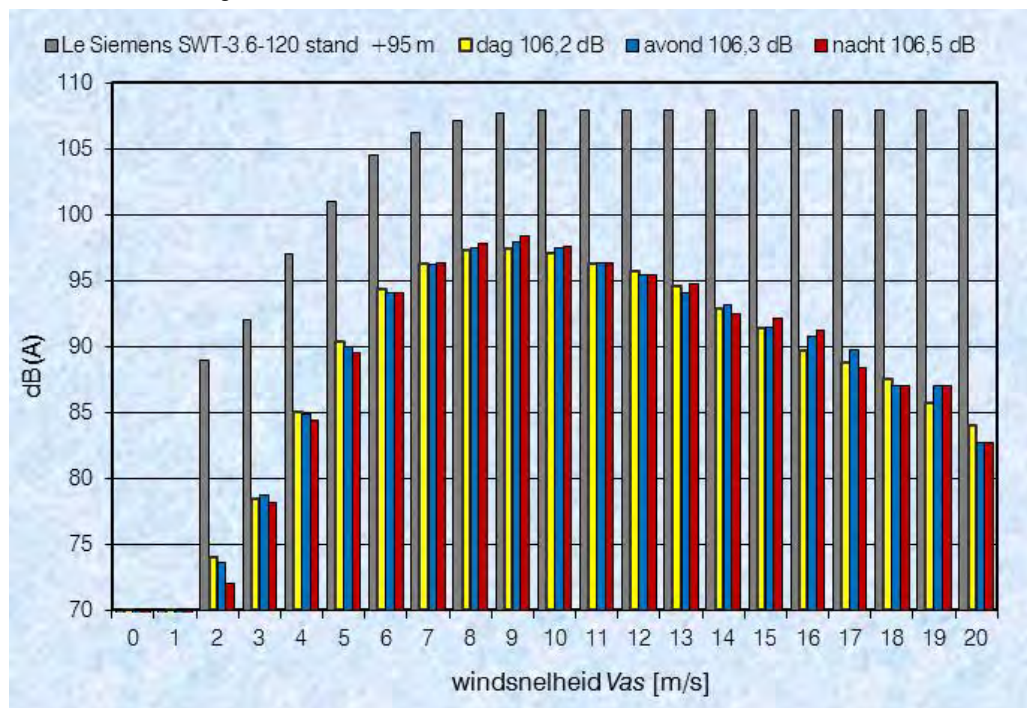


2.4 Geluidbron Siemens SWT-3.6-120

Siemens heeft geluidgegevens van de Siemens SWT-3.6-120 turbine beschikbaar gesteld⁶. Bij een windsnelheid van 7 m/s op 10 m hoogte boven een vlak landbouwgebied bedraagt de bronsterkte op een ashoogte van 89,5 meter 108,0 dB(A). De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op 10 m hoogte van 6 tot 10 m/s. Voor de overdrachtsberekeningen is het octaafspectrum gebruikt wat gegeven is bij een windsnelheid van $V_{10}=8$ m/s en wat overeenkomt met $V_{as}=11,4$ m/s.

De gerapporteerde bronsterkten van de Siemens SWT-3.6-120 turbine zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een ashoogte van 95 m. Dit levert de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Grafiek 2-3.

Grafiek 2-3: verdeling bronsterkten Siemens SWT-3.6-120.



Ter informatie zijn in bovenstaande grafiek ook de gecorrigeerde bronsterkten weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van $V_{as}=6$ tot 14 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot $V_{as}=4$ m/s en boven 18 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden $L_{W,j}$ bedragen 106,2, 106,3 en 106,5 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

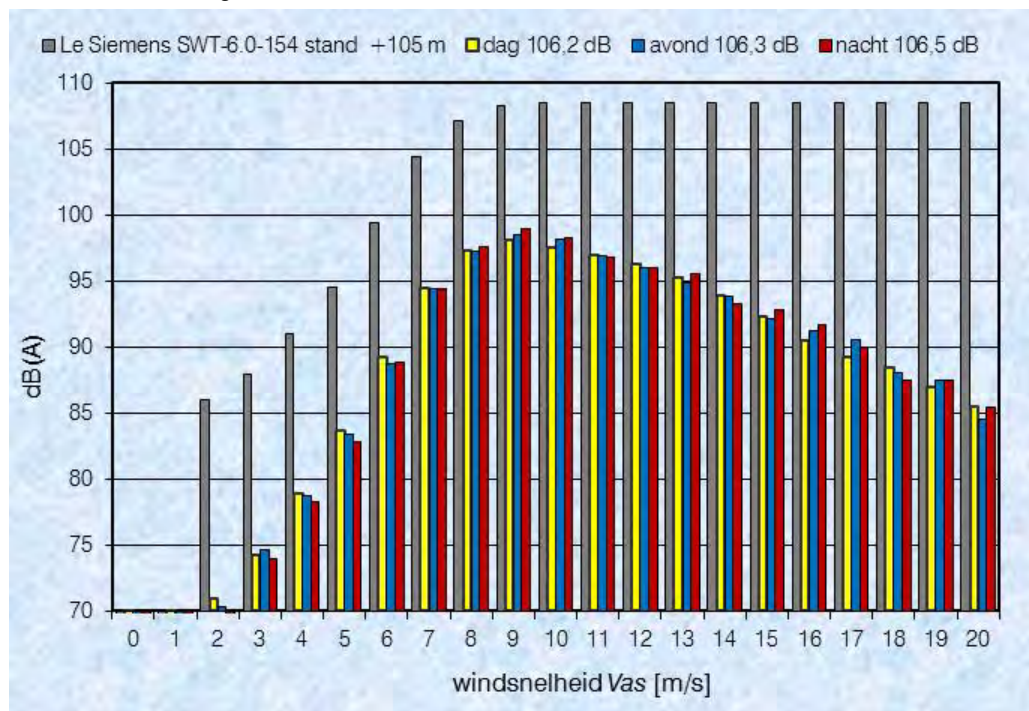
⁶ Contract Acoustic Emission, SWT-3.6-120, Document nr: E W EN OEN DES TLS-10-0000-0713-00, HST, GBI / 2012.11.20, Siemens, 20-11-2012.

2.5 Geluidbron Siemens SWT-6.0-154

Siemens heeft geluidgegevens van de Siemens SWT-6.0-154 turbine beschikbaar gesteld⁷. Bij een windsnelheid van 7 m/s op 10 m hoogte boven een vlak landbouwgebied bedraagt de bronsterkte op een ashoogte van 120 meter 108,5 dB(A). De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op 10 m hoogte van 4 tot 12 m/s. Voor de overdrachtsberekeningen is het octaafspectrum gebruikt wat gegeven is bij een windsnelheid van $V_{10}=8$ m/s en wat overeenkomt met $V_{as}=11,6$ m/s.

De gerapporteerde bronsterkten van de Siemens SWT-6.0-154 turbine zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een ashoogte van 105 m. Dit levert de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Grafiek 2-3.

Grafiek 2-4: verdeling bronsterkten Siemens SWT-6.0-154.



Ter informatie zijn in bovenstaande grafiek ook de gecorrigeerde bronsterkten weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van $V_{as}=7$ tot 13 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot $V_{as}=5$ m/s en boven 18 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden $L_{W,j}$ bedragen 106,2, 106,3 en 106,5 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

⁷ Standard Acoustic Emission, SWT-6.0-154, Document nr: E W EN OEN DES TLS-10-E-NL000055-0714-00, HST, CTS / 2012.11.21, Siemens, 21-11-2012.

2.6 Rekenresultaten

In Tabel 2-2 zijn voor de varianten per toetspunt de jaargemiddelde geluidniveaus L_{night} en L_{den} gegeven die optreden op +1,5 m hoogte (woning van derden op +5 m). De L_{den} is het tijdgewogen gemiddelde van:

- Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag L_{day} ;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond L_{even} vermeerderd met 5 dB;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht L_{night} vermeerderd met 10 dB.

In bijlage 3 zijn de rekenresultaten (inclusief L_{day} en L_{even}) van de varianten gegeven. In figuur 2 tot en met figuur 5 is de bijbehorende $L_{den}=47$ dB contour weergegeven zoals die voor de varianten optreedt op een waarneemhoogte van +1,5 m.

Tabel 2-2: rekenresultaten varianten 1 tot en met 4, windpark Fryslân.

toetspunt	variant 1		variant 2		variant 3		variant 4	
	L_{night} dB	L_{den} dB	L_{night} dB	L_{den} dB	L_{night} dB	L_{den} dB	L_{night} dB	L_{den} dB
1	42	49	41	47	36	43	37	43
2	39	43	37	43	32	38	33	39
4	42	48	41	47	37	43	37	44
6	40	46	39	46	34	40	35	41
8	36	42	36	42	31	37	31	38
10	32	38	32	39	27	33	28	34
12	29	36	30	36	24	31	25	31
14	28	34	28	35	23	29	23	30
16	29	35	30	36	24	31	25	31
17	28	34	39	35	23	29	24	30
18	28	35	30	36	24	30	25	31
19	43	49	41	48	37	43	38	44
20	37	43	36	43	32	38	32	38
21	33	40	34	40	28	35	29	35
22	27	33	28	34	22	28	23	29
23	20	27	21	28	15	22	16	22
30	44	50	43	49	39	45	39	45
31	33	39	33	40	28	34	29	35
32	28	34	29	35	23	29	24	30

2.7 Beoordeling geluid

Bij de woning van derden wordt, behoudens variant 1 (zie **vetgedrukte** waarden in Tabel 2-2), voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

2.8 Voorzieningen geluid

Om in variant 1 voor de woonboot Breezanddijk te voldoen aan de normstelling worden voor bepaalde perioden de instellingen van de turbines gewijzigd. Met deze instellingen worden de bronsterkten van de turbine gereduceerd door bijvoorbeeld het toerental te verlagen en/of de bladhoek te verdraaien. Dit gaat enigszins ten koste van de productie. In Tabel 2-3 zijn de instellingen voor de turbines van variant 1 gegeven.

Tabel 2-3: bedrijfsinstelling turbines variant 1*, geluidvoorzieningen.

turbine	dag	avond	nacht
	07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
T1-T15, T17-T66	standaard	standaard	standaard
T16	standaard	standaard	mode -6 dB

*: mode -6 dB resulteert in een 5,30 dB lagere bronsterkte in de nachtperiode

Gedetailleerde akoestische informatie over de bronsterkten en de rekenresultaten met voorzieningen zijn gegeven in bijlage 2 en bijlage 3. In figuur 6 is de $L_{den}=47$ dB contour met voorziening weergegeven. Er bevinden zich geen woningen van derden binnen de $L_{den}=47$ dB contour. In Tabel 2-4 zijn per toetspunt de jaargemiddelde geluidniveaus in variant 1 met voorzieningen gegeven.

Tabel 2-4: rekenresultaten variant 1 met geluidvoorzieningen.

toetspunt	L_{night} dB	L_{den} dB
1	41	47
2	36	42
4	42	48
6	40	46
8	36	42
10	32	38
12	29	36
14	28	34
16	29	35
17	28	34
18	28	35
19	41	48
20	36	43
21	33	40
22	27	33
23	20	27
30	44	50
31	33	39
32	28	34

2.9 Transformator

Nabij het tankstation op Breezanddijk zal voor windpark Fryslân een transformatorstation worden gebouwd in een gesloten gebouw met bij benadering de afmetingen L x B x H van 45 x 25 x 8.5 meter. Een transformatorstation is nodig voor de omzetting van de energie en de aansluiting op het elektriciteitsnet. Het elektrisch vermogen van het station bedraagt 2 x 280 MVA. Als bronsterkte is gerekend met rondom uitstralend 98 dB(A) bij opstelling binnen het gebouw.

In figuur 11 zijn ter indicatie de 50, 40 respectievelijk 30 dB(A) etmaalwaardecontour voor het trafostation weergegeven. Ter plaatse van de dichtstbijgelegen geluidgevoelige bestemming (de woonboot, toetspunt 1) veroorzaakt het transformatorstation een

geluidbelasting van 40 dB(A) etmaalwaarde. Daarmee wordt voldaan aan de in paragraaf 2.1.3 onderbouwde voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde. Ook indien een straffactor van 5 dB(A) wegens tonaliteit dient te worden toegepast, wordt aan deze norm voldaan.

2.10 Cumulatieve effecten

2.10.1 Leefomgeving

Cumulatie met andere bronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (bijlage 4, hoofdstuk 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer). Hier is dit het transformatorstation van het eigen windpark, de relevante verkeersweg A7 Afsluitdijk, de scheepvaartroutes door de Lorentz Sluisen en de laagvliegroute EHR4 Vliehors. Tevens wordt het transformatorstation van het eigen windpark betrokken bij het cumulatieve geluid in de toekomstige situatie.

De methode (ook wel bekend als de methode Miedema) berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen.

Ten behoeve van deze rekenmethode moet de geluidbelasting bekend zijn van ieder van de bronnen, berekend volgens het voorschrift dat voor die bronsoort geldt (hieronder in de formules aangeduid als L_{LL} , L_{WT} , L_{IL} , L_{VL}). Deze geluidbelasting wordt uitgedrukt in L_{den} , met uitzondering van industrielawaai (transformatorstation) waarvoor volgens de geldende wettelijke definitie de etmaalwaarde wordt gebruikt.

Met deze gegevens is als volgt een voor elke bronsoort vervangende geluidbelasting (aangeduid als de hinderequivalente geluidbelastingen L_{LL}^* , L_{WT}^* , L_{IL}^* , L_{VL}^*) te bepalen die als resultante overeenkomt met de geluidbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt:

- Windturbinegeluid = $1,65 * L_{WT} - 20,05$ dB
- Industrielawaai = $1,00 * L_{IL} + 1,00$ dB
- Wegverkeerslawaai = $1,00 * L_{VL} + 0,00$ dB
- Scheepvaatlawaai $L_{SL}^* = ((1,00 * L_{SL} + 0,00) + (0,95 * L_{SL} - 1,40)) / 2$ dB⁸
- Luchtvaatlawaai = $0,98 * L_{LL} + 7,03$ dB

De cumulatieve hinderequivalente geluidbelasting L_{CUM} wordt bepaald door de afzonderlijke waarden L^* bij elkaar op te tellen (door middel van de zogenoemde energetische sommatie).

Rijksweg A7 is opgenomen op de geluidplafondkaart. Het reken- en meetvoorschrift geluid 2012 bepaalt dat in dit geval de geluidbelasting dient te worden bepaald op basis van de brongegevens in het geluidregister, welke online zijn te vinden op de internetpagina van Rijkswaterstaat. Met behulp van deze gegevens is een rekenmodel voor verkeerslawaai opgesteld. De invoergegevens en rekenresultaten zijn gegeven in respectievelijk *bijlage 2* en *bijlage 3*.

⁸ In het reken- en meetvoorschrift windturbines wordt geen formule gegeven voor scheepvaatlawaai. De hier gegeven formule betreft het gemiddelde van de formules voor wegverkeerslawaai en railverkeerslawaai. Deze methode komt overeen met het rapport PV.W.3629.R01 "Geluideffecten Scheepvaatlawaai" van het Ministerie van V&W d.d. december 2004, waarin wordt gesteld dat de hinder, ondervonden voor scheepvaatlawaai bij gelijke geluidbelasting tussen die van railverkeer en wegverkeer ligt.

Rijkswaterstaat Noord Nederland stelt via Monitor Verkeer en Vervoer de scheepvaartgegevens beschikbaar als intensiteiten voor de jaren 2000 tot en met 2008. Met behulp van onder andere deze gegevens zijn overdrachtsberekeningen voor scheepvaartlawaai uitgevoerd. Hierin is rekening gehouden met de beroepsvaart door de Lorentz Sluizen. Voor het bronvermogen is voor de helft van de schepen conform de Centrale Commissie Rijn- en Binnenvaart de eis van maximaal 75 dB(A) op 25 meter aangehouden. Voor de andere helft, de kleinere schepen, zijn lagere bronvermogens aangehouden, te weten 2 keer stiller. In Tabel 2-5 zijn de gehanteerde scheepvaartgegevens gegeven.

Tabel 2-5: scheepvaart intensiteit Lorents Sluizen; gemiddeld 2000 - 2008.

vaarweg	snelheid km/uur	intensiteit bezoeken/ dag*	verdeling		
			dag	avond	nacht
Lorentz Sluizen	15	12	80%	15%	5%

*: rekening gehouden met beroepsvaart

De overheid heeft minimale vlieghoogten vastgesteld voor militaire vliegtuigen. Bij laagvlieg oefeningen wijkt defensie van deze hoogten af, zoals in de schietrange/ laagvlieggebied EHR4 Vliehors. Dit laagvlieggebied bevindt zich globaal tussen de Friese kust in het IJsselmeer en Vlieland, dus over Breezanddijk via de Waddenzee en het IJsselmeer. De vlieghoogte is hier op minimaal 360 meter aangehouden zoals door de overheid gesteld. Het bronvermogen van een militair straalvliegtuig F16 is globaal 20 kW, dit is een worst-case bronbenadering van globaal 165 dB. Het geluidniveau bij overvliegen L_{Amax} op maaiveldniveau is hiermee bepaald op circa 103 dB(A). De belasting vanwege vliegtuiglawaai wordt bepaald door het aantal bewegingen in het laagvlieggebied volgens Tabel 2-7 en een nachtstraffactor voor het tijdstip van vliegen. Met behulp van onder andere deze gegevens zijn overdrachtsberekeningen voor vliegtuiglawaai uitgevoerd en gelden voor elk toetspunt (dit is dus een worst case benadering omdat de exacte vliegbeweging over een toetspunt onbekend is).

Tabel 2-6: intensiteit militaire vliegtuigen.

luchtvaart	uitgangspunt	aantal bewegingen per jaar	intensiteit		
			dag	avond	nacht
EHR4	1 escadrille* per week, 40 weken per jaar, 3x overvliegen	1.200	85%	10%	5%

*: klein squadron met 5 vliegtuigen.

** : aantal bewegingen is als worst case benaderd en geldt voor (boven) elk toetspunt. Defensie geeft over het jaar 2013 voor het gehele uitgestrekte gebied een patroon aan van 6.000 bewegingen per jaar.

Met de indicatieve rekenmodellen is de geluidbelasting van het wegverkeer, de scheepvaart en de luchtvaart op de toetspunten bepaald en gecumuleerd. De invoergegevens en rekenresultaten zijn gegeven in respectievelijk *bijlage 2* en *bijlage 3*.

Nabij het tankstation op Breezanddijk zal voor windpark Fryslan een transformatorstation worden gebouwd met de afmetingen L x B x H van 60 x 30 x 7 meter. Een transformatorstation is nodig voor de omzetting van de energie en de aansluiting op het elektriciteitsnet. Het elektrisch vermogen van het station bedraagt 2 x 280 MVA. Als bronsterkte is gerekend met rondom uitstralend 98 dB(A) bij opstelling binnen het gebouw.

De geluidbijdrage van het transformatorstation is bij de hiernavolgende beoordeling van de toename van de cumulatieve geluidbelasting gerekend bij de toekomstige situatie.

In Tabel 2-7 zijn per toetspunt de afzonderlijke (niet hinderequivalente) geluidbelastingen van het wegverkeer, de scheepvaart en de luchtvaart gegeven, alsmede de berekende gecumuleerde jaargemiddelde geluidniveaus L_{CUM} . Dit voor de vier varianten, waar bij variant 1 rekening is gehouden met geluidvoorzieningen. In bijlage 3 zijn rekenresultaten per toetspunt samengevat.

Tabel 2-7: rekenresultaten cumulatieve effecten.

punt	geluidniveau [dB]								
	huidig			L_{CUM} huidig	toekomst L_{IL} trafo	L_{CUM} toekomst windpark ¹			
	L_{VL} weg	L_{SL} sch	L_{LL} lucht			var 1 ²	var 2	var 3	var 4
1	59	--	43	60	40	62	62	60	60
2	55	--	43	56	31	57	57	56	56
4	57	2	43	57	31	61	61	58	58
6	55	13	43	56	21	59	59	57	57
8	56	22	43	57	17	57	57	57	57
10	54	34	43	56	12	56	56	56	56
12	55	46	--	55	9	55	55	55	55
14	45	51	--	50	8	50	50	50	50
16	42	65	--	63	8	63	63	63	63
17	31	35	--	35	6	39	40	36	36
18	26	28	--	29	6	38	40	33	34
19	60	--	43	60	44	63	62	61	61
20	42	1	43	50	24	53	53	50	51
21	36	--	43	49	22	51	51	49	49
22	25	--	43	49	15	49	49	49	49
23	19	--	43	49	7	49	49	49	49
30	75	2	43	75	31	75	75	75	75
31	73	34	43	73	12	73	73	73	73
32	59	64	43	64	8	64	64	64	64

¹): cumulatieve geluidbelasting inclusief toekomstig trafogeluid

²): turbineopstellingen inclusief geluidvoorzieningen

Aan de hand van de methode Miedema wordt de akoestische kwaliteit van de omgeving bepaald door de cumulatieve effecten en kan de leefomgeving objectief worden beoordeeld. Deze methode geldt niet voor de stiltegebieden.

In de huidige situatie, zonder windturbines, wordt de akoestische omgeving ter plaatse van de meeste toetspunten veelal bepaald door het wegverkeer, met uitzondering van de verder van de dijk in de Waddenzee gelegen toetspunten waar het luchtverkeer bepalend is en nabij de sluisen het scheepvaartverkeer.

Ter hoogte van de ligplaats van de woonboot en de woning in Kornwerderzand (de twee enige geluidgevoelige locaties) is de akoestische omgeving als tamelijk slecht

(60-65 dB) te kwalificeren. In de toekomstige situatie blijft de akoestische kwaliteit van de omgeving hier vergelijkbaar met die van de huidige situatie. Er is hierbij geen rekening gehouden met afscherpende werking van gevels. Hierdoor is sprake van een worst-case beschouwing voor het totale cumulatieve niveau.

Reken technisch maakt het wel een verschil: als je er een gevel neerzet is de cumulatieve geluidbelasting zonder turbines op de achtergevel circa 50 dB in plaats van 60 dB. De toename is op die gevel dan maximaal circa 10 dB in plaats van 2 dB. Misschien dit tekstueel aangeven? Dan is de conclusie dat op de (5 meter brede) zuidgevel van de woonboot toch een behoorlijke achteruitgang van het klimaat plaatsvindt.

In de toekomstige situatie wordt met het bijplaatsen van de windturbines de akoestische omgeving op de meeste overige locaties nagenoeg niet verslechterd (toename 0-1 dB).

2.10.2 Stiltegebieden

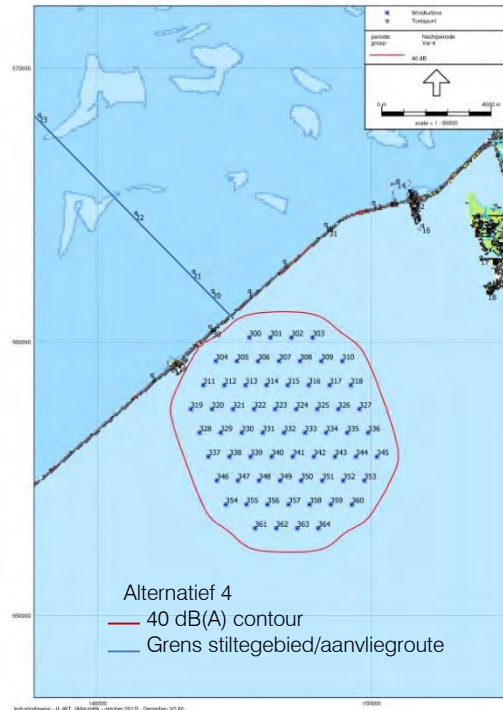
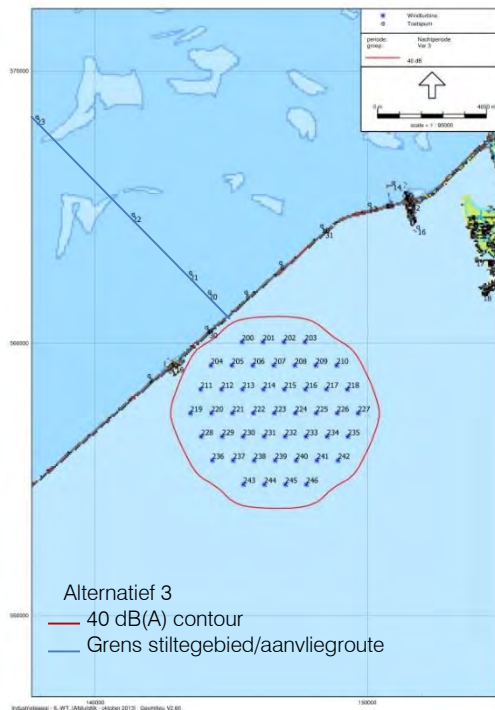
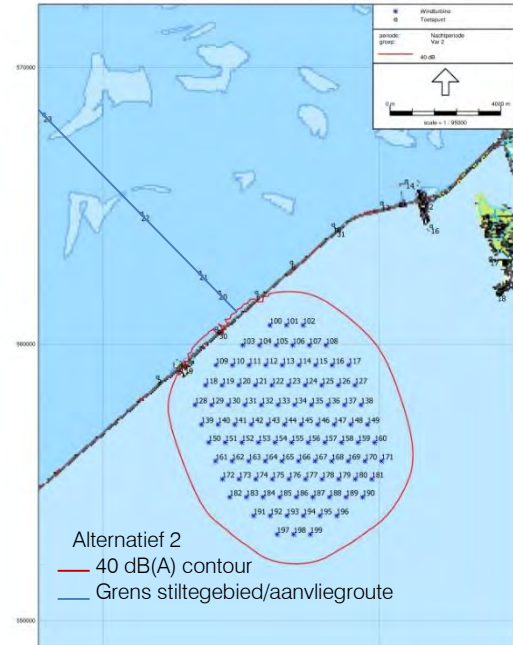
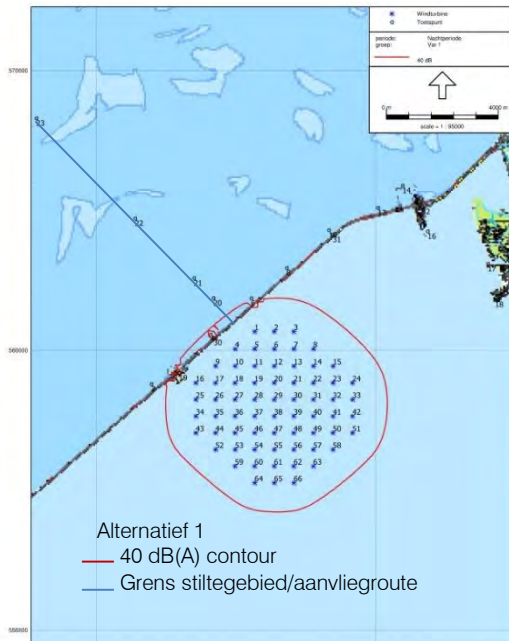
De nabij het plangebied gelegen stiltegebieden zijn in de provinciale milieuverordening van de provincie Fryslân aangewezen. Het betreft de Waddenzee waarvoor op grond van het Barro de 'rust' is beschermd, met uitzondering van het vlieggebied naar de Vliehors vanwege het gebruik door laagvliegende militaire vliegtuigen, en delen van de Friese kust (overeenkomend met de voormalige beschermde natuurmonumenten/staatsnatuurmonumenten).

Een norm voor de 'stilte' in deze gebieden is niet gesteld, maar er wordt in de provinciale milieuverordening gesteld dat de natuurlijk heersende rust in deze gebieden beschermd is (conform de 'rust' die in het Barro als landschappelijke waarde is aangegeven voor de Waddenzee). Een waarde van 40 dB(A) wordt als streefwaarde genoemd op de website van het ministerie van I&M (www.atlasleefomgeving.nl).

Voor het windpark is de contour bepaald waarop een geluidsdruk van 40 dB(A) geldt om inzicht te geven in de invloed op de rust/ natuurlijk heersende rust in het stiltegebied. Bij het beoordelen van deze contour moet in acht worden genomen dat het geluidsbronvermogen van een windturbine afhankelijk is van de wind. Als het zacht waait is het bronvermogen laag en dit neemt toe met de windsnelheid. Vanaf een bepaalde windsnelheid neemt het bronvermogen niet verder toe.

Voor het bepalen van de 40 dB(A) contour is uitgegaan van het werkelijke bronvermogen gecorrigeerd per windsnelheidsklasse (jaargemiddelde bronvermogen zonder strafcorrectie en is nagenoeg continu in de dag-, avond of nachtperiode). Voor beide referentieturbines is dit 106,5 dB(A) (per toeval zie ook *Grafiek 2-3* en *Grafiek 2-4*). Deze waarde is het bronvermogen van de windturbine gerelateerd aan de windfrequentie verdeling. Afhankelijk van het aandeel in de tijd dat een bepaalde windsnelheid optreedt heeft deze een bijdrage aan het bronvermogen.

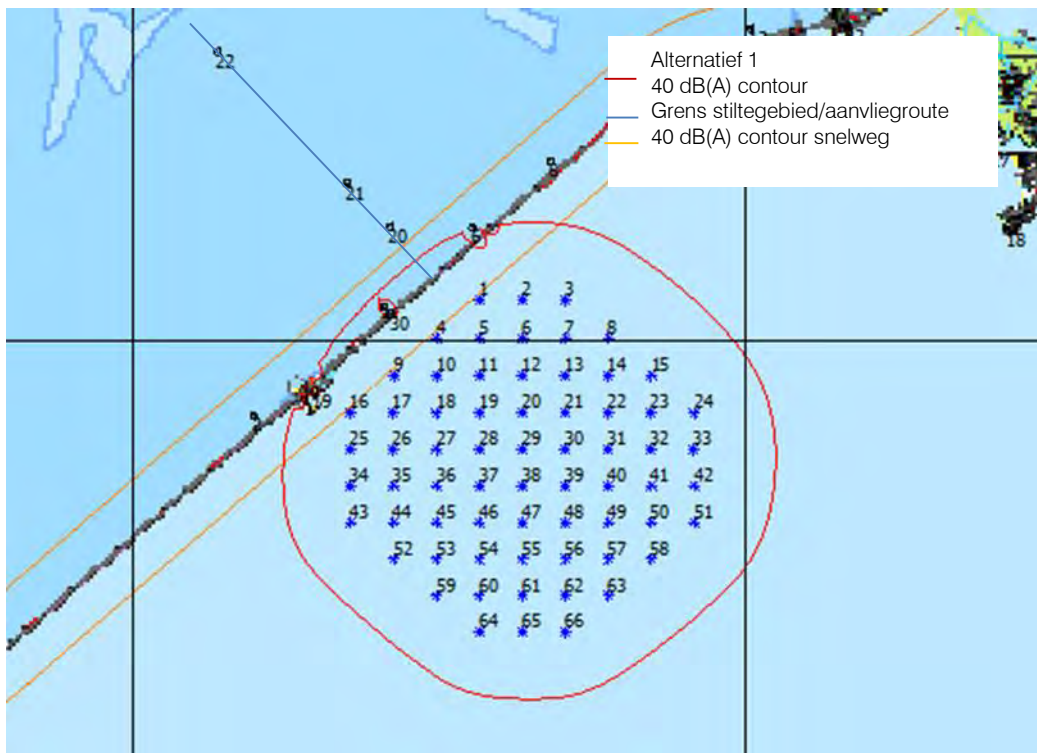
Afbeelding 2-1: Geluidscontouren 40 dB(A) (blauwe lijn grens stiltegebied).



Uit de geluidscontouren (*Afbeelding 2-1*) blijkt dat voor alternatieven 3 en 4 de 40 dB(A) contour niet raakt aan de grens van de nabijgelegen stiltegebieden. Voor alternatieven 1 en 2 geldt dat een minimale oppervlakte in de Waddenzee, nabij de dijk binnen de 40 dB(A) contour valt. Het grootste deel betreft het uitzonderingsgebied vanwege de aanvliegroute van de Vliehors en een zeer beperkt deel binnen het stiltegebied. De contour ligt op ruime afstand van de stiltegebieden voor de Friese kust.

In *Afbeelding 2-2* is aanvullend ook de 40 dB(A) contour van de snelweg gepresenteerd.

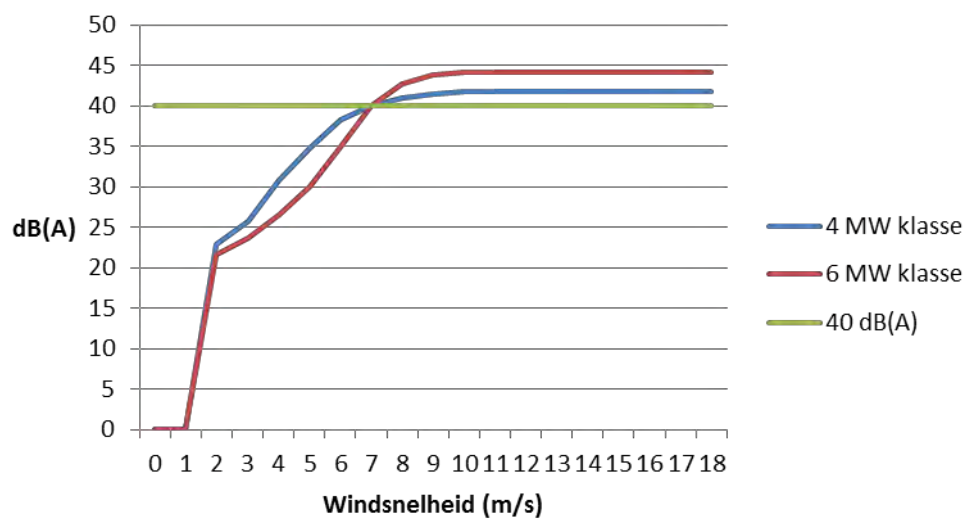
Afbeelding 2-2: Alternatief 1, 40 dB(A) contour windpark en 40 dB(A) contour snelweg



De geluidsniveaus ten gevolge van het geluid van de windturbines zijn dermate beperkt dat verwacht mag worden dat deze geen (alternatief 3 en 4) tot een verwaarloosbare (alternatief 1 en 2) invloed hebben op de rust of natuurlijk heersende rust in het stiltegebied Waddenzee. Bij hogere windsnelheden zal het optredende geluidniveau beperkt hoger zijn (circa 1,5 dB(A), zie *Afbeelding 2-3*). Echter zal daarbij ook maskering van het windturbinegeluid plaatsvinden ten gevolge van de overige aanwezige geluidsbronnen als wind, water (bij hogere windsnelheden) en ook wegverkeer.

Geconcludeerd wordt dat naar verwachting de natuurlijk heersende rust in de stiltegebieden wordt 'beschermd'.

Afbeelding 2-3: Geluidsdruk op 40 dB(A) contour bij windsnelheid



3. Onderzoek slagschaduw

3.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties tussen 2,5 en 14 Hz als erg storend worden ervaren en schadelijk kunnen zijn. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

In artikel 3.14 onder 4. van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling⁹ is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden¹⁰. In het kader van dit onderzoek wordt dit artikel als volgt geïnterpreteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken;
- De eventuele schaduw van turbine op een grotere afstand dan twaalf maal de rotordiameter wordt verwaarloosd;
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopgang en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing;
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduwdagen van afzonderlijke turbine opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen;
- Er is volgens het Activiteitenbesluit een stilstandsvoorziening op een turbine nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw gemiddeld meer is dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag. Voor zover zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige gebouwen of woonwagens zich ramen bevinden. Een strengere beoordeling waarmee zeker voldaan wordt aan de norm uit het Activiteitenbesluit is maximaal zes uren per jaar slagschaduwhinder (worst case benadering en voorgestelde streefwaarde). Deze waarde is gehanteerd voor de effectbepaling.

3.2 Schaduwgebied

Bij de opkomst en de ondergang van de zon kan de schaduw van een turbine aan de westkant en aan de oostkant ver reiken. Op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter (1.440 en 1.848 m) wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het schaduwgebied begrensd omdat de zon in het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

⁹ Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).

¹⁰ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

3.3 Potentiële schaduw

Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon en een minimale zonhoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële hinderduur is een theoretisch maximum. Hieruit is de verwachte hinderduur berekend door het toepassen van correcties. Als gevolg van deze correcties is de verwachte hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële hinderduur.

De nauwkeurigheid waarmee de potentiële schaduwduur is berekend is relatief hoog. Deze nauwkeurigheid is afhankelijk van de invoer van de geometrie en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald. De correcties om te komen tot de verwachte hinderduur zijn echter een voorspelling op basis van de geschiedenis. De meteogegevens zijn bepaald op basis van gemiddelde gemeten data over twintig jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden niet veel zullen veranderen maar dit blijft onzeker. In het weer treden grote dagelijkse verschillen op en ook variëren de jaargemiddelde gegevens nog behoorlijk.

3.3.1 Zonneschijn

Schaduw is er alleen als de zon schijnt. Deze correctie is gebaseerd op het percentage van de daglengte dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in de betreffende maand. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van nabijgelegen meteostations.

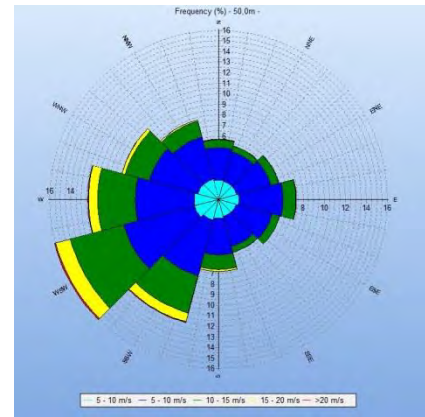
Grafiek 3-1: fractie zonneschijn.



3.3.2 Oriëntatie

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwrichting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwrichting treedt er geen of nauwelijks lichtflikkering op. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. De percentages zijn ontleend aan meerjarige MERRA data (Modern-Era Retrospective analyses for Research and Applications) op 50 meter hoogte van 1983 tot 2013. Afhankelijk van de richting van waaruit de turbine wordt gezien ligt deze correctie tussen circa 55% en 75%.

Grafiek 3-2: distributie windrichtingen.



3.3.3 Bedrijfstijd

Slagschaduwhinder treedt alleen op als de rotor draait. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windsnelheden. Windturbines zijn veelal 80% tot 95% van de tijd in bedrijf. In de berekening is hiervoor geen correctie opgenomen, er wordt conservatief uitgegaan van 100% bedrijfstijd.

3.4 Rekenresultaten

Van de varianten zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend met het programma *WindPRO*® versie 2.9.207. Details van de invoergegevens en de rekenresultaten zijn gegeven in bijlage 4.

In figuur 7 tot en met figuur 10 is met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt. Eerder is aangegeven dat uit wordt gegaan van een waarde van maximaal 6 uur ten behoeve van de beoordeling ten opzichte van de norm uit het Activiteitenbesluit voor de maximale slagschaduwduur. Ten behoeve van een goede visuele interpretatie is de 5 uurcontour weergegeven. Overschrijding van de voorgestelde norm voor de jaarlijkse hinderduur kan optreden bij de woningen binnen de rode 5 uurcontour. Bij woningen buiten de rode 5 uurcontour wordt aan de voorgestelde norm voor de maximale hinderduur voldaan (immers een 6 uur berekeningswaarde ligt binnen de 5 uurcontour). De berekening is uitgevoerd voor een raster met punten, waarbij geen rekening is gehouden met de afmetingen van gevels met ramen.

3.5 Hinderduur bij woningen

De jaarlijkse hinderduur bij één rekenpunt, de woonboot in de zuiderhaven te Breezanddijk rekenpuntnummer 1, is berekend. Bij de beoordeling van slagschaduwhinder wordt niet uitgegaan van een bepaalde positie maar van een gevelvlak dat alle ramen omvat. Vanwege de afmetingen van dat vlak duurt de schaduwpassage langs het vlak wat langer dan de passage langs een punt. Voor de gevelhoogte is uitgegaan van 2,5 m en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3-1. Hierin is voor de woonboot voor de varianten 1 tot en met 4 de potentiële jaarlijkse hinderduur aangegeven, het aantal

dagen per jaar waarop hinder kan optreden, de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar (tijden in uu:mm; uren en minuten).

Tabel 3-1: jaarlijkse schaduwduren bij de woonboot [uu:mm], variant 1 t/m 4 windpark Fryslân.

nr	woonboot Breezanddijk	potentiële schaduwduur	potentiële schaduw-dagen	maximale passageduur	verwachte hinderduur
1	variant 1	31:25	123	0:37	5:40
1	variant 2	11:53	75	0:24	2:30
1	variant 3	10:55	55	0:23	2:12
1	Variant 4	11:27	54	0:25	2:27

Voor alle varianten wordt op de woonboot Breezanddijk voldaan aan de voorge-stelde normstelling van maximaal zes uur slagschaduw-hinder per jaar.

Binnen een afstand van circa 480 m vanaf de turbine kan de zon volledig bedekt worden door een rotorblad. De rotor moet dan haaks staan op de richting van de zon. De schaduw is dan maximaal en wordt als meer hinderlijk ervaren. Op gro-tere afstanden is de schaduw nooit volledig.

Flikkerfrequenties vanaf 2,5 Hz worden als erg storend ervaren en kunnen schade-lijk zijn. De frequenties van de lichtflikkeringen licht voor slagschaduw ten gevolge van de windturbines in de onderzochte scenario's tussen 0,25 en 0,65 Hz.

4. Productie

Een windturbine 'vangt' wind om de rotor te laten draaien en hiermee elektriciteit op te wekken. De windsnelheid achter de turbine zal afnemen waardoor er een negatief effect optreedt op de productie van nabijgelegen windturbines binnen de invloedssfeer van de voorste turbine. In het onderzoek naar productierendement (som van het park gedeeld door de som van de solitaire turbines) zijn de optredende effecten meegenomen op de jaarlijkse elektriciteitsproductie gebaseerd op het lokale windklimaat en de winddistributie.

4.1 Berekeningsmethodiek

Om de verwachte productie van een windpark te kunnen berekenen dient het lokale windklimaat bekend te zijn. Omdat er geen windmetingen op de locatie zijn uitgevoerd dient het verwachte windklimaat berekend te worden. Het regionaal windklimaat is berekend uit (langjarige) windmetingen (observed wind climate) op een locatie. Door de invloeden van obstakels, terreinruwheid en hoogteverschillen uit de gemeten winddata te halen ontstaat een hypothetisch windklimaat. Door dit regionaal windklimaat te verplaatsen naar de windparklocatie en weer op dezelfde manier te corrigeren voor de hoogteverschillen, de terreinruwheid en de obstakels op de locatie, is het windklimaat op locatie te berekenen (predicted wind climate).

In het onderzoek wordt bepaald welke opbrengsten en verliezen (in percentages) in de vier varianten worden verwacht, met en zonder mitigerende maatregelen voor akoestiek. Hierbij zijn modelberekeningen uitgevoerd met *WindPRO*[®] versie 3.0.578 en *WAsP*[®].

In *WindPRO*[®] is een model van de locatie opgebouwd, bestaande uit een topografische kaart van de locatie en omgeving, de windturbinelocaties en de hoogtelijnen en de ruwheidskartering van de omgeving rondom de locatie.

4.2 Windklimaat locatie

Op basis van de verschillende invoerparameters is het lokale windklimaat berekend. De gemiddelde windsnelheid op 95 meter hoogte op locatie is indicatief berekend op 9,10 m/s met een weibull van A is 10,24 en k is 2,28. De gemiddeld windsnelheid op 105 meter hoogte op locatie is berekend op 8,69 m/s met een weibull k van 2,64. In Grafiek 4-1 en Grafiek 4-2 is het windklimaat op een hoogte van +95 en +105 m grafisch weergegeven.

Grafiek 4-1: indicatief windklimaat +95 m; windpark Fryslân.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculatiedat:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 1 **Wind data:** A - Site data IJsselmeer; Hub height: 95,0

Site coordinates

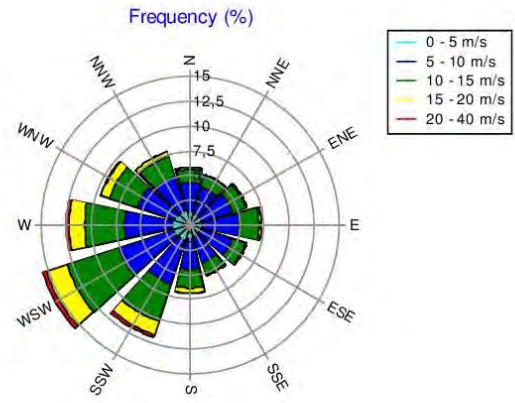
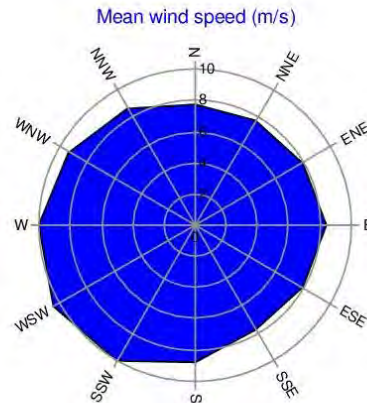
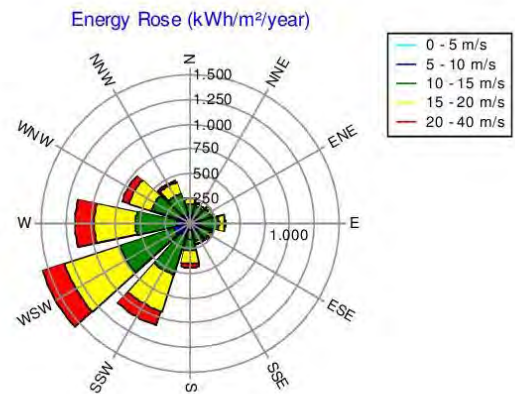
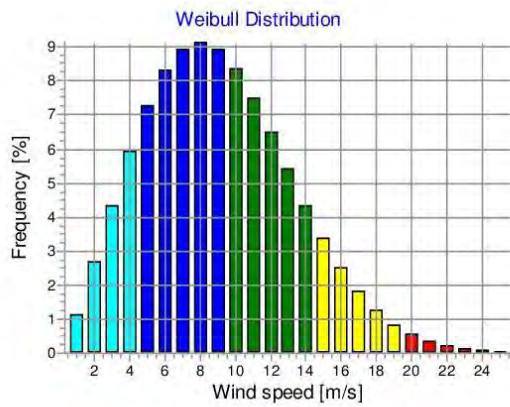
Dutch Stereo-RD/NAP 2000
East: 146.732 North: 557.112

Wind statistics

NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wws

Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	8,78	7,78	2,275	5,8
1 NNE	8,68	7,70	2,494	5,3
2 ENE	8,93	7,93	2,596	6,0
3 E	9,46	8,40	2,635	7,2
4 ESE	8,91	7,93	2,682	6,0
5 SSE	8,74	7,75	2,467	5,3
6 S	9,89	8,76	2,178	6,9
7 SSW	11,35	10,06	2,369	11,9
8 WSW	11,84	10,50	2,479	15,6
9 W	11,30	10,01	2,275	12,5
10 WNW	10,56	9,36	2,299	9,6
11 NNW	9,74	8,63	2,299	7,8
All	10,27	9,10	2,275	100,0



Grafiek 4-2: windklimaat +105 m; windpark Fryslân.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 3 **Wind data:** A - Site data IJsselmeer; Hub height: 105,0

Site coordinates

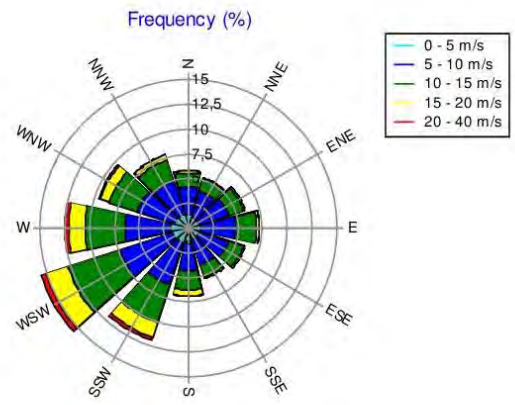
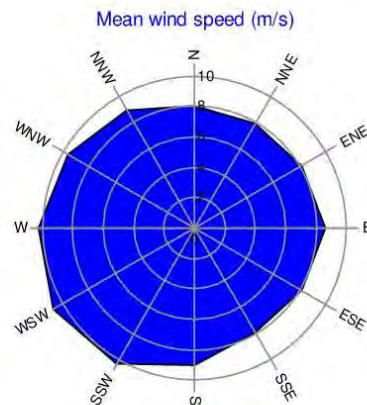
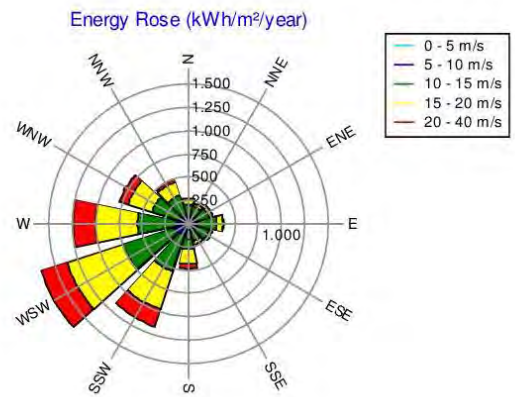
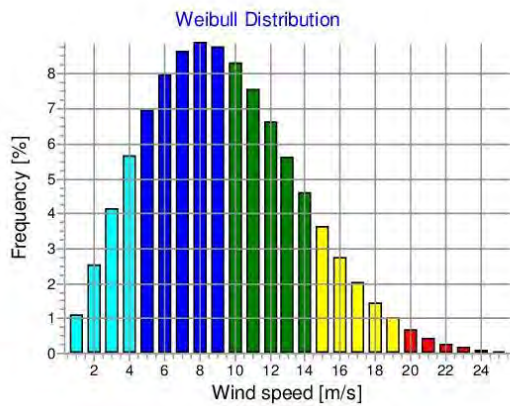
Dutch Stereo-RD/NAP 2000
East: 146.732 North: 557.112

Wind statistics

NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wws

Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	9,03	8,00	2,264	5,8
1 NNE	8,93	7,92	2,486	5,3
2 ENE	9,16	8,13	2,588	6,0
3 E	9,68	8,61	2,631	7,2
4 ESE	9,16	8,15	2,674	6,0
5 SSE	8,99	7,97	2,455	5,3
6 S	10,16	9,00	2,166	6,9
7 SSW	11,61	10,29	2,357	11,9
8 WSW	12,09	10,72	2,471	15,6
9 W	11,56	10,24	2,264	12,5
10 WNW	10,84	9,60	2,287	9,6
11 NNW	10,02	8,87	2,287	7,8
All	10,53	9,32	2,271	100,0



4.3 Rekenresultaten

Van de vier varianten is de te verwachten netto productie van windpark Fryslân berekend. Rekening is gehouden met de verliezen door parkrendement (wake effecten¹¹) en mitigerende maatregelen voor akoestiek. Details van de invoergegevens en rekenresultaten zijn gegeven in bijlage 5. In Tabel 4-1 zijn de resultaten voor de varianten samengevat.

Tabel 4-1: indicatieve productie variant 1 t/m 4 windpark Fryslân.

variant	productie [GWh/jr]	verliezen [%]				productie [GWh/jr]
		wake	mitigatie		totaal	
	bruto		akoestiek	slagschaduw		netto
1	1.157	15,70%	0,07%	--	15,77%	974
2	1.750	18,10%	--	--	18,10%	1.434
3	1,397	12,70%	--	--	12,70%	1.220
4	1.930	14,00%	--	--	14,00%	1.661

¹¹ Windturbines halen energie uit de wind en benedenwinds ontstaan turbulenties vanwege de turbine waardoor de windsnelheid afneemt. Verderop benedenwinds expandeert de turbulentie en hersteld zich (uiteindelijk) weer naar vrije windstroom condities. Het wake effect is de invloed op de energieproductie door deze windsnelheidsverandering.

5. Bespreking

Voor het te realiseren windpark Fryslân in de gemeente Súdwest Fryslân geprojecteerd in het Friese deel van het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk, is een akoestisch onderzoek, een onderzoek naar slagschaduw en zijn productieberekeningen uitgevoerd. Er zijn vier varianten met twee typen windturbines onderzocht, namelijk Siemens SWT-3.6-120 turbines met een ashoogte van 95 meter en Siemens SWT-6.0-154 turbines met een ashoogte van 105 meter in verschillende raster- en lijnconfiguraties.

Akoestisch onderzoek.

De geluidniveaus bij de woningen van derden voldoen in alle varianten aan de norm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB. Voor variant 1 dient hierbij wel voor de nachtperiode de instellingen van turbinenummer 16 te worden gewijzigd, zogenaamde mitigerende maatregel. Met deze instelling wordt de geluidbronsterkte van de turbine gereduceerd. De geluidvoorziening gaan enigszins ten koste van de energieproductie.

Het transformatorstation zelf voldoet aan de voorkeursgrenswaarde op basis van de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening.

Verder zijn de akoestische effecten beneden de norm bepaald. Voor de cumulatieve effecten van het transformatorstation van het eigen windpark, de relevante verkeersweg A7 Afsluitdijk, de scheepvaartroutes door de Lorentz Sluizen en de laagvliegroute EHR4 Vliehors is de akoestische leefkwaliteit beschouwd ter plaatse van de geluidgevoelige bestemmingen.

Op grond van de ligging van de 40 dB(A) – contour en het verband tussen het geluidbronvermogen en de momentane windsnelheid kan worden verwacht dat de natuurlijk heersende rust in de stiltegebieden voldoende wordt 'beschermd'.

Onderzoek naar slagschaduw.

Bij de woning van derden wordt in alle varianten voldaan aan de normstelling van zes uur slagschaduwhinder per jaar.

Productieberekening.

De verwachte indicatieve bruto jaarproductie van de vier varianten van het windpark Fryslân varieert tussen circa 1.157 en 1.930 GWh/jr. De indicatieve netto jaarproductie, inclusief maatregelen voor akoestiek, wordt ingeschat tussen circa 974 en 1.661 GWh/jr.



A.U.G. Beltau.

Bronsterkte	Het geluid dat de windturbine op ashoogte produceert ter plaatse van de turbine.
Flikkerfrequentie	Het aantal passages per seconde van een rotorblad. Flikkerfrequenties boven 2,5 Hz (2,5 passages per seconde) zijn zeer hinderlijk voor mensen maar komen bij grotere windturbines niet voor.
Gevoelige bestemming	Woningen zijn gevoelige bestemmingen, waarbij wettelijk geluidhinder onderzocht moet worden. Onderzoek naar slagschaduwhinder is niet wettelijk verplicht maar wordt geadviseerd indien gevoelige bestemmingen binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter aanwezig zijn. Kantoren en gebouwen op industrieterreinen zijn geen gevoelige objecten.
Gevelvlak	De slagschaduw wordt niet getoetst op een enkel punt maar op een vlak dat alle ramen van een verblijfsruimte omvat. In dit onderzoek wordt een vlak beoordeeld met een geprojecteerde breedte van acht meter en een hoogte van vijf meter.
Hz, Hertz	Frequentie. 1 Hz is één keer per seconde. 5 Hz is vijf keer per seconde.
Hinderduur	De hinderduur is de verwachte gemiddelde duur per jaar van hinderlijke slagschaduw op de gevel. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor de maandelijkse kans op zon, de kans op het draaien van de rotor en de richting van het rotorvlak. Als een jaar zonniger is dan gemiddeld kan de hinderduur langer zijn dan de gemiddelde hinderduur.
L_{den}	Het jaargemiddelde geluidniveau.
L_E	Emissieterm, jaargemiddelde bronsterkte.
L_{day}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag.
L_{eve}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond.
L_{night}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht.
Lichtflikkeringen	Als de schaduw van een rotorblad langs het gevelvlak gaat zal verschil in lichtintensiteit optreden. Het aantal lichtflikkeringen per periode bepaalt de flikkerfrequentie.
Meteogegevens	Statistische gegevens van meetstations in de omgeving van de windturbine. De meteogegevens bevatten de distributies van windsnelheden en windrichtingen en de maandelijkse kans op zonnenschijn.
Passageduur	De maximale duur op een dag van de schaduw op (een deel van) het gevelvlak. Hierbij wordt uitgegaan van continu zonnenschijn en de meest ongunstige richting van het rotorvlak.

Potentiële schaduwduur

De jaarlijkse duur van de schaduw over het gevelvlak indien de zon altijd schijnt, de turbine altijd in werking is en de richting van de rotor altijd dwars staat op de lijn van de turbine naar de woning.

Slagschaduw

Bewegende schaduw van de draaiende rotorbladen. Bij slagschaduw op een raam wordt het afwisselend licht en donker in de verblijfsruimte. Buiten is dit minder hinderlijk omdat het licht dan vanuit meerdere richtingen komt.

Stilstandsvoorziening

Instellingen voor de turbine waardoor deze stilgezet kan worden indien anders de norm voor slagschaduw hinder zou worden overschreden zou worden. Een stilstandsvoorziening kan als optie geïnstalleerd worden. De voorziening moet automatisch werken.

Windturbine
Schermen

Id	Omschr	Hoogte	Cp	Rf
1	Dijklichaam	7,10	2 dB	0,20
2	Dijklichaam	7,10	2 dB	0,20

Hulpvlak

Id	Omschr	Hoogte	MV	Opp
1	Laagvliegroute EHR4	0,00	0,00	587087616

Rekenpunten

Id	Omschrijving	X	Y	Hoogte
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	142817,01	559057,04	1,50
2	Grens stiltegebied Waddenzee	141974,00	558794,00	1,50
4	Grens stiltegebied Waddenzee	144094,00	560563,00	1,50
6	Grens stiltegebied Waddenzee	145542,00	561859,00	1,50
8	Grens stiltegebied Waddenzee	146808,00	562941,00	1,50
10	Grens stiltegebied Waddenzee	148317,00	564298,00	1,50
12	Grens stiltegebied Waddenzee	150071,00	565091,00	1,50
14	Grens stiltegebied Waddenzee	150955,00	565884,00	1,50
16	Grens stiltegebied Friese kust	151855,00	564253,00	1,50
17	Grens stiltegebied Friese kust	154005,00	563094,00	1,50
18	Grens stiltegebied Friese kust	154264,00	561813,00	1,50
19	Kampeerplaats Het Wad	142963,25	559191,87	1,50
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied	144194,52	561869,61	1,50
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied	143495,12	562578,99	1,50
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied	141386,95	564717,15	1,50
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied	137859,99	568294,06	1,50
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	144201,87	560451,90	1,50
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	148457,42	564137,84	1,50
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	151645,82	565126,06	5,00

Rekenraaster

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	Maaiveld	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
1	Grid	133387,86	544088,26	1,50	0,00	200	200	137	139

Geluidbronnen geometrie
Variant 1

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	MV
1	Siemens SWT3.6-120	145666,13	560667,92	95,00	0,00
2	Siemens SWT3.6-120	146366,13	560667,92	95,00	0,00
3	Siemens SWT3.6-120	147066,13	560667,92	95,00	0,00
4	Siemens SWT3.6-120	144967,63	560048,79	95,00	0,00
5	Siemens SWT3.6-120	145667,63	560048,79	95,00	0,00
6	Siemens SWT3.6-120	146367,63	560048,79	95,00	0,00
7	Siemens SWT3.6-120	147067,63	560048,79	95,00	0,00
8	Siemens SWT3.6-120	147767,63	560048,79	95,00	0,00
9	Siemens SWT3.6-120	144267,01	559438,13	95,00	0,00
10	Siemens SWT3.6-120	144967,01	559438,13	95,00	0,00
11	Siemens SWT3.6-120	145667,01	559438,13	95,00	0,00
12	Siemens SWT3.6-120	146367,01	559438,13	95,00	0,00
13	Siemens SWT3.6-120	147067,01	559438,13	95,00	0,00
14	Siemens SWT3.6-120	147767,01	559438,13	95,00	0,00
15	Siemens SWT3.6-120	148467,01	559438,13	95,00	0,00
16	Siemens SWT3.6-120	143562,69	558834,35	95,00	0,00
17	Siemens SWT3.6-120	144262,69	558834,35	95,00	0,00
18	Siemens SWT3.6-120	144962,69	558834,35	95,00	0,00
19	Siemens SWT3.6-120	145662,69	558834,35	95,00	0,00
20	Siemens SWT3.6-120	146362,69	558834,35	95,00	0,00

21	Siemens SWT3.6-120	147062,69	558834,35	95,00	0,00
22	Siemens SWT3.6-120	147762,69	558834,35	95,00	0,00
23	Siemens SWT3.6-120	148462,69	558834,35	95,00	0,00
24	Siemens SWT3.6-120	149162,69	558834,35	95,00	0,00
25	Siemens SWT3.6-120	143561,36	558239,04	95,00	0,00
26	Siemens SWT3.6-120	144261,36	558239,04	95,00	0,00
27	Siemens SWT3.6-120	144961,36	558239,04	95,00	0,00
28	Siemens SWT3.6-120	145661,36	558239,04	95,00	0,00
29	Siemens SWT3.6-120	146361,36	558239,04	95,00	0,00
30	Siemens SWT3.6-120	147061,36	558239,04	95,00	0,00
31	Siemens SWT3.6-120	147761,36	558239,04	95,00	0,00
32	Siemens SWT3.6-120	148461,36	558239,04	95,00	0,00
33	Siemens SWT3.6-120	149161,36	558239,04	95,00	0,00
34	Siemens SWT3.6-120	143563,35	557643,72	95,00	0,00
35	Siemens SWT3.6-120	144263,35	557643,72	95,00	0,00
36	Siemens SWT3.6-120	144963,35	557643,72	95,00	0,00
37	Siemens SWT3.6-120	145663,35	557643,72	95,00	0,00
38	Siemens SWT3.6-120	146363,35	557643,72	95,00	0,00
39	Siemens SWT3.6-120	147063,35	557643,72	95,00	0,00
40	Siemens SWT3.6-120	147763,35	557643,72	95,00	0,00
41	Siemens SWT3.6-120	148463,35	557643,72	95,00	0,00
42	Siemens SWT3.6-120	149163,35	557643,72	95,00	0,00
43	Siemens SWT3.6-120	143562,03	557048,41	95,00	0,00
44	Siemens SWT3.6-120	144262,03	557048,41	95,00	0,00
45	Siemens SWT3.6-120	144962,03	557048,41	95,00	0,00
46	Siemens SWT3.6-120	145662,03	557048,41	95,00	0,00
47	Siemens SWT3.6-120	146362,03	557048,41	95,00	0,00
48	Siemens SWT3.6-120	147062,03	557048,41	95,00	0,00
49	Siemens SWT3.6-120	147762,03	557048,41	95,00	0,00
50	Siemens SWT3.6-120	148462,03	557048,41	95,00	0,00
51	Siemens SWT3.6-120	149162,03	557048,41	95,00	0,00
52	Siemens SWT3.6-120	144264,01	556453,10	95,00	0,00
53	Siemens SWT3.6-120	144964,01	556453,10	95,00	0,00
54	Siemens SWT3.6-120	145664,01	556453,10	95,00	0,00
55	Siemens SWT3.6-120	146364,01	556453,10	95,00	0,00
56	Siemens SWT3.6-120	147064,01	556453,10	95,00	0,00
57	Siemens SWT3.6-120	147764,01	556453,10	95,00	0,00
58	Siemens SWT3.6-120	148464,01	556453,10	95,00	0,00
59	Siemens SWT3.6-120	144962,69	555857,78	95,00	0,00
60	Siemens SWT3.6-120	145662,69	555857,78	95,00	0,00
61	Siemens SWT3.6-120	146362,69	555857,78	95,00	0,00
62	Siemens SWT3.6-120	147062,69	555857,78	95,00	0,00
63	Siemens SWT3.6-120	147762,69	555857,78	95,00	0,00
64	Siemens SWT3.6-120	145667,98	555262,47	95,00	0,00
65	Siemens SWT3.6-120	146367,98	555262,47	95,00	0,00
66	Siemens SWT3.6-120	147067,98	555262,47	95,00	0,00

Variant 2

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	MV
100	Siemens SWT3.6-120	146028,05	560676,89	95,00	0,00
101	Siemens SWT3.6-120	146628,05	560676,89	95,00	0,00
102	Siemens SWT3.6-120	147228,05	560676,89	95,00	0,00
103	Siemens SWT3.6-120	145051,74	559954,58	95,00	0,00
104	Siemens SWT3.6-120	145651,74	559954,58	95,00	0,00
105	Siemens SWT3.6-120	146251,74	559954,58	95,00	0,00
106	Siemens SWT3.6-120	146851,74	559954,58	95,00	0,00
107	Siemens SWT3.6-120	147451,74	559954,58	95,00	0,00
108	Siemens SWT3.6-120	148051,74	559954,58	95,00	0,00
109	Siemens SWT3.6-120	144077,15	559231,58	95,00	0,00
110	Siemens SWT3.6-120	144677,15	559231,58	95,00	0,00
111	Siemens SWT3.6-120	145277,15	559231,58	95,00	0,00
112	Siemens SWT3.6-120	145877,15	559231,58	95,00	0,00
113	Siemens SWT3.6-120	146477,15	559231,58	95,00	0,00
114	Siemens SWT3.6-120	147077,15	559231,58	95,00	0,00

115	Siemens SWT3.6-120	147677,15	559231,58	95,00	0,00
116	Siemens SWT3.6-120	148277,15	559231,58	95,00	0,00
117	Siemens SWT3.6-120	148877,15	559231,58	95,00	0,00
118	Siemens SWT3.6-120	143702,18	558508,10	95,00	0,00
119	Siemens SWT3.6-120	144302,18	558508,10	95,00	0,00
120	Siemens SWT3.6-120	144902,18	558508,10	95,00	0,00
121	Siemens SWT3.6-120	145502,18	558508,10	95,00	0,00
122	Siemens SWT3.6-120	146102,18	558508,10	95,00	0,00
123	Siemens SWT3.6-120	146702,18	558508,10	95,00	0,00
124	Siemens SWT3.6-120	147302,18	558508,10	95,00	0,00
125	Siemens SWT3.6-120	147902,18	558508,10	95,00	0,00
126	Siemens SWT3.6-120	148502,18	558508,10	95,00	0,00
127	Siemens SWT3.6-120	149102,18	558508,10	95,00	0,00
128	Siemens SWT3.6-120	143323,08	557795,66	95,00	0,00
129	Siemens SWT3.6-120	143923,08	557795,66	95,00	0,00
130	Siemens SWT3.6-120	144523,08	557795,66	95,00	0,00
131	Siemens SWT3.6-120	145123,08	557795,66	95,00	0,00
132	Siemens SWT3.6-120	145723,08	557795,66	95,00	0,00
133	Siemens SWT3.6-120	146323,08	557795,66	95,00	0,00
134	Siemens SWT3.6-120	146923,08	557795,66	95,00	0,00
135	Siemens SWT3.6-120	147523,08	557795,66	95,00	0,00
136	Siemens SWT3.6-120	148123,08	557795,66	95,00	0,00
137	Siemens SWT3.6-120	148723,08	557795,66	95,00	0,00
138	Siemens SWT3.6-120	149323,08	557795,66	95,00	0,00
139	Siemens SWT3.6-120	143554,99	557089,75	95,00	0,00
140	Siemens SWT3.6-120	144154,99	557089,75	95,00	0,00
141	Siemens SWT3.6-120	144754,99	557089,75	95,00	0,00
142	Siemens SWT3.6-120	145354,99	557089,75	95,00	0,00
143	Siemens SWT3.6-120	145954,99	557089,75	95,00	0,00
144	Siemens SWT3.6-120	146554,99	557089,75	95,00	0,00
145	Siemens SWT3.6-120	147154,99	557089,75	95,00	0,00
146	Siemens SWT3.6-120	147754,99	557089,75	95,00	0,00
147	Siemens SWT3.6-120	148354,99	557089,75	95,00	0,00
148	Siemens SWT3.6-120	148954,99	557089,75	95,00	0,00
149	Siemens SWT3.6-120	149554,99	557089,75	95,00	0,00
150	Siemens SWT3.6-120	143814,03	556435,95	95,00	0,00
151	Siemens SWT3.6-120	144414,03	556435,95	95,00	0,00
152	Siemens SWT3.6-120	145014,03	556435,95	95,00	0,00
153	Siemens SWT3.6-120	145614,03	556435,95	95,00	0,00
154	Siemens SWT3.6-120	146214,03	556435,95	95,00	0,00
155	Siemens SWT3.6-120	146814,03	556435,95	95,00	0,00
156	Siemens SWT3.6-120	147414,03	556435,95	95,00	0,00
157	Siemens SWT3.6-120	148014,03	556435,95	95,00	0,00
158	Siemens SWT3.6-120	148614,03	556435,95	95,00	0,00
159	Siemens SWT3.6-120	149214,03	556435,95	95,00	0,00
160	Siemens SWT3.6-120	149814,03	556435,95	95,00	0,00
161	Siemens SWT3.6-120	144062,75	555765,39	95,00	0,00
162	Siemens SWT3.6-120	144662,75	555765,39	95,00	0,00
163	Siemens SWT3.6-120	145262,75	555765,39	95,00	0,00
164	Siemens SWT3.6-120	145862,75	555765,39	95,00	0,00
165	Siemens SWT3.6-120	146462,75	555765,39	95,00	0,00
166	Siemens SWT3.6-120	147062,75	555765,39	95,00	0,00
167	Siemens SWT3.6-120	147662,75	555765,39	95,00	0,00
168	Siemens SWT3.6-120	148262,75	555765,39	95,00	0,00
169	Siemens SWT3.6-120	148862,75	555765,39	95,00	0,00
170	Siemens SWT3.6-120	149462,75	555765,39	95,00	0,00
171	Siemens SWT3.6-120	150062,75	555765,39	95,00	0,00
172	Siemens SWT3.6-120	144315,31	555111,59	95,00	0,00
173	Siemens SWT3.6-120	144915,31	555111,59	95,00	0,00
174	Siemens SWT3.6-120	145515,31	555111,59	95,00	0,00

175	Siemens SWT3.6-120	146115,31	555111,59	95,00	0,00
176	Siemens SWT3.6-120	146715,31	555111,59	95,00	0,00
177	Siemens SWT3.6-120	147315,31	555111,59	95,00	0,00
178	Siemens SWT3.6-120	147915,31	555111,59	95,00	0,00
179	Siemens SWT3.6-120	148515,31	555111,59	95,00	0,00
180	Siemens SWT3.6-120	149115,31	555111,59	95,00	0,00
181	Siemens SWT3.6-120	149715,31	555111,59	95,00	0,00
182	Siemens SWT3.6-120	144580,43	554459,38	95,00	0,00
183	Siemens SWT3.6-120	145180,43	554459,38	95,00	0,00
184	Siemens SWT3.6-120	145780,43	554459,38	95,00	0,00
185	Siemens SWT3.6-120	146380,43	554459,38	95,00	0,00
186	Siemens SWT3.6-120	146980,43	554459,38	95,00	0,00
187	Siemens SWT3.6-120	147580,43	554459,38	95,00	0,00
188	Siemens SWT3.6-120	148180,43	554459,38	95,00	0,00
189	Siemens SWT3.6-120	148780,43	554459,38	95,00	0,00
190	Siemens SWT3.6-120	149380,43	554459,38	95,00	0,00
191	Siemens SWT3.6-120	145440,62	553787,23	95,00	0,00
192	Siemens SWT3.6-120	146040,62	553787,23	95,00	0,00
193	Siemens SWT3.6-120	146640,62	553787,23	95,00	0,00
194	Siemens SWT3.6-120	147240,62	553787,23	95,00	0,00
195	Siemens SWT3.6-120	147840,62	553787,23	95,00	0,00
196	Siemens SWT3.6-120	148440,62	553787,23	95,00	0,00
197	Siemens SWT3.6-120	146288,91	553117,73	95,00	0,00
198	Siemens SWT3.6-120	146888,91	553117,73	95,00	0,00
199	Siemens SWT3.6-120	147488,91	553117,73	95,00	0,00

Variant 3

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	MV
200	Siemens SWT6.0-154	145390,13	560041,68	105,00	0,00
201	Siemens SWT6.0-154	146160,13	560041,68	105,00	0,00
202	Siemens SWT6.0-154	146930,13	560041,68	105,00	0,00
203	Siemens SWT6.0-154	147700,13	560041,68	105,00	0,00
204	Siemens SWT6.0-154	144250,24	559180,46	105,00	0,00
205	Siemens SWT6.0-154	145020,24	559180,46	105,00	0,00
206	Siemens SWT6.0-154	145790,24	559180,46	105,00	0,00
207	Siemens SWT6.0-154	146560,24	559180,46	105,00	0,00
208	Siemens SWT6.0-154	147330,24	559180,46	105,00	0,00
209	Siemens SWT6.0-154	148100,24	559180,46	105,00	0,00
210	Siemens SWT6.0-154	148870,24	559180,46	105,00	0,00
211	Siemens SWT6.0-154	143870,76	558299,27	105,00	0,00
212	Siemens SWT6.0-154	144640,76	558299,27	105,00	0,00
213	Siemens SWT6.0-154	145410,76	558299,27	105,00	0,00
214	Siemens SWT6.0-154	146180,76	558299,27	105,00	0,00
215	Siemens SWT6.0-154	146950,76	558299,27	105,00	0,00
216	Siemens SWT6.0-154	147720,76	558299,27	105,00	0,00
217	Siemens SWT6.0-154	148490,76	558299,27	105,00	0,00
218	Siemens SWT6.0-154	149260,76	558299,27	105,00	0,00
219	Siemens SWT6.0-154	143496,97	557426,80	105,00	0,00
220	Siemens SWT6.0-154	144266,97	557426,80	105,00	0,00
221	Siemens SWT6.0-154	145036,97	557426,80	105,00	0,00
222	Siemens SWT6.0-154	145806,97	557426,80	105,00	0,00
223	Siemens SWT6.0-154	146576,97	557426,80	105,00	0,00
224	Siemens SWT6.0-154	147346,97	557426,80	105,00	0,00
225	Siemens SWT6.0-154	148116,97	557426,80	105,00	0,00
226	Siemens SWT6.0-154	148886,97	557426,80	105,00	0,00
227	Siemens SWT6.0-154	149656,97	557426,80	105,00	0,00
228	Siemens SWT6.0-154	143894,11	556563,60	105,00	0,00
229	Siemens SWT6.0-154	144664,11	556563,60	105,00	0,00
230	Siemens SWT6.0-154	145434,11	556563,60	105,00	0,00
231	Siemens SWT6.0-154	146204,11	556563,60	105,00	0,00
232	Siemens SWT6.0-154	146974,11	556563,60	105,00	0,00
233	Siemens SWT6.0-154	147744,11	556563,60	105,00	0,00
234	Siemens SWT6.0-154	148514,11	556563,60	105,00	0,00

235	Siemens SWT6.0-154	149284,11	556563,60	105,00	0,00
236	Siemens SWT6.0-154	144296,02	555691,13	105,00	0,00
237	Siemens SWT6.0-154	145066,02	555691,13	105,00	0,00
238	Siemens SWT6.0-154	145836,02	555691,13	105,00	0,00
239	Siemens SWT6.0-154	146606,02	555691,13	105,00	0,00
240	Siemens SWT6.0-154	147376,02	555691,13	105,00	0,00
241	Siemens SWT6.0-154	148146,02	555691,13	105,00	0,00
242	Siemens SWT6.0-154	148916,02	555691,13	105,00	0,00
243	Siemens SWT6.0-154	145445,03	554805,17	105,00	0,00
244	Siemens SWT6.0-154	146215,03	554805,17	105,00	0,00
245	Siemens SWT6.0-154	146985,03	554805,17	105,00	0,00
246	Siemens SWT6.0-154	147755,03	554805,17	105,00	0,00

Variant 4

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	MV
300	Siemens SWT6.0-154	145531,53	560163,94	105,00	0,00
301	Siemens SWT6.0-154	146301,53	560163,94	105,00	0,00
302	Siemens SWT6.0-154	147071,53	560163,94	105,00	0,00
303	Siemens SWT6.0-154	147841,53	560163,94	105,00	0,00
304	Siemens SWT6.0-154	144310,15	559301,13	105,00	0,00
305	Siemens SWT6.0-154	145080,15	559301,13	105,00	0,00
306	Siemens SWT6.0-154	145850,15	559301,13	105,00	0,00
307	Siemens SWT6.0-154	146620,15	559301,13	105,00	0,00
308	Siemens SWT6.0-154	147390,15	559301,13	105,00	0,00
309	Siemens SWT6.0-154	148160,15	559301,13	105,00	0,00
310	Siemens SWT6.0-154	148930,15	559301,13	105,00	0,00
311	Siemens SWT6.0-154	143852,61	558422,85	105,00	0,00
312	Siemens SWT6.0-154	144622,61	558422,85	105,00	0,00
313	Siemens SWT6.0-154	145392,61	558422,85	105,00	0,00
314	Siemens SWT6.0-154	146162,61	558422,85	105,00	0,00
315	Siemens SWT6.0-154	146932,61	558422,85	105,00	0,00
316	Siemens SWT6.0-154	147702,61	558422,85	105,00	0,00
317	Siemens SWT6.0-154	148472,61	558422,85	105,00	0,00
318	Siemens SWT6.0-154	149242,61	558422,85	105,00	0,00
319	Siemens SWT6.0-154	143396,28	557546,68	105,00	0,00
320	Siemens SWT6.0-154	144166,28	557546,68	105,00	0,00
321	Siemens SWT6.0-154	144936,28	557546,68	105,00	0,00
322	Siemens SWT6.0-154	145706,28	557546,68	105,00	0,00
323	Siemens SWT6.0-154	146476,28	557546,68	105,00	0,00
324	Siemens SWT6.0-154	147246,28	557546,68	105,00	0,00
325	Siemens SWT6.0-154	148016,28	557546,68	105,00	0,00
326	Siemens SWT6.0-154	148786,28	557546,68	105,00	0,00
327	Siemens SWT6.0-154	149556,28	557546,68	105,00	0,00
328	Siemens SWT6.0-154	143714,97	556685,06	105,00	0,00
329	Siemens SWT6.0-154	144484,97	556685,06	105,00	0,00
330	Siemens SWT6.0-154	145254,97	556685,06	105,00	0,00
331	Siemens SWT6.0-154	146024,97	556685,06	105,00	0,00
332	Siemens SWT6.0-154	146794,97	556685,06	105,00	0,00
333	Siemens SWT6.0-154	147564,97	556685,06	105,00	0,00
334	Siemens SWT6.0-154	148334,97	556685,06	105,00	0,00
335	Siemens SWT6.0-154	149104,97	556685,06	105,00	0,00
336	Siemens SWT6.0-154	149874,97	556685,06	105,00	0,00
337	Siemens SWT6.0-154	144038,69	555812,60	105,00	0,00
338	Siemens SWT6.0-154	144808,69	555812,60	105,00	0,00
339	Siemens SWT6.0-154	145578,69	555812,60	105,00	0,00
340	Siemens SWT6.0-154	146348,69	555812,60	105,00	0,00
341	Siemens SWT6.0-154	147118,69	555812,60	105,00	0,00
342	Siemens SWT6.0-154	147888,69	555812,60	105,00	0,00
343	Siemens SWT6.0-154	148658,69	555812,60	105,00	0,00
344	Siemens SWT6.0-154	149428,69	555812,60	105,00	0,00

345	Siemens SWT6.0-154	150198,69	555812,60	105,00	0,00
346	Siemens SWT6.0-154	144345,34	554940,40	105,00	0,00
347	Siemens SWT6.0-154	145115,34	554940,40	105,00	0,00
348	Siemens SWT6.0-154	145885,34	554940,40	105,00	0,00
349	Siemens SWT6.0-154	146655,34	554940,40	105,00	0,00
350	Siemens SWT6.0-154	147425,34	554940,40	105,00	0,00
351	Siemens SWT6.0-154	148195,34	554940,40	105,00	0,00
352	Siemens SWT6.0-154	148965,34	554940,40	105,00	0,00
353	Siemens SWT6.0-154	149735,34	554940,40	105,00	0,00
354	Siemens SWT6.0-154	144674,87	554061,05	105,00	0,00
355	Siemens SWT6.0-154	145428,87	554066,34	105,00	0,00
356	Siemens SWT6.0-154	146198,87	554066,34	105,00	0,00
357	Siemens SWT6.0-154	146968,87	554066,34	105,00	0,00
358	Siemens SWT6.0-154	147738,87	554066,34	105,00	0,00
359	Siemens SWT6.0-154	148508,87	554066,34	105,00	0,00
360	Siemens SWT6.0-154	149278,87	554066,34	105,00	0,00
361	Siemens SWT6.0-154	145747,10	553198,51	105,00	0,00
362	Siemens SWT6.0-154	146514,39	553198,51	105,00	0,00
363	Siemens SWT6.0-154	147284,39	553198,51	105,00	0,00
364	Siemens SWT6.0-154	148054,39	553198,51	105,00	0,00

Geluidbronnen bronsterkte dag

Variant 1

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
1	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
2	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
3	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
4	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
5	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
6	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
7	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
8	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
9	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
10	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
11	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
12	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
13	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
14	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
15	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
16	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
17	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
18	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
19	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
20	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
21	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
22	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
23	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
24	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
25	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
26	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
27	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
28	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
29	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
30	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
31	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
32	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
33	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
34	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
35	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
36	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
37	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
38	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
39	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23
40	Siemens SWT3.6-120	75,47	85,81	95,11	100,11	101,21	100,81	94,11	83,91	71,01	106,23

340	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
341	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
342	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
343	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
344	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
345	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
346	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
347	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
348	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
349	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
350	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
351	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
352	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
353	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
354	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
355	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
356	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
357	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
358	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
359	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
360	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
361	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
362	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
363	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51
364	Siemens SWT6.0-154	75,55	84,61	90,11	97,01	101,11	102,31	97,91	93,11	83,71	106,51

Wegverkeer

Geluidbronnen geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	Lengte	Wegdek
13734	7 / 100,692 / 100,722	154535,47	567514,06	6,82	29,64	ZOAB
21440	7 / 100,496 / 100,822	154464,27	567398,05	1,80	42,01	Referentiewegdek
2640	7 / 86,741 / 86,800	143340,25	559654,55	3,93	59,06	ZOAB
21040	7 / 77,741 / 77,781	136507,90	553800,66	4,18	42,18	ZOAB
22879	7 / 100,479 / 100,692	154343,00	567417,00	6,34	214,76	ZOAB
23120	31 / 5,375 / 5,675	154258,39	567346,44	5,83	298,20	ZOAB
22487	7 / 86,312 / 86,741	143017,70	559370,91	4,01	429,53	ZOAB
6052	7 / 97,050 / 97,071	151727,05	565267,12	6,23	20,34	ZOAB
18945	7 / 100,496 / 100,550	154414,17	567353,50	2,03	54,91	ZOAB
4270	7 / 77,050 / 77,165	135990,00	553336,75	4,06	115,87	ZOAB
29170	7 / 86,645 / 96,081	143260,61	559600,56	3,99	4555,54	ZOAB
4626	7 / 87,133 / 88,214	143628,67	559919,03	3,95	1079,98	ZOAB
5314	7 / 100,371 / 100,372	154258,39	567346,44	5,83	1,04	ZOAB
11137	7 / 74,000 / 76,729	133673,22	551354,00	4,20	2730,00	ZOAB
6537	7 / 77,869 / 77,903	136612,27	553872,62	4,14	33,90	ZOAB
11036	7 / 97,291 / 97,454	151957,41	565328,12	4,24	166,92	ZOAB
15530	7 / 96,851 / 97,025	151520,54	565264,39	7,73	174,40	ZOAB
2134	7 / 96,305 / 96,560	151071,73	565147,70	5,87	93,00	ZOAB
23628	7 / 97,820 / 97,835	152425,15	565577,44	4,23	16,04	ZOAB
14489	7 / 76,902 / 77,050	135878,34	553239,99	3,93	147,75	ZOAB
12445	7 / 96,081 / 96,255	150776,64	565068,52	4,15	174,94	ZOAB
18749	7 / 88,468 / 88,584	144632,81	560799,53	4,25	114,91	ZOAB
468	7 / 97,050 / 97,251151714,63	565311,99	6,50	201,84		ZOAB
22157	7 / 96,560 / 96,804	151243,68	565176,93	5,50	0,13	Referentiewegdek
22042	7 / 100,496 / 100,822	154414,17	567353,50	2,03	67,04	ZOAB
1171	7 / 96,304 / 96,560	151165,52	565156,17	5,49	80,87	Referentiewegdek
7504	7 / 96,305 / 96,560	150994,20	565127,02	5,87	0,24	Referentiewegdek
21085	7 / 96,849 / 96,894	151531,16	565220,70	7,56	44,90	ZOAB
7641	7 / 88,439 / 88,468	144609,64	560779,39	4,22	2,95	ZOAB
15307	7 / 98,072 / 100,371	152616,33	565739,03	4,31	2298,07	ZOAB
21527	7 / 77,109 / 77,741	136027,54	553386,12	4,04	634,53	ZOAB
38	7 / 74,141 / 74,271133789,23	551436,94	4,25	129,25		ZOAB
23364	7 / 96,805 / 96,851	151477,60	565252,76	7,72	44,48	ZOAB
349	7 / 100,550 / 100,714154447,80	567396,88	1,47	165,19		ZOAB
4546	7 / 86,800 / 87,133	143385,28	559692,75	3,88	332,61	ZOAB
5457	7 / 100,692 / 100,721	154522,95	567534,18	7,03	29,15	ZOAB
9458	7 / 86,284 / 86,312	142997,02	559352,88	4,01	27,46	ZOAB
21031	7 / 78,035 / 85,830	136729,21	553991,83	4,18	7793,94	ZOAB
1018	7 / 74,547 / 76,403	134095,72	551701,06	3,98	1856,00	ZOAB
19845	7 / 100,372 / 100,479	154259,17	567347,12	5,83	109,13	ZOAB
1910	7 / 78,105 / 86,284	136790,66	554027,43	4,26	8178,88	ZOAB
4846	7 / 77,781 / 78,035	136539,81	553828,24	4,16	250,29	ZOAB
8520	7 / 77,903 / 78,105	136637,91	553894,80	4,18	202,30	ZOAB
18524	7 / 96,304 / 96,560	150997,59	565111,51	5,46	0,77	Referentiewegdek
21998	7 / 76,729 / 77,065	135740,03	553137,54	4,07	336,36	ZOAB
22675	7 / 97,071 / 97,240	151746,49	565273,03	5,86	168,92	ZOAB
22162	7 / 74,291 / 74,547	133902,48	551534,09	4,18	255,40	ZOAB
11417	7 / 97,581 / 99,831	152232,04	565433,32	4,24	2255,34	ZOAB
7186	7 / 97,240 / 97,291	151909,82	565316,02	4,41	49,11	ZOAB
17712	7 / 77,065 / 77,109	135994,55	553357,44	4,02	43,73	ZOAB
6494	7 / 74,271 / 74,291	133887,32	551521,08	4,17	21,00	ZOAB
7121	7 / 96,305 / 96,560	151161,60	565171,64	5,87	80,85	Referentiewegdek
10890	7 / 96,560 / 96,805	151239,72	565192,45	5,90	0,15	Referentiewegdek
21231	7 / 96,304 / 96,560	150998,33	565111,71	5,47	80,00	Referentiewegdek
20472	7 / 96,305 / 96,560	150994,43	565127,08	5,87	80,00	Referentiewegdek
3219	7 / 77,165 / 77,743	136077,29	553412,95	4,02	579,05	ZOAB
20061	7 / 85,885 / 86,584	142685,66	559102,46	4,14	699,58	ZOAB

11514	7 / 96,804 / 96,849	151487,59	565209,04	7,53	45,10	ZOAB
7841	7 / 88,894 / 95,298	144953,66	561078,68	3,84	6401,55	ZOAB
3740	7 / 73,925 / 74,121	133624,55	551295,16	4,31	195,91	ZOAB
14946	7 / 96,894 / 97,002	151574,90	565230,82	7,42	108,27	ZOAB
18032	7 / 77,743 / 77,869	136516,14	553790,69	4,15	126,31	ZOAB
4877	7 / 97,002 / 97,050	151680,39	565255,10	6,74	48,19	ZOAB
8376	7 / 97,251 / 97,500	151912,63	565350,91	4,44	246,19	ZOAB
470 31 / 5,675 / 5,709154471,63		567553,81	5,84	33,92		ZOAB
8242	7 / 88,439 / 88,468	144611,88	560781,31	4,22	27,75	ZOAB
29171	7 / 86,645 / 96,081	146691,72	562596,16	4,13	100,02	Referentiewegdek
658 7 / 85,830 / 85,885142643,61		559066,56	4,06	55,29		ZOAB
9645	7 / 96,304 / 96,560	151075,65	565132,25	5,40	93,00	ZOAB
6407	7 / 99,832 / 99,937	153889,41	566954,75	4,30	103,41	ZOAB
14175	7 / 95,298 / 95,999	150023,81	564857,23	4,07	700,47	ZOAB
6010	7 / 95,999 / 96,249	150701,59	565034,06	4,13	250,56	ZOAB
21721	7 / 88,605 / 88,894	144735,45	560888,81	4,26	289,25	ZOAB
11202	7 / 88,214 / 88,439	144438,84	560632,56	4,09	225,25	ZOAB
6207	7 / 96,560 / 96,805	151239,87	565192,49	5,90	245,30	ZOAB
17084	7 / 96,560 / 96,804	151243,81	565176,97	5,50	247,24	ZOAB
12573	7 / 97,026 / 97,050	151689,39	565307,44	6,84	25,67	ZOAB
8169	7 / 86,584 / 86,645	143214,70	559560,18	4,03	61,14	ZOAB
5434	7 / 96,249 / 96,304	150944,03	565097,27	5,13	55,42	ZOAB
2361	7 / 76,403 / 76,902	135500,92	552913,54	3,97	499,05	ZOAB
9760	7 / 96,255 / 96,305	150945,53	565114,05	5,39	50,37	ZOAB
24430	7 / 88,584 / 88,605	144719,51	560874,94	4,38	21,13	ZOAB
4790	7 / 97,835 / 98,072	152437,13	565586,51	4,22	235,56	ZOAB
9673	7 / 86,645 / 96,081	146767,52	562661,40	4,02	4781,93	ZOAB
12968	7 / 97,500 / 97,820	152146,73	565426,31	4,22	318,56	ZOAB
2996	7 / 99,937 / 100,692	153960,94	567029,31	4,30	754,39	ZOAB
21510	7 / 100,496 / 100,822	154494,61	567427,07	1,60	109,05	Referentiewegdek
12476	7 / 97,454 / 97,581	152115,52	565381,19	4,26	127,73	ZOAB
20693	7 / 99,832 / 100,495	153889,41	566954,75	4,30	661,25	ZOAB
18177	7 / 74,121 / 74,141	133773,00	551423,00	4,31	21,40	ZOAB

Geluidbronnen verkeer

ld.	Omschr.	LV dag	MV dag	ZV dag	LV avond	MV avond	ZV avond	LV nacht	MV nacht	ZV nacht
13734	7 / 100,692 / 100,722	484,06	241,03	46,12	35,72	8,51	5,14	23,84	6,55	7,28
21440	7 / 100,496 / 100,822	12,57	6,97	2,05	0,40	0,10	0,12	0,45	0,25	0,21
2640	7 / 86,741 / 86,800	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
21040	7 / 77,741 / 77,781	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
22879	7 / 100,479 / 100,692	443,59	236,09	85,12	36,54	9,08	11,38	19,78	5,98	8,01
23120	31 / 5,375 / 5,675	256,12	124,79	74,10	16,41	3,56	8,03	13,95	4,84	5,55
22487	7 / 86,312 / 86,741	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
6052	7 / 97,050 / 97,071	763,92	397,92	75,35	53,68	12,62	8,19	39,11	11,03	12,11
18945	7 / 100,496 / 100,550	268,42	150,38	27,26	17,60	4,01	2,93	14,82	4,23	4,63
4270	7 / 77,050 / 77,165	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
29170	7 / 86,645 / 96,081	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
4626	7 / 87,133 / 88,214	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
5314	7 / 100,371 / 100,372	443,59	236,09	85,12	36,54	9,08	11,38	19,78	5,98	8,01
11137	7 / 74,000 / 76,729	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
6537	7 / 77,869 / 77,903	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
11036	7 / 97,291 / 97,454	763,92	397,92	75,35	53,68	12,62	8,19	39,11	11,03	12,11
15530	7 / 96,851 / 97,025	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
2134	7 / 96,305 / 96,560	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
23628	7 / 97,820 / 97,835	699,39	360,63	159,12	52,94	12,64	19,41	33,73	10,81	13,56
14489	7 / 76,902 / 77,050	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
12445	7 / 96,081 / 96,255	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
18749	7 / 88,468 / 88,584	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
468	7 / 97,050 / 97,251	699,39	360,63	159,12	52,94	12,64	19,41	33,73	10,81	13,56
22157	7 / 96,560 / 96,804	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
22042	7 / 100,496 / 100,822	12,57	6,97	2,05	0,40	0,10	0,12	0,45	0,25	0,21
1171	7 / 96,304 / 96,560	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
7504	7 / 96,305 / 96,560	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
21085	7 / 96,849 / 96,894	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
7641	7 / 88,439 / 88,468	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
15307	7 / 98,072 / 100,371	699,39	360,63	159,12	52,94	12,64	19,41	33,73	10,81	13,56
21527	7 / 77,109 / 77,741	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
38	7 / 74,141 / 74,271	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38

23364	7 / 96,805 / 96,851	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
349	7 / 100,550 / 100,714	268,42	150,38	27,26	17,60	4,01	2,93	14,82	4,23	4,63
4546	7 / 86,800 / 87,133	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
5457	7 / 100,692 / 100,721	443,59	236,09	85,12	36,54	9,08	11,38	19,78	5,98	8,01
9458	7 / 86,284 / 86,312	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
21031	7 / 78,035 / 85,830	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
1018	7 / 74,547 / 76,403	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
19845	7 / 100,372 / 100,479	443,59	236,09	85,12	36,54	9,08	11,38	19,78	5,98	8,01
1910	7 / 78,105 / 86,284	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
4846	7 / 77,781 / 78,035	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
8520	7 / 77,903 / 78,105	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
18524	7 / 96,304 / 96,560	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
21998	7 / 76,729 / 77,065	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
22675	7 / 97,071 / 97,240	763,92	397,92	75,35	53,68	12,62	8,19	39,11	11,03	12,11
22162	7 / 74,291 / 74,547	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
11417	7 / 97,581 / 99,831	763,92	397,92	75,35	53,68	12,62	8,19	39,11	11,03	12,11
7186	7 / 97,240 / 97,291	763,92	397,92	75,35	53,68	12,62	8,19	39,11	11,03	12,11
17712	7 / 77,065 / 77,109	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
6494	7 / 74,271 / 74,291	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
7121	7 / 96,305 / 96,560	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
10890	7 / 96,560 / 96,805	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
21231	7 / 96,304 / 96,560	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
20472	7 / 96,305 / 96,560	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
3219	7 / 77,165 / 77,743	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
20061	7 / 85,885 / 86,584	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
11514	7 / 96,804 / 96,849	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
7841	7 / 88,894 / 95,298	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
3740	7 / 73,925 / 74,121	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
14946	7 / 96,894 / 97,002	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
18032	7 / 77,743 / 77,869	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
4877	7 / 97,002 / 97,050	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
8376	7 / 97,251 / 97,500	699,39	360,63	159,12	52,94	12,64	19,41	33,73	10,81	13,56
470	31 / 5,675 / 5,709	256,12	124,79	74,10	16,41	3,56	8,03	13,95	4,84	5,55
8242	7 / 88,439 / 88,468	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
29171	7 / 86,645 / 96,081	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
658	7 / 85,830 / 85,885	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
9645	7 / 96,304 / 96,560	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
6407	7 / 99,832 / 99,937	484,06	241,03	46,12	35,72	8,51	5,14	23,84	6,55	7,28
14175	7 / 95,298 / 95,999	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
6010	7 / 95,999 / 96,249	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
21721	7 / 88,605 / 88,894	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
11202	7 / 88,214 / 88,439	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
6207	7 / 96,560 / 96,805	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
17084	7 / 96,560 / 96,804	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
12573	7 / 97,026 / 97,050	699,39	360,63	159,12	52,94	12,64	19,41	33,73	10,81	13,56
8169	7 / 86,584 / 86,645	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
5434	7 / 96,249 / 96,304	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
2361	7 / 76,403 / 76,902	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
9760	7 / 96,255 / 96,305	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
24430	7 / 88,584 / 88,605	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38
4790	7 / 97,835 / 98,072	699,39	360,63	159,12	52,94	12,64	19,41	33,73	10,81	13,56
9673	7 / 86,645 / 96,081	515,33	266,00	130,38	38,58	10,50	15,12	37,58	12,75	16,00
12968	7 / 97,500 / 97,820	699,39	360,63	159,12	52,94	12,64	19,41	33,73	10,81	13,56
2996	7 / 99,937 / 100,692	484,06	241,03	46,12	35,72	8,51	5,14	23,84	6,55	7,28
21510	7 / 100,496 / 100,822	12,57	6,97	2,05	0,40	0,10	0,12	0,45	0,25	0,21
12476	7 / 97,454 / 97,581	763,92	397,92	75,35	53,68	12,62	8,19	39,11	11,03	12,11
20693	7 / 99,832 / 100,495	280,98	157,35	29,31	18,00	4,11	3,04	15,27	4,48	4,84
18177	7 / 74,121 / 74,141	544,58	299,50	59,88	39,67	12,00	6,00	39,42	12,00	11,38

Industrie

Geluidbronnen geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
1	Transformatorstation 2x280 MVA	143241,34	559434,77	7,00

Geluidbron industrie

Id	Omschr.	Le 31 8k	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le
1	Transformatorstation 2 x280 MVA 0	Le Totaal 65,50 97,89	81,50	82,50	92,50	90,50	92,50	88,50	85,50	79,5

Id	Omschr.	Cb(dag)	Cb(avond)	Cb(nacht)
1	Transformatorstation 2x280 MVA	0,00	0,00	0,00

Windturbine
Variant 1

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	1,50	41,93	42,04	42,17	48,52
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	36,15	36,26	36,39	42,74
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	41,50	41,61	41,74	48,09
6	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	39,48	39,59	39,72	46,07
8	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	35,46	35,57	35,70	42,05
10	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	31,64	31,75	31,88	38,23
12	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	29,16	29,27	29,40	35,75
14	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	27,40	27,51	27,64	33,99
16	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	28,75	28,86	28,99	35,34
17	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	27,43	27,54	27,67	34,02
18	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	28,02	28,13	28,26	34,61
19	Kampeersplaats Het Wad	1,50	42,64	42,75	42,88	49,23
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	36,29	36,40	36,53	42,88
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	33,12	33,23	33,36	39,71
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	26,89	27,00	27,13	33,48
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	20,22	20,33	20,46	26,81
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	43,46	43,57	43,70	50,05
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	32,59	32,70	32,83	39,18
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	5,00	27,82	27,93	28,06	34,41

Variant 1 met voorzieningen

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	1,50	41,93	42,04	40,75	47,47
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	36,15	36,26	35,92	42,38
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	41,50	41,61	41,61	47,99
6	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	39,48	39,59	39,69	46,05
8	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	35,46	35,57	35,67	42,03
10	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	31,64	31,75	31,85	38,21
12	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	29,16	29,27	29,38	35,74
14	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	27,40	27,51	27,62	33,98
16	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	28,75	28,86	28,97	35,33
17	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	27,43	27,54	27,66	34,02
18	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	28,02	28,13	28,25	34,61
19	Kampeersplaats Het Wad	1,50	42,64	42,75	41,31	48,07
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	36,29	36,40	36,44	42,81
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	33,12	33,23	33,25	39,63
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	26,89	27,00	27,04	33,41
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	20,22	20,33	20,41	26,77
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	43,46	43,57	43,59	49,97
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	32,59	32,70	32,81	39,17
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	5,00	27,82	27,93	28,04	34,40

Variant 2

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	1,50	40,63	40,74	40,87	47,22
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	36,38	36,49	36,62	42,97
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	40,58	40,69	40,82	47,17
6	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	39,04	39,15	39,28	45,63
8	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	35,74	35,85	35,98	42,33
10	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	32,16	32,27	32,40	38,75
12	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	29,89	30,00	30,13	36,48
14	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	28,25	28,36	28,49	34,84
16	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	29,67	29,78	29,91	36,26
17	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	28,68	28,79	28,92	35,27
18	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	29,43	29,54	29,67	36,02
19	Kampeerplaats Het Wad	1,50	41,20	41,31	41,44	47,79
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	36,06	36,17	36,30	42,65
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	33,26	33,37	33,50	39,85
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	27,46	27,57	27,70	34,05
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	21,17	21,28	21,41	27,76
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	42,47	42,58	42,71	49,06
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	33,16	33,27	33,40	39,75
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	5,00	28,72	28,83	28,96	35,31

Variant 3

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	1,50	36,16	36,25	36,45	42,79
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	31,72	31,81	32,01	38,35
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	36,52	36,61	36,81	43,15
6	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	33,74	33,83	34,03	40,37
8	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	30,25	30,33	30,54	36,88
10	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	26,55	26,62	26,84	33,18
12	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	24,10	24,16	24,39	30,73
14	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	22,31	22,36	22,60	28,93
16	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	23,88	23,94	24,17	30,51
17	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	22,73	22,78	23,02	29,35
18	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	23,51	23,57	23,80	30,14
19	Kampeerplaats Het Wad	1,50	36,79	36,89	37,08	43,42
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	31,30	31,39	31,59	37,93
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	28,08	28,16	28,37	34,71
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	21,62	21,68	21,91	28,25
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	14,94	14,96	15,23	21,56
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	38,40	38,49	38,69	45,03
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	27,60	27,67	27,89	34,23
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	5,00	22,83	22,88	23,12	29,45

Variant 4

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	1,50	36,79	36,88	37,08	43,42
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	32,45	32,53	32,74	39,08
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	36,92	37,01	37,21	43,55
6	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	34,34	34,43	34,63	40,97
8	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	30,88	30,96	31,17	37,51
10	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	27,23	27,30	27,52	33,86
12	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	24,87	24,92	25,16	31,49
14	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	23,13	23,18	23,42	29,75
16	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	24,73	24,78	25,02	31,35
17	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	23,74	23,80	24,03	30,37
18	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	24,61	24,67	24,90	31,24
19	Kampeerplaats Het Wad	1,50	37,34	37,44	37,63	43,97
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	31,74	31,83	32,03	38,37
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	28,58	28,66	28,87	35,21
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	22,31	22,36	22,60	28,93
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	15,84	15,86	16,13	22,46
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	38,79	38,88	39,08	45,42
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	28,27	28,34	28,56	34,90
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	5,00	23,67	23,72	23,96	30,29

Wegverkeer

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	1,50	57,66	54,66	50,53	59,15
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	53,25	50,23	46,37	54,85
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	55,03	52,01	48,15	56,63
6	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	53,78	50,76	46,90	55,38
8	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	54,14	51,12	47,29	55,76
10	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	52,87	49,85	45,98	54,47
12	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	53,22	50,18	46,44	54,87
14	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	43,04	39,87	36,24	44,66
16	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	40,48	37,27	33,45	41,98
17	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	28,86	25,36	22,26	30,52
18	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	24,54	20,82	18,27	26,33
19	Kampeerplaats Het Wad	1,50	58,08	55,08	50,94	59,57
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied1,50	1,50	40,77	37,66	33,97	42,40
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied1,50	1,50	34,05	30,80	27,46	35,75
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied1,50	1,50	23,47	19,72	17,51	25,42
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied1,50	1,50	17,13	13,09	11,47	19,21
30	Verblijfsgebied Zuiderzee Route	1,50	72,93	69,80	66,89	74,93
31	Verblijfsgebied Zuiderzee Route	1,50	71,20	68,09	64,99	73,12
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	5,00	57,68	54,48	50,32	59,03

Industrie

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Etmaal
1	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	1,50	29,96	29,96	29,96	39,96
2	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	20,98	20,98	20,98	30,98
4	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	21,02	21,02	21,02	31,02
6	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	11,45	11,45	11,45	21,45
8	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	6,57	6,57	6,57	16,57
10	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	2,28	2,28	2,28	12,28
12	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	-0,72	-0,72	-0,72	9,28
14	Grens stiltegebied Waddenzee	1,50	-2,36	-2,36	-2,36	7,64
16	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	-2,11	-2,11	-2,11	7,89
17	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	-3,97	-3,97	-3,97	6,03
18	Grens stiltegebied Friese kust	1,50	-3,86	-3,86	-3,86	6,14
19	Kampeerplaats Het Wad	1,50	33,78	33,78	33,78	43,78
20	Waddenzee r=1 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	14,30	14,30	14,30	24,30
21	Waddenzee r=2 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	12,13	12,13	12,13	22,13
22	Waddenzee r=5 km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	5,16	5,16	5,16	15,16
23	Waddenzee r=10km,grens stilte/uitzondergebied	1,50	-2,76	-2,76	-2,76	7,24
30	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	21,14	21,14	21,14	31,14
31	Verblijfsgebied Waterkeringpad Zuiderzeeroute	1,50	2,29	2,29	2,29	12,29
32	Woning Kornwerderzand, Sluisweg 15	5,00	-2,49	-2,49	-2,49	7,51

Cumulative effects

Geluidbelasting L per bronsoort [dB(A)]									
Rekenpunt	Windturbinelawaai L WT				Industrielawaai (Trafo)	Wegverkeerslawaai	Railverkeerslawaai	Scheepvaartlawaai	Luchtvaartlawaai
	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4	L IL	L VL	L RL	L SL	L LL
	den	den	den	den	etm	den	den	den	den
1	47,5	47,2	42,8	43,4	40,0	59,2	0,0	-8,1	42,6
2	42,4	43,0	38,4	39,1	31,0	54,9	0,0	-12,7	42,6
4	48,0	47,2	43,2	43,6	31,0	56,6	0,0	2,3	42,6
6	46,1	45,6	40,4	41,0	21,5	55,4	0,0	13,0	42,6
8	42,0	42,3	36,9	37,5	16,6	55,8	0,0	22,3	42,6
10	38,2	38,8	33,2	33,9	12,3	54,5	0,0	33,7	42,6
12	35,7	36,5	30,7	31,5	9,3	54,9	0,0	46,4	0,0
14	34,0	34,8	28,9	29,8	7,6	44,7	0,0	50,8	0,0
16	35,3	36,3	30,5	31,4	7,9	42,0	0,0	64,9	0,0
17	34,0	35,3	29,4	30,4	6,0	30,5	0,0	34,6	0,0
18	34,6	36,0	30,1	31,2	6,1	26,3	0,0	27,9	0,0
19	48,1	47,8	43,4	44,0	43,8	59,6	0,0	-7,0	42,6
20	42,8	42,7	37,9	38,4	24,3	42,4	0,0	1,4	42,6
21	39,6	39,9	34,7	35,2	22,1	35,8	0,0	0,0	42,6
22	33,4	34,1	28,3	28,9	15,2	25,4	0,0	-7,4	42,6
23	26,8	27,8	21,6	22,5	7,2	19,2	0,0	-25,8	42,6
30	50,0	49,1	45,0	45,4	31,1	74,9	0,0	2,5	42,6
31	39,2	39,8	34,2	34,9	12,3	73,1	0,0	34,1	42,6
32	34,4	35,3	29,5	30,3	7,5	59,0	0,0	63,8	42,6

Hinderequivalente geluidbelasting L* per bronsoort [dB(A)]									
Rekenpunt	Windturbinelawaai L* WT				Industrielawaai (Trafo)	Wegverkeerslawaai	Railverkeerslawaai	Scheepvaartlawaai	Luchtvaartlawaai
	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4	L* IL	L* VL	L* RL	L* SL	L* LL
	den	den	den	den	etm	den	den	den	den
1	58,3	57,9	50,6	51,6	41,0	59,2	-1,4	-8,6	48,8
2	49,9	50,9	43,2	44,4	32,0	54,9	-1,4	-13,1	48,8
4	59,1	57,8	51,1	51,8	32,0	56,6	-1,4	1,5	48,8
6	55,9	55,2	46,6	47,6	22,5	55,4	-1,4	12,0	48,8
8	49,3	49,8	40,8	41,8	17,6	55,8	-1,4	21,0	48,8
10	43,0	43,9	34,7	35,8	13,3	54,5	-1,4	32,1	48,8
12	38,9	40,1	30,7	31,9	10,3	54,9	-1,4	44,5	7,0
14	36,0	37,4	27,7	29,0	8,6	44,7	-1,4	48,8	7,0
16	38,2	39,8	30,3	31,7	8,9	42,0	-1,4	62,6	7,0
17	36,1	38,1	28,4	30,1	7,0	30,5	-1,4	33,0	7,0
18	37,1	39,4	29,7	31,5	7,1	26,3	-1,4	26,5	7,0
19	59,3	58,8	51,6	52,5	44,8	59,6	-1,4	-7,5	48,8
20	50,6	50,3	42,5	43,3	25,3	42,4	-1,4	0,6	48,8
21	45,3	45,7	37,2	38,0	23,1	35,8	-1,4	-0,7	48,8
22	35,1	36,1	26,6	27,7	16,2	25,4	-1,4	-7,9	48,8
23	24,1	25,8	15,5	17,0	8,2	19,2	-1,4	-25,8	48,8
30	62,4	60,9	54,2	54,9	32,1	74,9	-1,4	1,7	48,8
31	44,6	45,5	36,4	37,5	13,3	73,1	-1,4	32,6	48,8
32	36,7	38,2	28,5	29,9	8,5	59,0	-1,4	61,5	48,8

Rekenpunt	L cum (incl. maatregelen) [Lden dB]					Toename (incl. maatregelen) [dB]			
	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4	huidig: VL+SL+LL	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
1	62,0	61,8	60,1	60,2	59,5	2,5	2,3	0,6	0,7
2	56,8	57,0	56,1	56,1	55,8	1,0	1,2	0,3	0,3
4	61,3	60,6	58,2	58,4	57,3	4,0	3,3	1,0	1,1
6	59,1	58,8	56,7	56,8	56,2	2,9	2,5	0,4	0,6
8	57,3	57,4	56,7	56,7	56,6	0,7	0,8	0,1	0,1
10	55,8	55,8	55,6	55,6	55,5	0,2	0,3	0,0	0,0
12	55,4	55,4	55,3	55,3	55,3	0,1	0,1	0,0	0,0
14	50,4	50,4	50,2	50,2	50,2	0,2	0,2	0,0	0,0
16	62,7	62,7	62,6	62,6	62,6	0,0	0,0	0,0	0,0
17	38,6	39,9	35,8	36,2	35,0	3,6	4,9	0,9	1,2
18	37,8	39,8	32,6	33,6	29,5	8,3	10,3	3,1	4,1
19	62,7	62,5	60,6	60,8	59,9	2,8	2,6	0,7	0,8
20	53,2	53,0	50,5	50,6	49,7	3,5	3,3	0,8	0,9
21	50,6	50,7	49,3	49,4	49,0	1,6	1,7	0,3	0,3
22	49,0	49,1	48,9	48,9	48,8	0,2	0,2	0,0	0,0
23	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8	0,0	0,0	0,0	0,0
30	75,2	75,1	75,0	75,0	74,9	0,2	0,2	0,0	0,0
31	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	0,0	0,0	0,0	0,0
32	63,6	63,6	63,6	63,6	63,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:05 / 1

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
31-5-2013 2:41/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 1 MERRA data wind input

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table

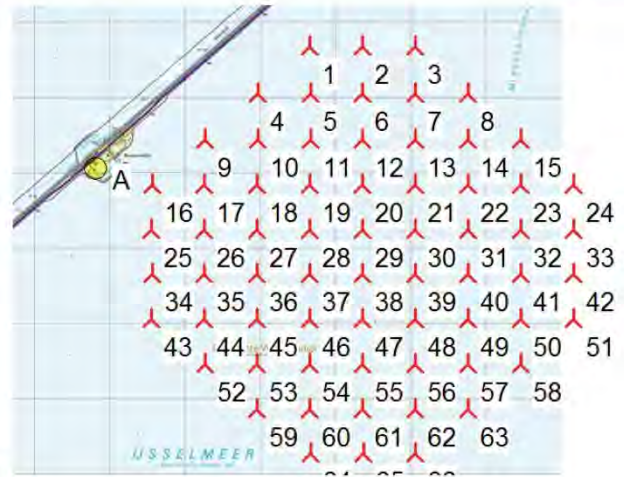
Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,25 0,33 0,36 0,45 0,47 0,41 0,44 0,45 0,38 0,35 0,24 0,22

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

MERRA_basic_E05.335_N53.000

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
474 436 492 612 498 433 567 1.003 1.340 1.031 788 648 8.323
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



WTGs

	Dutch Stereo-RD/NAP 2000			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
	East	North	Z		Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	145.666	560.668	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
2	146.366	560.668	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
3	147.066	560.668	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
4	144.968	560.049	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
5	145.668	560.049	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
6	146.368	560.049	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
7	147.068	560.049	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
8	147.768	560.049	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
9	144.267	559.438	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
10	144.967	559.438	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
11	145.667	559.438	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
12	146.367	559.438	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
13	147.067	559.438	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
14	147.767	559.438	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
15	148.467	559.438	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
16	143.563	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
17	144.263	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
18	144.963	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
19	145.663	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
20	146.363	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
21	147.063	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
22	147.763	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
23	148.463	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
24	149.163	558.834	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
25	143.561	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
26	144.261	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
27	144.961	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
28	145.661	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
29	146.361	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
30	147.061	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
31	147.761	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
32	148.461	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
33	149.161	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
34	143.563	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
35	144.263	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
36	144.963	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120....	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0

To be continued on next page...

Project:
S12004

 Printed/Page
 10-6-2013 15:05 / 2

 Licensed user:
Pondera Consult B.V.
 Welbergweg 49
 NL-7556 PE Hengelo
 0031742489940
 Andrew / andrew@ponderaservices.nl
 Calculated:
 31-5-2013 2:41/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 1 MERRA data wind input

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD/NAP 2000				WTG type			Shadow data				
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
		[m]									
37	145.663	557.644	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
38	146.363	557.644	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
39	147.063	557.644	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
40	147.763	557.644	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
41	148.463	557.644	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
42	149.163	557.644	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
43	143.562	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
44	144.262	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
45	144.962	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
46	145.662	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
47	146.362	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
48	147.062	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
49	147.762	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
50	148.462	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
51	149.162	557.048	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
52	144.264	556.453	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
53	144.964	556.453	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
54	145.664	556.453	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
55	146.364	556.453	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
56	147.064	556.453	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
57	147.764	556.453	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
58	148.464	556.453	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
59	144.963	555.858	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
60	145.663	555.858	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
61	146.363	555.858	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
62	147.063	555.858	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
63	147.763	555.858	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
64	145.668	555.262	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
65	146.368	555.262	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
66	147.068	555.262	0,0 Siemens SWT-3.6-120 3600 120.... Yes	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0

Shadow receptor-Input

No.	Name	Dutch Stereo-RD/NAP 2000				Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z	Width [m]					
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	142.817	559.057	0,0	8,0	2,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	31:25	123	0:37	5:40

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (1)	0:00	0:00
2	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (2)	0:00	0:00
3	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (3)	0:00	0:00
4	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (4)	0:00	0:00
5	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (5)	0:00	0:00
6	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (6)	0:00	0:00
7	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (7)	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:05 / 3

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
31-5-2013 2:41/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 1 MERRA data wind input

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
8	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (8)	0:00	0:00
9	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (9)	1:06	0:19
10	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (10)	0:00	0:00
11	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (11)	0:00	0:00
12	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (12)	0:00	0:00
13	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (13)	0:00	0:00
14	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (14)	0:00	0:00
15	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (15)	0:00	0:00
16	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (16)	17:03	3:35
17	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (17)	1:02	0:13
18	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (18)	0:00	0:00
19	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (19)	0:00	0:00
20	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (20)	0:00	0:00
21	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (21)	0:00	0:00
22	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (22)	0:00	0:00
23	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (23)	0:00	0:00
24	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (24)	0:00	0:00
25	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (25)	12:01	1:32
26	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (26)	0:13	0:02
27	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (27)	0:00	0:00
28	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (28)	0:00	0:00
29	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (29)	0:00	0:00
30	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (30)	0:00	0:00
31	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (31)	0:00	0:00
32	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (32)	0:00	0:00
33	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (33)	0:00	0:00
34	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (34)	0:00	0:00
35	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (35)	0:00	0:00
36	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (36)	0:00	0:00
37	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (37)	0:00	0:00
38	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (38)	0:00	0:00
39	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (39)	0:00	0:00
40	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (40)	0:00	0:00
41	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (41)	0:00	0:00
42	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (42)	0:00	0:00
43	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (43)	0:00	0:00
44	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (44)	0:00	0:00
45	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (45)	0:00	0:00
46	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (46)	0:00	0:00
47	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (47)	0:00	0:00
48	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (48)	0:00	0:00
49	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (49)	0:00	0:00
50	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (50)	0:00	0:00
51	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (51)	0:00	0:00
52	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (52)	0:00	0:00
53	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (53)	0:00	0:00
54	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (54)	0:00	0:00
55	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (55)	0:00	0:00
56	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (56)	0:00	0:00
57	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (57)	0:00	0:00
58	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (58)	0:00	0:00
59	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (59)	0:00	0:00
60	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (60)	0:00	0:00
61	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (61)	0:00	0:00
62	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (62)	0:00	0:00
63	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (63)	0:00	0:00
64	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (64)	0:00	0:00
65	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (65)	0:00	0:00
66	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (66)	0:00	0:00

Project:
 S12004

 Printed/Page
 10-6-2013 15:17 / 1
 Licensed user:
 Pondera Consult B.V.
 Welbergweg 49
 NL-7556 PE Hengelo
 0031742489940
 Andrew / andrew@ponderaservices.nl
 Calculated:
 1-6-2013 5:41/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 2 MERRA data wind input

Assumptions for shadow calculations

 Maximum distance for influence
 Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
 Please look in WTG table

 Minimum sun height over horizon for influence 5 °
 Day step for calculation 1 days
 Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 0,25 0,33 0,36 0,45 0,47 0,41 0,44 0,45 0,38 0,35 0,24 0,22

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

MERRA_basic_E05.335_N53.000

Operational time

 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
 474 436 492 612 498 433 567 1.003 1.340 1.031 788 648 8.323

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



WTGs

	Dutch Stereo-RD/NAP 2000			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
	East	North	Z [m]		Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	146.028	560.677	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
2	146.628	560.677	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
3	147.228	560.677	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
4	145.052	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
5	145.652	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
6	146.252	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
7	146.852	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
8	147.452	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
9	148.052	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
10	144.077	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
11	144.677	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
12	145.277	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
13	145.877	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
14	146.477	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
15	147.077	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
16	147.677	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
17	148.277	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
18	148.877	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
19	143.702	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
20	144.302	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
21	144.902	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
22	145.502	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
23	146.102	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
24	146.702	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
25	147.302	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
26	147.902	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
27	148.502	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
28	149.102	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
29	143.323	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
30	143.923	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
31	144.523	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
32	145.123	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
33	145.723	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
34	146.323	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
35	146.923	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
36	147.523	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
37	148.123	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0
38	148.723	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120...	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	1.769	13,0

To be continued on next page...

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:17 / 3
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
1-6-2013 5:41/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 2 MERRA data wind input

Shadow receptor-Input

No.	Name	Dutch Stereo-RD/NAP 2000					Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z	Width	Height				
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	142.817	559.057	0,0	8,0	2,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	11:53	75	0:24	2:30

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (67)	0:00	0:00
2	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (68)	0:00	0:00
3	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (69)	0:00	0:00
4	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (70)	0:00	0:00
5	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (71)	0:00	0:00
6	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (72)	0:00	0:00
7	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (73)	0:00	0:00
8	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (74)	0:00	0:00
9	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (75)	0:00	0:00
10	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (76)	3:03	0:52
11	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (77)	0:00	0:00
12	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (78)	0:00	0:00
13	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (79)	0:00	0:00
14	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (80)	0:00	0:00
15	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (81)	0:00	0:00
16	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (82)	0:00	0:00
17	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (83)	0:00	0:00
18	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (84)	0:00	0:00
19	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (85)	7:53	1:29
20	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (86)	0:28	0:05
21	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (87)	0:00	0:00
22	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (88)	0:00	0:00
23	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (89)	0:00	0:00
24	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (90)	0:00	0:00
25	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (91)	0:00	0:00
26	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (92)	0:00	0:00
27	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (93)	0:00	0:00
28	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (94)	0:00	0:00
29	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (95)	0:00	0:00
30	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (96)	0:29	0:03
31	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (97)	0:00	0:00
32	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (98)	0:00	0:00
33	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (99)	0:00	0:00
34	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (100)	0:00	0:00
35	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (101)	0:00	0:00
36	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (102)	0:00	0:00
37	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (103)	0:00	0:00
38	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (104)	0:00	0:00
39	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (105)	0:00	0:00
40	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (106)	0:00	0:00
41	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (107)	0:00	0:00
42	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (108)	0:00	0:00
43	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (109)	0:00	0:00
44	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (110)	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:17 / 4

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
1-6-2013 5:41/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 2 MERRA data wind input

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
45	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (111)	0:00	0:00
46	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (112)	0:00	0:00
47	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (113)	0:00	0:00
48	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (114)	0:00	0:00
49	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (115)	0:00	0:00
50	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (116)	0:00	0:00
51	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (117)	0:00	0:00
52	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (118)	0:00	0:00
53	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (119)	0:00	0:00
54	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (120)	0:00	0:00
55	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (121)	0:00	0:00
56	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (122)	0:00	0:00
57	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (123)	0:00	0:00
58	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (124)	0:00	0:00
59	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (125)	0:00	0:00
60	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (126)	0:00	0:00
61	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (127)	0:00	0:00
62	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (128)	0:00	0:00
63	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (129)	0:00	0:00
64	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (130)	0:00	0:00
65	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (131)	0:00	0:00
66	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (132)	0:00	0:00
67	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (133)	0:00	0:00
68	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (134)	0:00	0:00
69	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (135)	0:00	0:00
70	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (136)	0:00	0:00
71	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (137)	0:00	0:00
72	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (138)	0:00	0:00
73	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (139)	0:00	0:00
74	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (140)	0:00	0:00
75	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (141)	0:00	0:00
76	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (142)	0:00	0:00
77	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (143)	0:00	0:00
78	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (144)	0:00	0:00
79	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (145)	0:00	0:00
80	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (146)	0:00	0:00
81	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (147)	0:00	0:00
82	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (148)	0:00	0:00
83	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (149)	0:00	0:00
84	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (150)	0:00	0:00
85	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (151)	0:00	0:00
86	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (152)	0:00	0:00
87	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (153)	0:00	0:00
88	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (154)	0:00	0:00
89	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (155)	0:00	0:00
90	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (156)	0:00	0:00
91	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (157)	0:00	0:00
92	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (158)	0:00	0:00
93	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (159)	0:00	0:00
94	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (160)	0:00	0:00
95	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (161)	0:00	0:00
96	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (162)	0:00	0:00
97	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (163)	0:00	0:00
98	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (164)	0:00	0:00
99	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (165)	0:00	0:00
100	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (166)	0:00	0:00

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:26 / 1
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
2-6-2013 7:06/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 3 MERRA data wind input

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

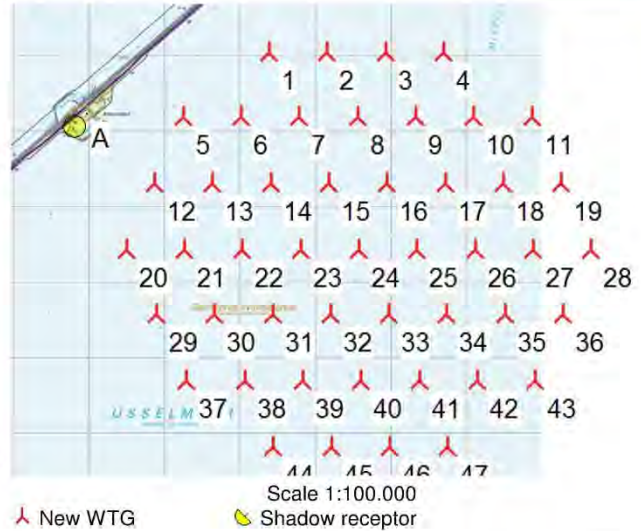
Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,25 0,33 0,36 0,45 0,47 0,41 0,44 0,45 0,38 0,35 0,24 0,22

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

MERRA_basic_E05.335_N53.000

Operational time

N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
477 438 494 615 501 435 570 1.008 1.347 1.036 792 652 8.365
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



WTGs

	Dutch Stereo-RD/NAP 2000			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
	East	North	Z [m]		Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	145.390	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
2	146.160	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
3	146.930	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
4	147.700	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
5	144.250	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
6	145.020	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
7	145.790	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
8	146.560	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
9	147.330	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
10	148.100	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
11	148.870	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
12	143.871	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
13	144.641	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
14	145.411	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
15	146.181	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
16	146.951	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
17	147.721	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
18	148.491	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
19	149.261	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
20	143.497	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
21	144.267	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
22	145.037	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
23	145.807	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
24	146.577	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
25	147.347	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
26	148.117	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
27	148.887	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
28	149.657	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
29	143.894	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
30	144.664	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
31	145.434	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
32	146.204	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
33	146.974	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
34	147.744	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
35	148.514	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
36	149.284	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
37	144.296	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0

To be continued on next page...

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:26 / 2

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
2-6-2013 7:06/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 3 MERRA data wind input

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD/NAP 2000				WTG type			Shadow data				
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
		[m]									
38	145.066	555.691	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
39	145.836	555.691	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
40	146.606	555.691	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
41	147.376	555.691	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
42	148.146	555.691	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
43	148.916	555.691	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
44	145.445	554.805	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
45	146.215	554.805	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
46	146.985	554.805	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
47	147.755	554.805	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0

Shadow receptor-Input

Dutch Stereo-RD/NAP 2000										
No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	142.817	559.057	0,0	8,0	2,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	10:55	55	0:23	2:12

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (279)	0:00	0:00
2	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (280)	0:00	0:00
3	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (281)	0:00	0:00
4	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (282)	0:00	0:00
5	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (283)	3:45	1:01
6	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (284)	0:00	0:00
7	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (285)	0:00	0:00
8	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (286)	0:00	0:00
9	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (287)	0:00	0:00
10	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (288)	0:00	0:00
11	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (289)	0:00	0:00
12	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (290)	7:10	1:12
13	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (291)	0:00	0:00
14	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (292)	0:00	0:00
15	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (293)	0:00	0:00
16	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (294)	0:00	0:00
17	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (295)	0:00	0:00
18	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (296)	0:00	0:00
19	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (297)	0:00	0:00
20	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (298)	0:00	0:00
21	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (299)	0:00	0:00
22	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (300)	0:00	0:00
23	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (301)	0:00	0:00
24	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (302)	0:00	0:00
25	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (303)	0:00	0:00
26	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (304)	0:00	0:00
27	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (305)	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:26 / 3
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
2-6-2013 7:06/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 3 MERRA data wind input

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
28	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (306)	0:00	0:00
29	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (307)	0:00	0:00
30	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (308)	0:00	0:00
31	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (309)	0:00	0:00
32	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (310)	0:00	0:00
33	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (311)	0:00	0:00
34	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (312)	0:00	0:00
35	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (313)	0:00	0:00
36	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (314)	0:00	0:00
37	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (315)	0:00	0:00
38	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (316)	0:00	0:00
39	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (317)	0:00	0:00
40	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (318)	0:00	0:00
41	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (319)	0:00	0:00
42	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (320)	0:00	0:00
43	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (321)	0:00	0:00
44	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (322)	0:00	0:00
45	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (323)	0:00	0:00
46	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (324)	0:00	0:00
47	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (325)	0:00	0:00

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:34 / 1
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
1-6-2013 17:36/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 4 MERRA data wind input

Assumptions for shadow calculations

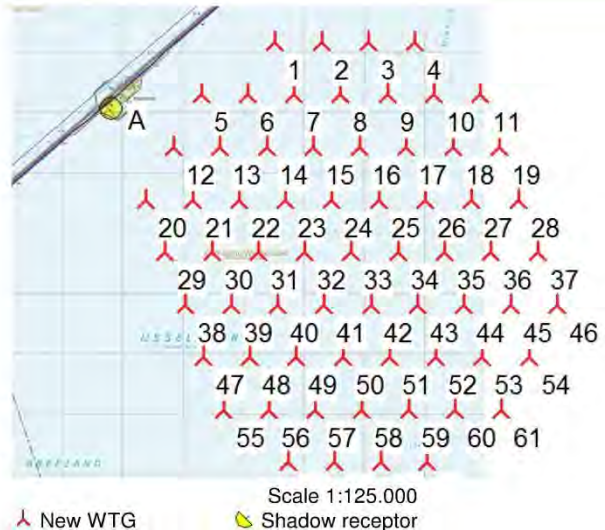
Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table
Minimum sun height over horizon for influence **5 °**
Day step for calculation **1 days**
Time step for calculation **1 minutes**

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,25 0,33 0,36 0,45 0,47 0,41 0,44 0,45 0,38 0,35 0,24 0,22

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

MERRA_basic_E05.335_N53.000

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
477 438 494 615 501 435 570 1.008 1.347 1.036 792 652 8.365
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



WTGs

	Dutch Stereo-RD/NAP 2000			Row data/Description	WTG type		Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data		
	East	North	Z [m]		Valid	Manufact.				Type-generator	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	145.532	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
2	146.302	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
3	147.072	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
4	147.842	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
5	144.310	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
6	145.080	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
7	145.850	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
8	146.620	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
9	147.390	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
10	148.160	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
11	148.930	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
12	143.853	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
13	144.623	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
14	145.393	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
15	146.163	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
16	146.933	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
17	147.703	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
18	148.473	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
19	149.243	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
20	143.396	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
21	144.166	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
22	144.936	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
23	145.706	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
24	146.476	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
25	147.246	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
26	148.016	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
27	148.786	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
28	149.556	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
29	143.715	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
30	144.485	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
31	145.255	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
32	146.025	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
33	146.795	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
34	147.565	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
35	148.335	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
36	149.105	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
37	149.875	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154....	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0

To be continued on next page...

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:34 / 2

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
1-6-2013 17:36/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 4 MERRA data wind input

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD/NAP 2000				WTG type			Shadow data				
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
38	144.039	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
39	144.809	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
40	145.579	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
41	146.349	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
42	147.119	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
43	147.889	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
44	148.659	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
45	149.429	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
46	150.199	555.813	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
47	144.345	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
48	145.115	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
49	145.885	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
50	146.655	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
51	147.425	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
52	148.195	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
53	148.965	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
54	149.735	554.940	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
55	144.675	554.061	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
56	145.429	554.066	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
57	146.199	554.066	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
58	146.969	554.066	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
59	147.739	554.066	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
60	148.509	554.066	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
61	149.279	554.066	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
62	145.747	553.199	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
63	146.514	553.199	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
64	147.284	553.199	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0
65	148.054	553.199	0,0 Siemens SWT-6.0-154 6000 154.... Yes	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	1.848	11,0

Shadow receptor-Input

No.	Name	Dutch Stereo-RD/NAP 2000			Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z						
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	142.817	559.057	0,0	8,0	2,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
A	Ligplaats woonboot Zuiderhaven	11:27	54	0:25	2:27

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (214)	0:00	0:00
2	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (215)	0:00	0:00
3	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (216)	0:00	0:00
4	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (217)	0:00	0:00
5	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (218)	2:56	0:50
6	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (219)	0:00	0:00
7	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (220)	0:00	0:00
8	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (221)	0:00	0:00
9	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (222)	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:
S12004

Printed/Page
10-6-2013 15:34 / 3

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / andrew@ponderaservices.nl
Calculated:
1-6-2013 17:36/2.9.207

SHADOW - Main Result

Calculation: ss contour Var 4 MERRA data wind input

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
10	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (223)	0:00	0:00
11	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (224)	0:00	0:00
12	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (225)	8:31	1:37
13	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (226)	0:00	0:00
14	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (227)	0:00	0:00
15	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (228)	0:00	0:00
16	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (229)	0:00	0:00
17	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (230)	0:00	0:00
18	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (231)	0:00	0:00
19	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (232)	0:00	0:00
20	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (233)	0:00	0:00
21	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (234)	0:00	0:00
22	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (235)	0:00	0:00
23	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (236)	0:00	0:00
24	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (237)	0:00	0:00
25	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (238)	0:00	0:00
26	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (239)	0:00	0:00
27	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (240)	0:00	0:00
28	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (241)	0:00	0:00
29	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (242)	0:00	0:00
30	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (243)	0:00	0:00
31	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (244)	0:00	0:00
32	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (245)	0:00	0:00
33	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (246)	0:00	0:00
34	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (247)	0:00	0:00
35	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (248)	0:00	0:00
36	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (249)	0:00	0:00
37	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (250)	0:00	0:00
38	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (251)	0:00	0:00
39	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (252)	0:00	0:00
40	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (253)	0:00	0:00
41	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (254)	0:00	0:00
42	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (255)	0:00	0:00
43	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (256)	0:00	0:00
44	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (257)	0:00	0:00
45	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (258)	0:00	0:00
46	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (259)	0:00	0:00
47	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (260)	0:00	0:00
48	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (261)	0:00	0:00
49	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (262)	0:00	0:00
50	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (263)	0:00	0:00
51	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (264)	0:00	0:00
52	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (265)	0:00	0:00
53	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (266)	0:00	0:00
54	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (267)	0:00	0:00
55	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (268)	0:00	0:00
56	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (269)	0:00	0:00
57	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (270)	0:00	0:00
58	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (271)	0:00	0:00
59	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (272)	0:00	0:00
60	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (273)	0:00	0:00
61	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (274)	0:00	0:00
62	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (275)	0:00	0:00
63	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (276)	0:00	0:00
64	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (277)	0:00	0:00
65	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (278)	0:00	0:00

Project:
S12004 okt 2014

 Licensed user:
Pondera Consult B.V.
 Welbergweg 49
 NL-7556 PE Hengelo
 0031742489940
 Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
 Calculated:
 21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 1

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings
 Air density calculation mode Individual per WTG
 Result for WTG at hub altitude 1,238 kg/m³
 Air density relative to standard 101,1 %
 Hub altitude above sea level (asl) 95,0 m
 Annual mean temperature at hub alt. 8,7 °C
 Pressure at WTGs 1.001,7 hPa

Wake Model Parameters
 From angle To angle Terrain type Wake decay constant
 [°] [°]
 -180,0 180,0 Offshore & Water areas 0,040

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 MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wvws

WASP version WASP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100


Key results for height 95,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2000

X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A 146.732	557.112	Site data IJsselmeer	WASP (WASP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	9,1	-0,7

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result [MWh/y]	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	974.917,6	1.156.681,7	84,3	46,8	14.771,5	4.103	9,1

*) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 66 new WTGs with total 237,6 MW rated power

Links	Valid	WTG type	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Park			
											Result [MWh]	Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.771,9	89,75	50,0	9,12	
2 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.365,0	87,61	48,7	9,11	
3 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.413,3	88,03	48,8	9,10	
4 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.589,1	88,61	49,4	9,13	
5 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.952,6	85,13	47,4	9,12	
6 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.648,6	83,51	46,4	9,11	
7 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.656,5	83,70	46,4	9,10	
8 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.970,6	85,67	47,4	9,09	
9 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.660,7	88,97	49,6	9,13	
10 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.897,6	84,69	47,2	9,12	
11 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.476,3	82,42	45,9	9,12	
12 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.234,9	81,17	45,1	9,11	
13 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.222,1	81,22	45,1	9,10	
14 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.358,6	82,18	45,5	9,09	
15 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.836,6	85,13	47,0	9,08	
16 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	16.094,9	91,38	51,0	9,13	
17 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.141,3	86,02	48,0	9,13	
18 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.540,6	82,69	46,1	9,12	
19 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.170,0	80,70	44,9	9,11	
20 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.996,4	79,79	44,4	9,11	
21 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.950,7	79,67	44,2	9,10	
22 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.057,9	80,43	44,5	9,09	
23 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.356,4	82,34	45,5	9,08	
24 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.986,6	86,22	47,5	9,06	
25 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.882,9	90,18	50,3	9,13	
26 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.968,1	85,05	47,4	9,13	
27 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.405,1	81,91	45,6	9,12	
28 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.062,4	80,07	44,6	9,11	
29 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.873,1	79,09	44,0	9,11	
30 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.848,1	79,08	43,9	9,10	
31 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.943,6	79,80	44,2	9,09	

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 1

...continued from previous page

		Dutch Stereo-RD/NAP 2000										
		X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description							
		[m]										
28	New	145.661	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(28)		
29	New	146.361	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(29)		
30	New	147.061	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(30)		
31	New	147.761	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(31)		
32	New	148.461	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(32)		
33	New	149.161	558.239	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(33)		
34	New	143.563	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(34)		
35	New	144.263	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(35)		
36	New	144.963	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(36)		
37	New	145.663	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(37)		
38	New	146.363	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(38)		
39	New	147.063	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(39)		
40	New	147.763	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(40)		
41	New	148.463	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(41)		
42	New	149.163	557.644	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(42)		
43	New	143.562	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(43)		
44	New	144.262	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(44)		
45	New	144.962	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(45)		
46	New	145.662	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(46)		
47	New	146.362	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(47)		
48	New	147.062	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(48)		
49	New	147.762	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(49)		
50	New	148.462	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(50)		
51	New	149.162	557.048	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(51)		
52	New	144.264	556.453	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(52)		
53	New	144.964	556.453	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(53)		
54	New	145.664	556.453	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(54)		
55	New	146.364	556.453	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(55)		
56	New	147.064	556.453	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(56)		
57	New	147.764	556.453	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(57)		
58	New	148.464	556.453	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(58)		
59	New	144.963	555.858	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(59)		
60	New	145.663	555.858	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(60)		
61	New	146.363	555.858	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(61)		
62	New	147.063	555.858	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(62)		
63	New	147.763	555.858	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(63)		
64	New	145.668	555.262	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(64)		
65	New	146.368	555.262	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(65)		
66	New	147.068	555.262	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub:	95,0 m	(TOT:	155,0 m)	(66)		

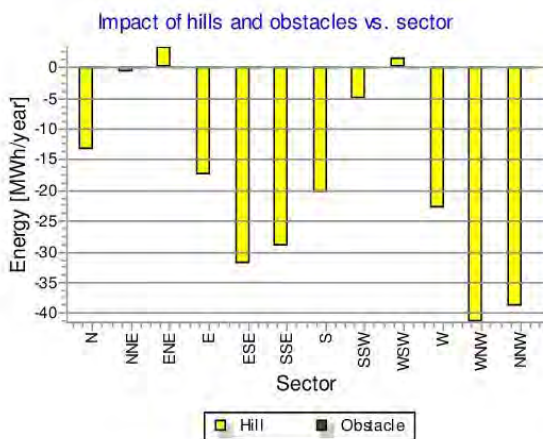
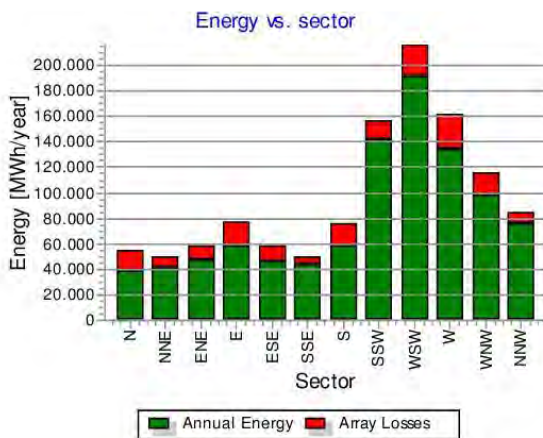
Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Production Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 1WTG: All new WTGs, Air density 1,241 kg/m³
Directional Analysis

Sector	0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy [MWh]	54.267,4	49.165,1	58.484,5	76.871,4	58.683,1	49.867,7	75.836,0	156.053,0	216.226,4	160.981,3	115.513,9	84.947,6	1.156.897,8
+Increase due to hills [MWh]	-13,4	-0,6	3,4	-17,4	-31,9	-29,0	-20,3	-5,0	1,6	-22,9	-41,4	-38,8	-215,7
-Decrease due to array losses [MWh]	15.303,3	7.623,5	11.246,7	18.259,4	12.726,3	6.463,4	17.981,1	14.606,2	24.489,9	26.895,6	17.368,9	8.799,6	181.764,0
Resulting energy [MWh]	38.950,7	41.540,9	47.241,2	58.594,6	45.925,0	43.375,3	57.834,5	141.441,8	191.738,0	134.062,8	98.103,6	76.109,2	974.917,7
Specific energy [kWh/m ²]													1.306
Specific energy [kWh/kW]													4.103
Increase due to hills [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,02
Decrease due to array losses [%]	28,2	15,5	19,2	23,8	21,7	13,0	23,7	9,4	11,3	16,7	15,0	10,4	15,71
Utilization [%]	20,7	26,7	25,3	22,4	25,2	27,1	17,5	17,6	16,4	15,6	18,3	22,3	18,8
Operational [hours/year]	479	436	494	591	494	439	570	983	1.287	1.031	790	643	8.239
Full Load Equivalent [hours/year]	164	175	199	247	193	193	243	595	807	564	413	320	4.103



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 1WTG: 1 - Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013, Hub height: 95,0 m
Name: Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
15-2-2013	USER	16-6-2011	13-3-2014	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,32

Power Curve rev. 0.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vrmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	5.782	8.866	11.878	14.583	16.880	18.728
Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	[MWh]	5.654	8.701	11.700	14.405	16.699	18.533
Check value	[%]	2	2	2	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/m²) 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

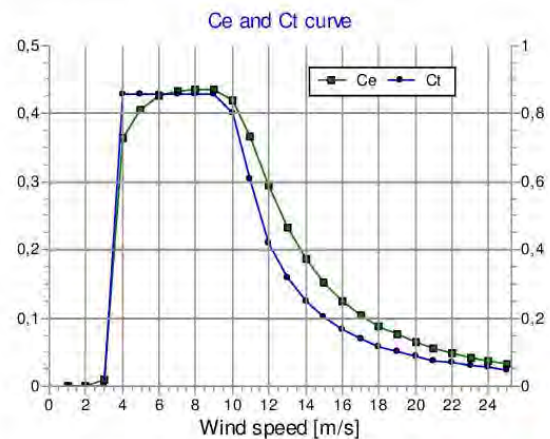
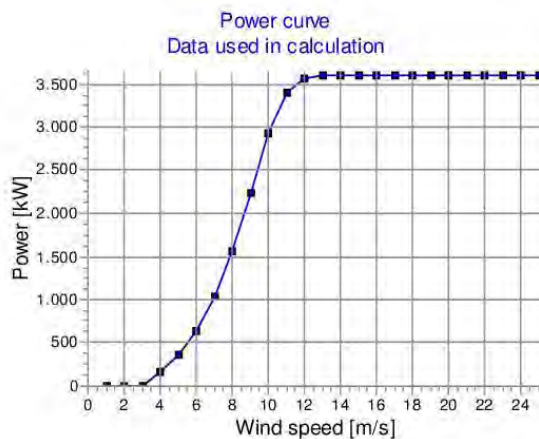
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	0,0	0,00	0,0	0,00
4,0	161,0	0,36	1,0	0,00
5,0	351,0	0,41	2,0	0,00
6,0	635,0	0,42	3,0	0,00
7,0	1.026,0	0,43	4,0	0,86
8,0	1.544,0	0,44	5,0	0,86
9,0	2.204,0	0,44	6,0	0,86
10,0	2.910,0	0,42	7,0	0,86
11,0	3.399,0	0,37	8,0	0,86
12,0	3.567,0	0,30	9,0	0,86
13,0	3.596,0	0,24	10,0	0,80
14,0	3.600,0	0,19	11,0	0,61
15,0	3.600,0	0,15	12,0	0,42
16,0	3.600,0	0,13	13,0	0,32
17,0	3.600,0	0,11	14,0	0,25
18,0	3.600,0	0,09	15,0	0,20
19,0	3.600,0	0,08	16,0	0,17
20,0	3.600,0	0,06	17,0	0,14
21,0	3.600,0	0,06	18,0	0,12
22,0	3.600,0	0,05	19,0	0,10
23,0	3.600,0	0,04	20,0	0,09
24,0	3.600,0	0,04	21,0	0,08
25,0	3.600,0	0,03	22,0	0,07
			23,0	0,06
			24,0	0,05
			25,0	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,238 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	1,7	0,01	2,50-3,50	16,1	16,1	0,1
4,0	163,6	0,37	3,50-4,50	83,5	99,6	0,6
5,0	355,9	0,41	4,50-5,50	224,0	323,6	2,1
6,0	643,1	0,43	5,50-6,50	452,3	775,9	4,9
7,0	1.038,5	0,43	6,50-7,50	777,5	1.553,5	9,8
8,0	1.562,4	0,44	7,50-8,50	1.181,9	2.735,4	17,3
9,0	2.227,7	0,44	8,50-9,50	1.604,5	4.339,8	27,5
10,0	2.930,6	0,42	9,50-10,50	1.910,1	6.249,9	39,6
11,0	3.407,9	0,37	10,50-11,50	1.963,5	8.213,4	52,1
12,0	3.568,8	0,29	11,50-12,50	1.776,9	9.990,2	63,3
13,0	3.596,3	0,23	12,50-13,50	1.481,0	11.471,3	72,7
14,0	3.600,0	0,19	13,50-14,50	1.178,5	12.649,8	80,2
15,0	3.600,0	0,15	14,50-15,50	908,3	13.558,1	86,0
16,0	3.600,0	0,13	15,50-16,50	681,1	14.239,3	90,3
17,0	3.600,0	0,10	16,50-17,50	498,1	14.737,3	93,4
18,0	3.600,0	0,09	17,50-18,50	355,4	15.092,8	95,7
19,0	3.600,0	0,07	18,50-19,50	247,5	15.340,3	97,3
20,0	3.600,0	0,06	19,50-20,50	168,0	15.508,2	98,3
21,0	3.600,0	0,06	20,50-21,50	111,0	15.619,3	99,0
22,0	3.600,0	0,05	21,50-22,50	71,3	15.690,6	99,5
23,0	3.600,0	0,04	22,50-23,50	44,5	15.735,0	99,8
24,0	3.600,0	0,04	23,50-24,50	26,9	15.761,9	99,9
25,0	3.600,0	0,03	24,50-25,50	10,0	15.771,9	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Terrain

Calculation: WP Fryslan variant 1 **Site Data:** A - Site data IJsselmeer

Obstacles:

0 Obstacles used

Roughness:

Calculation uses following MAP files:

\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markemeer\WP\ROUGHNESSLINE_S12004_0.wpo

Min X: 115.655, Max X: 175.991, Min Y: 528.616, Max Y: 588.587, Width: 60.337 m, Height: 59.971 m

Limited by a square on 40,0 km x 40,0 km around the current site

Orography:

Calculation uses following MAP files:

\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markemeer\WP\Oud\S12004 mrt 2013 prod_EMDGrid_0.wpg

Min X: 136.195, Max X: 156.252, Min Y: 550.142, Max Y: 570.116, Width: 20.057 m, Height: 19.974 m

Limited by a square on 14,0 km x 14,0 km around the current site

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 1 **Wind data:** A - Site data IJsselmeer; Hub height: 95,0

Site coordinates

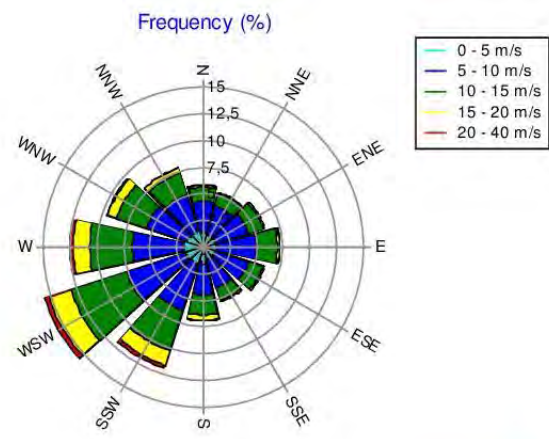
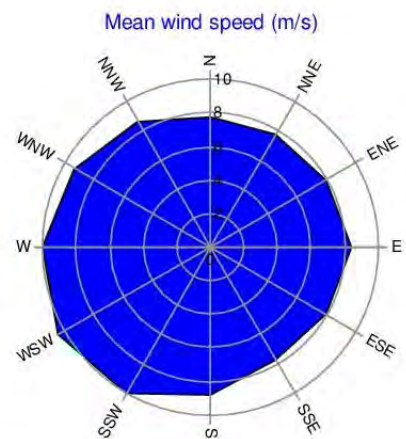
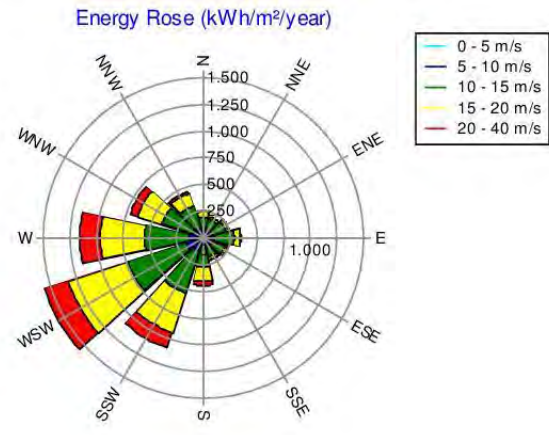
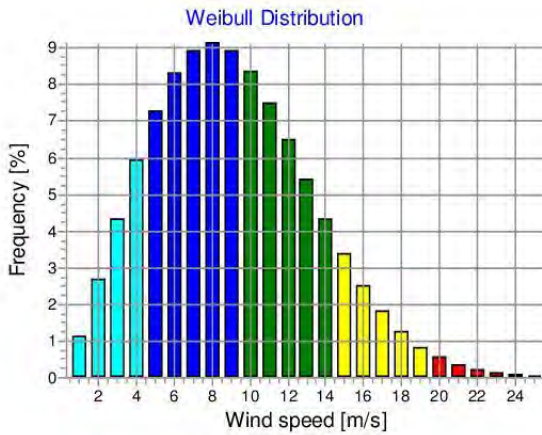
Dutch Stereo-RD/NAP 2000
East: 146.732 North: 557.112

Wind statistics

NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wvs

Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	8,78	7,78	2,275	5,8
1 NNE	8,68	7,70	2,494	5,3
2 ENE	8,93	7,93	2,596	6,0
3 E	9,46	8,40	2,635	7,2
4 ESE	8,91	7,93	2,682	6,0
5 SSE	8,74	7,75	2,467	5,3
6 S	9,89	8,76	2,178	6,9
7 SSW	11,35	10,06	2,369	11,9
8 WSW	11,84	10,50	2,479	15,6
9 W	11,30	10,01	2,275	12,5
10 WNW	10,56	9,36	2,299	9,6
11 NNW	9,74	8,63	2,299	7,8
All	10,27	9,10	2,275	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
 Welbergweg 49
 NL-7556 PE Hengelo
 0031742489940
 Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
 Calculated:
 21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Park power curve

Calculation: WP Fryslan variant 1

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	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	5.441	3.960	3.551	4.216	4.003	3.746	3.894	4.351	3.547	4.218	4.001	3.746	3.895	4.348	
4,5	17.090	11.389	10.083	12.207	11.522	10.699	11.105	12.745	10.069	12.214	11.520	10.699	11.107	12.727	
5,5	32.893	22.167	19.278	24.068	22.459	20.544	21.534	25.187	19.261	24.083	22.451	20.544	21.540	25.153	
6,5	55.391	37.716	32.474	41.108	38.315	34.741	36.780	42.960	32.436	41.137	38.298	34.741	36.787	42.908	
7,5	85.698	58.735	50.387	64.020	59.739	54.094	57.395	66.840	50.317	64.055	59.712	54.094	57.409	66.770	
8,5	125.021	86.056	73.770	93.718	87.548	79.374	84.159	97.807	73.663	93.773	87.509	79.374	84.172	97.707	
9,5	170.525	120.260	103.253	130.818	122.389	110.967	117.799	136.329	103.123	130.884	122.347	110.966	117.816	136.203	
10,5	209.735	160.733	138.143	174.527	163.770	148.447	158.337	180.847	138.030	174.575	163.764	148.446	158.342	180.739	
11,5	230.525	199.055	172.530	214.552	203.343	184.511	198.994	219.252	172.495	214.550	203.369	184.511	198.980	219.226	
12,5	236.506	222.321	199.212	233.740	227.355	210.231	226.138	235.021	199.234	233.719	227.395	210.231	226.113	235.019	
13,5	237.487	232.645	218.497	237.275	236.673	227.055	236.594	237.359	218.464	237.271	236.681	227.056	236.590	237.359	
14,5	237.600	236.643	231.720	237.592	237.565	236.612	237.561	237.597	231.734	237.592	237.566	236.612	237.561	237.597	
15,5	237.600	237.570	237.385	237.600	237.600	237.583	237.600	237.600	237.401	237.600	237.600	237.583	237.600	237.600	
16,5	237.600	237.600	237.598	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.598	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
17,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
18,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
19,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
20,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
21,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
22,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
23,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
24,5	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	237.600	
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.

Project:
S12004 okt 2014

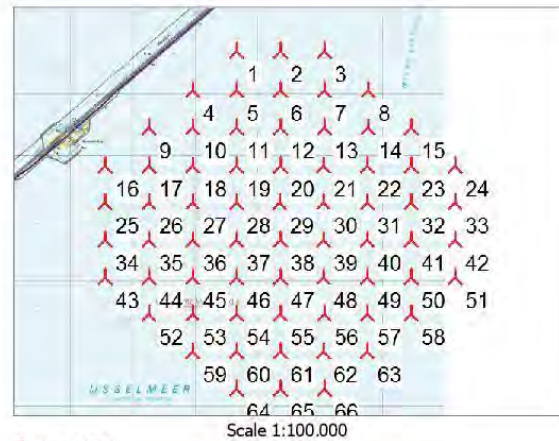
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - WTG distances

Calculation: WP Fryslan variant 1

WTG distances

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters
[m]		[m]	[m]	
1	0,0	5	619	5,2
2	0,0	6	619	5,2
3	0,0	7	619	5,2
4	0,0	10	611	5,1
5	0,0	11	611	5,1
6	0,0	12	611	5,1
7	0,0	13	611	5,1
8	0,0	14	611	5,1
9	0,0	17	604	5,0
10	0,0	18	604	5,0
11	0,0	19	604	5,0
12	0,0	20	604	5,0
13	0,0	21	604	5,0
14	0,0	22	604	5,0
15	0,0	23	604	5,0
16	0,0	25	595	5,0
17	0,0	26	595	5,0
18	0,0	27	595	5,0
19	0,0	28	595	5,0
20	0,0	29	595	5,0
21	0,0	30	595	5,0
22	0,0	31	595	5,0
23	0,0	32	595	5,0
24	0,0	33	595	5,0
25	0,0	16	595	5,0
26	0,0	17	595	5,0
27	0,0	18	595	5,0
28	0,0	19	595	5,0
29	0,0	20	595	5,0
30	0,0	21	595	5,0
31	0,0	22	595	5,0
32	0,0	23	595	5,0
33	0,0	24	595	5,0
34	0,0	43	595	5,0
35	0,0	44	595	5,0
36	0,0	45	595	5,0
37	0,0	46	595	5,0
38	0,0	47	595	5,0
39	0,0	48	595	5,0
40	0,0	49	595	5,0
41	0,0	50	595	5,0
42	0,0	51	595	5,0
43	0,0	34	595	5,0
44	0,0	35	595	5,0
45	0,0	36	595	5,0
46	0,0	37	595	5,0
47	0,0	38	595	5,0
48	0,0	39	595	5,0
49	0,0	40	595	5,0
50	0,0	41	595	5,0
51	0,0	42	595	5,0
52	0,0	44	595	5,0
53	0,0	59	595	5,0
54	0,0	60	595	5,0
55	0,0	61	595	5,0
56	0,0	62	595	5,0
57	0,0	63	595	5,0
58	0,0	50	595	5,0
59	0,0	53	595	5,0
60	0,0	54	595	5,0
61	0,0	55	595	5,0
62	0,0	56	595	5,0
63	0,0	57	595	5,0
64	0,0	60	595	5,0



▲ New WTG

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - WTG distances

Calculation: WP Fryslan variant 1

...continued from previous page

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters	
[m]		[m]	[m]		
65	0,0	61	0,0	595	5,0
66	0,0	62	0,0	595	5,0
Min	0,0	0,0	595	5,0	
Max	0,0	0,0	619	5,2	

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Wind statistics info

Calculation: WP Fryslan variant 1

Main data for wind statistic

File S:\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult\WP Fryslan Markermeer\WP\NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wws
Name MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m
Country Netherlands
Source USER
Main coordinates Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 151.495 North: 557.005
Created 9-5-2014
Edited 9-5-2014
Sectors 12
WAsP version WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100

Additional info for wind statistic

Source data MERRA_basic_E05.335_N53.000
Data from 1-1-1983
Data to 1-2-2013
Measurement length 361,0 Months
Recovery rate 99,9 %
Effective measurement length 360,7 Months

Note

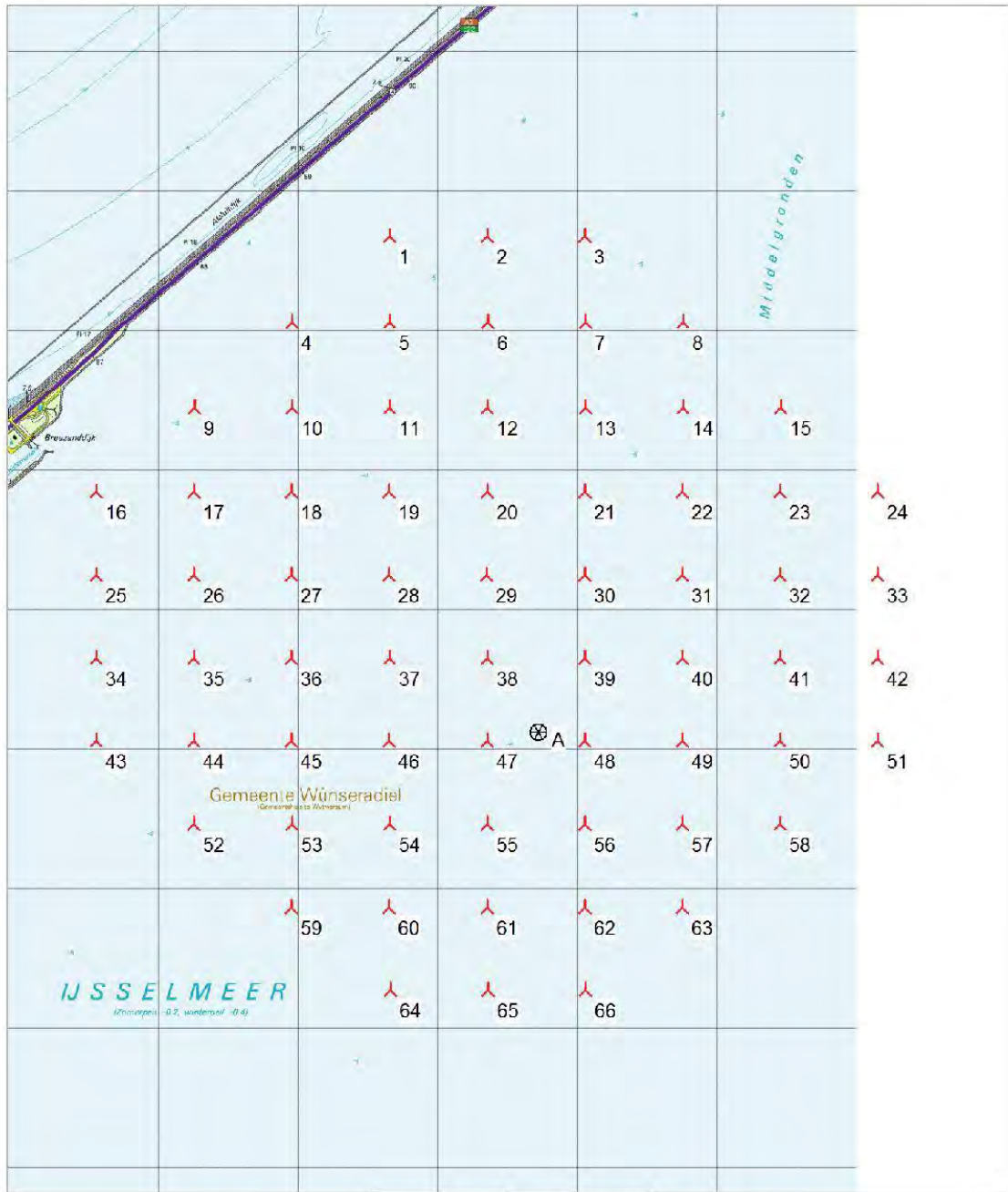
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:20/3.0.578

PARK - Map

Calculation: WP Fryslan variant 1



🚧 New WTG

Map: Fryslan , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 146.362 North: 557.965

⊗ Site Data

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 15:48/3.0.578

Loss&Uncertainty - Main result

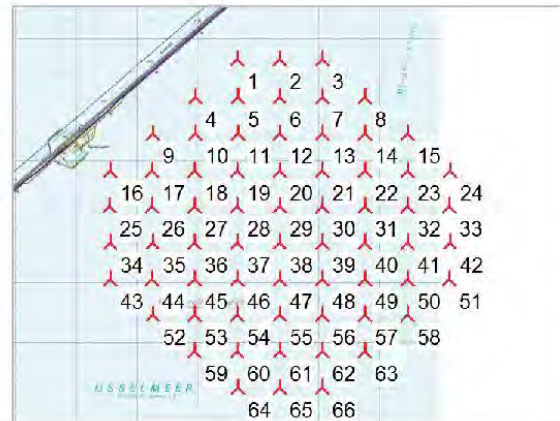
Calculation: WP Fryslan variant 1

Main data for PARK

PARK calculation 3.0.578: WP Fryslan variant 1
Count 66
Rated power 237,6 MW
Mean wind speed 9,1 m/s at hub height
Sensitivity 1,2 %AEP / %Mean Wind Speed
Expected lifetime 20 Years

RESULTS

	P50	P84	P90
NET AEP [GWh/y]	974,2	974,2	974,2
Capacity factor [%]	46,8	46,8	46,8
Full load hours [h/y]	4.100	4.100	4.100

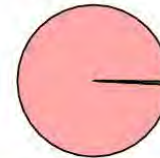


Scale: 100.000

Result details

	P50	Uncertainty
GROSS AEP *)	1.156,7 GWh/y	0,0 %
Bias correction	0,0 GWh/y	0,0 %
Loss correction	-182,5 GWh/y	-15,8 %
Wake loss		-15,7 %
Other losses		-0,1 %
NET AEP	974,2 GWh/y	0,0 %

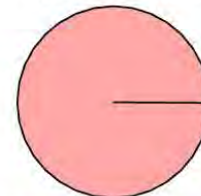
Loss: 15,8 %



Category	Percentage
1. Wake effects	15,7 %
2. Availability	0,0 %
3. Turbine performance	0,0 %
4. Electrical	0,0 %
5. Environmental	0,0 %
6. Curtailment	0,1 %
7. Other	0,0 %



Uncertainty: 0,0 %



Category	Percentage
A. Wind data	0,0 %
B. Wind model	0,0 %
C. Power conversion	0,0 %
D. BIAS	0,0 %
E. LOSS	0,0 %

*) Calculated Annual Energy Production before any bias or loss corrections
Assumptions: Uncertainty and percentiles (PXX values) are calculated for the expected lifetime

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 15:48/3.0.578

Loss&Uncertainty - Assumptions and results

Calculation: WP Fryslan variant 1

ASSUMPTIONS

LOSS	Method *)	Loss [%]	Loss [GWh/y]	Std dev**) [%]	Comment
1. Wake effects					
Wake effects, all WTGs	Calculation	15,7	181,8	0,0	
2. Availability					No input
3. Turbine performance					No input
4. Electrical					No input
5. Environmental					No input
6. Curtailment					
Noise	Calculation	0,1	0,9	0,0	
7. Other					No input
LOSS, total		15,8	182,5	0,0	

UNCERTAINTY	Method *)	Std dev, wind speed [%]	Std dev, AEP [%]	Comment
A. Wind data				
Wind measurement/Wind data				
Long term correction				
Year-to-year variability				
Future climate				
Other wind related				
B. Wind model				
Vertical extrapolation				
Horizontal extrapolation				
Other wind model related				
C. Power conversion				
Power curve uncertainty				
Metering uncertainty				
Other AEP related uncertainties				
D. BIAS, total uncertainty			0,0	
E. LOSS, total uncertainty			0,0	
UNCERTAINTY, total (1y average)			0,0	
UNCERTAINTY, total (20y average)			0,0	

VARIABILITY

Years	Variability (std dev) [%]	Total std dev [%]
1	0,00	0,0
5	0,00	0,0
10	0,00	0,0
20	0,00	0,0

RESULTS

AEP versus exceedance level / time horizon

PXX [%]	1 y [MWh/y]	5 y [MWh/y]	10 y [MWh/y]	20 y [MWh/y]
50	974.154	974.154	974.154	974.154
75	974.154	974.154	974.154	974.154
84	974.154	974.154	974.154	974.154
90	974.154	974.154	974.154	974.154
95	974.154	974.154	974.154	974.154

*) Calculation means that a calculation method available in the windPRO software is used. This still typically involve a user judgement and user data where the quality of those decides the accuracy. If calculation method is used, the values will often be different from turbine to turbine, here the average is shown, but at page "WTG results" the individual turbine results are shown.
**) For totals the std dev refers to the full AEP, otherwise std dev refers to the bias or loss component which is a fraction of the total AEP.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 2

Wake Model N.O. Jensen (RISO/EMD)

Calculation Settings
Air density calculation mode Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude 1,238 kg/m³
Air density relative to standard 101,1 %
Hub altitude above sea level (asl) 95,0 m
Annual mean temperature at hub alt. 8,7 °C
Pressure at WTGs 1.001,7 hPa

Wake Model Parameters
From angle To angle Terrain type Wake decay constant
[°] [°]
-180,0 180,0 Offshore & Water areas 0,040

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 MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.uwws

WAsP version WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100



Scale 1:200.000

Key results for height 95,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2000

X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A 146.732	557.112	Site data Djselmeer	WAsP (WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	9,1	-0,7

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result [MWh/y]	Specific results				Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
		GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]		
Wind farm	1.433.872,0	1.750.466,2	81,9	45,4	14.338,7	3.983	9,1

** Based on wake reduced results, but no other losses included*

Calculated Annual Energy for each of 100 new WTGs with total 360,0 MW rated power

Links	WTG type			Power curve				Annual Energy Result [MWh]	Park Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean wind speed [m/s]		
	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]					Creator	Name
1 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.658,8	89,22	49,6	9,11
2 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.269,8	87,12	48,4	9,11
3 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.331,9	87,62	48,6	9,10
4 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.538,4	88,37	49,2	9,12
5 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.936,6	85,03	47,3	9,12
6 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.585,9	83,14	46,2	9,11
7 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.446,3	82,45	45,8	9,11
8 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.506,6	82,93	46,0	9,10
9 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.861,1	85,16	47,1	9,08
10 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.816,3	89,82	50,1	9,13
11 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.051,4	85,55	47,7	9,12
12 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.534,1	82,70	46,1	9,12
13 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.216,8	80,98	45,1	9,11
14 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.003,8	79,89	44,4	9,11
15 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.947,0	79,67	44,2	9,10
16 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.024,1	80,26	44,4	9,09
17 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.258,1	81,75	45,2	9,08
18 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.784,4	84,95	46,8	9,07
19 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.761,9	89,51	49,9	9,13
20 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.920,0	84,78	47,3	9,12
21 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.390,0	81,82	45,6	9,12
22 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.026,7	79,85	44,4	9,12
23 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.816,0	78,75	43,8	9,11
24 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.668,0	77,99	43,3	9,10
25 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.676,1	78,16	43,3	9,10
26 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.750,3	78,70	43,6	9,09
27 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	13.980,9	80,22	44,3	9,07
28 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.486,4	83,32	45,9	9,06
29 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	16.048,5	91,08	50,9	9,13
30 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	15.126,4	85,91	47,9	9,13
31 A	Yes	Siemens	SWT-3.6-120-3.600	3.600	120,0	95,0	0,0	USER	Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	14.477,7	82,31	45,9	9,12

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculator:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslân variant 2
WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2000

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description
	[m]			
1 New	146.028	560.677	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (67)
2 New	146.628	560.677	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (68)
3 New	147.228	560.677	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (69)
4 New	145.052	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (70)
5 New	145.652	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (71)
6 New	146.252	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (72)
7 New	146.852	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (73)
8 New	147.452	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (74)
9 New	148.052	559.955	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (75)
10 New	144.077	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (76)
11 New	144.677	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (77)
12 New	145.277	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (78)
13 New	145.877	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (79)
14 New	146.477	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (80)
15 New	147.077	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (81)
16 New	147.677	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (82)
17 New	148.277	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (83)
18 New	148.877	559.232	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (84)
19 New	143.702	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (85)
20 New	144.302	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (86)
21 New	144.902	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (87)
22 New	145.502	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (88)
23 New	146.102	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (89)
24 New	146.702	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (90)
25 New	147.302	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (91)
26 New	147.902	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (92)
27 New	148.502	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (93)
28 New	149.102	558.508	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (94)
29 New	143.323	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (95)
30 New	143.923	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (96)
31 New	144.523	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (97)
32 New	145.123	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (98)
33 New	145.723	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (99)
34 New	146.323	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (100)
35 New	146.923	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (101)
36 New	147.523	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (102)
37 New	148.123	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (103)
38 New	148.723	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (104)
39 New	149.323	557.796	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (105)
40 New	143.555	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (106)
41 New	144.155	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (107)
42 New	144.755	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (108)
43 New	145.355	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (109)
44 New	145.955	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (110)
45 New	146.555	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (111)
46 New	147.155	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (112)
47 New	147.755	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (113)
48 New	148.355	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (114)
49 New	148.955	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (115)
50 New	149.555	557.090	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (116)
51 New	143.814	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (117)
52 New	144.414	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (118)
53 New	145.014	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (119)
54 New	145.614	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (120)
55 New	146.214	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (121)
56 New	146.814	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (122)
57 New	147.414	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (123)
58 New	148.014	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (124)
59 New	148.614	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (125)
60 New	149.214	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (126)
61 New	149.814	556.436	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (127)
62 New	144.063	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (128)
63 New	144.663	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (129)
64 New	145.263	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !0! hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (130)

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 2

...continued from previous page

		Dutch Stereo-RD/NAP 2000			Z	Row data/Description
		X (east)	Y (north)	[m]		
65	New	145.863	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (131)
66	New	146.463	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (132)
67	New	147.063	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (133)
68	New	147.663	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (134)
69	New	148.263	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (135)
70	New	148.863	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (136)
71	New	149.463	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (137)
72	New	150.063	555.765	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (138)
73	New	144.315	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (139)
74	New	144.915	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (140)
75	New	145.515	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (141)
76	New	146.115	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (142)
77	New	146.715	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (143)
78	New	147.315	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (144)
79	New	147.915	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (145)
80	New	148.515	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (146)
81	New	149.115	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (147)
82	New	149.715	555.112	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (148)
83	New	144.580	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (149)
84	New	145.180	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (150)
85	New	145.780	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (151)
86	New	146.380	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (152)
87	New	146.980	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (153)
88	New	147.580	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (154)
89	New	148.180	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (155)
90	New	148.780	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (156)
91	New	149.380	554.459	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (157)
92	New	145.441	553.787	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (158)
93	New	146.041	553.787	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (159)
94	New	146.641	553.787	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (160)
95	New	147.241	553.787	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (161)
96	New	147.841	553.787	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (162)
97	New	148.441	553.787	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (163)
98	New	146.289	553.118	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (164)
99	New	146.889	553.118	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (165)
100	New	147.489	553.118	0,0	Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O!	hub: 95,0 m (TOT: 155,0 m) (166)

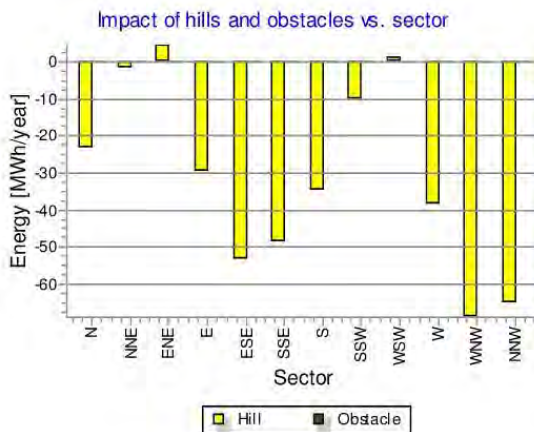
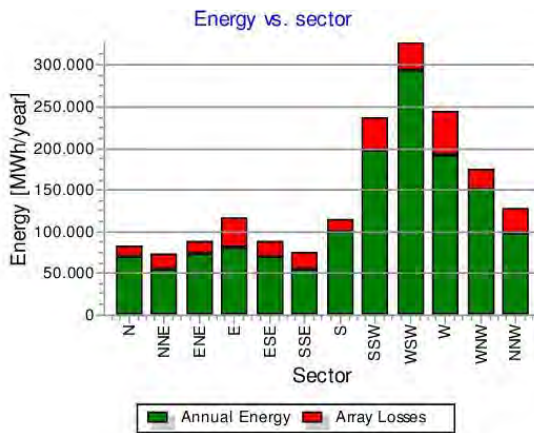
Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Production Analysis

Calculation: WP Fryslân variant 2WTG: All new WTGs, Air density 1,241 kg/m³
Directional Analysis

Sector	0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy [MWh]	82.223,5	74.015,9	88.554,3	116.079,5	88.622,0	75.439,6	114.903,4	236.442,7	326.876,3	243.904,7	175.062,4	128.708,6	1.750.835,1
+Increase due to hills [MWh]	-23,2	-1,7	4,8	-29,3	-53,2	-48,5	-34,6	-9,9	1,3	-38,5	-68,9	-64,9	-366,7
-Decrease due to array losses [MWh]	13.184,2	19.125,1	15.422,1	34.782,8	18.201,7	21.583,6	14.564,2	39.408,6	32.926,0	52.492,0	24.759,4	30.144,3	316.594,3
Resulting energy [MWh]	69.016,1	54.889,1	73.136,9	81.267,4	70.367,1	53.807,5	100.304,5	197.024,2	293.951,6	191.374,2	150.234,0	98.499,4	1.433.871,6
Specific energy [kWh/kW]													1.268
Increase due to hills [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,02
Decrease due to array losses [%]	16,0	25,8	17,4	30,0	20,6	28,6	12,7	16,7	10,1	21,5	14,1	23,4	18,09
Utilization [%]	24,2	23,5	25,9	20,6	25,6	22,2	20,0	16,1	16,7	14,7	18,5	19,1	18,3
Operational [Hours/year]	479	436	494	591	494	439	570	983	1.287	1.031	790	643	8.238
Full Load Equivalent [Hours/year]	192	152	203	226	195	149	279	547	817	532	417	274	3.983



Project:
S12004 okt 2014

Licensed User:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 2WTG: 1 - Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013, Hub height: 95,0 m
Name: Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
15-2-2013	USER	16-6-2011	13-3-2014	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,32

Power Curve rev. 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]	5.782	8.866	11.878	14.583	16.880	18.728
Siemens SWT-3.6-120 3600 120.0 !O! Level 0 - Calculated - Std. 108dB - 02-2013	[MWh]	5.654	8.701	11.700	14.405	16.699	18.533
Check value	[%]	2	2	2	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/m²) 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

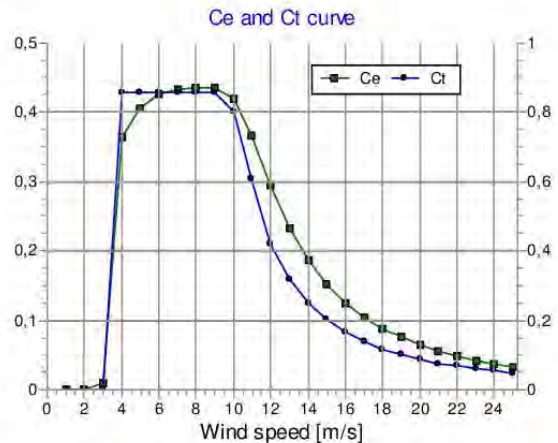
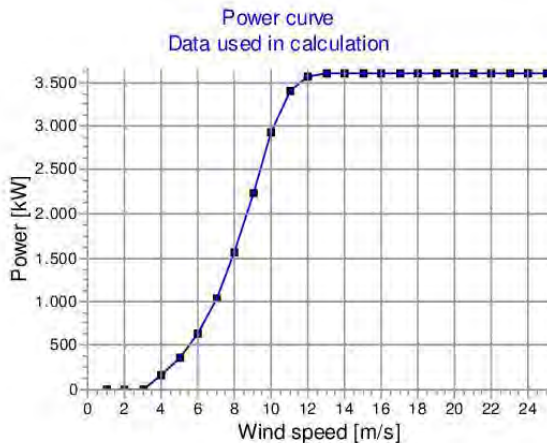
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	0,0	0,00	0,0	0,00
4,0	161,0	0,36	1,0	0,00
5,0	351,0	0,41	2,0	0,00
6,0	635,0	0,42	3,0	0,00
7,0	1.026,0	0,43	4,0	0,86
8,0	1.544,0	0,44	5,0	0,86
9,0	2.204,0	0,44	6,0	0,86
10,0	2.910,0	0,42	7,0	0,86
11,0	3.399,0	0,37	8,0	0,86
12,0	3.567,0	0,30	9,0	0,86
13,0	3.596,0	0,24	10,0	0,80
14,0	3.600,0	0,19	11,0	0,61
15,0	3.600,0	0,15	12,0	0,42
16,0	3.600,0	0,13	13,0	0,32
17,0	3.600,0	0,11	14,0	0,25
18,0	3.600,0	0,09	15,0	0,20
19,0	3.600,0	0,08	16,0	0,17
20,0	3.600,0	0,06	17,0	0,14
21,0	3.600,0	0,06	18,0	0,12
22,0	3.600,0	0,05	19,0	0,10
23,0	3.600,0	0,04	20,0	0,09
24,0	3.600,0	0,04	21,0	0,08
25,0	3.600,0	0,03	22,0	0,07
			23,0	0,06
			24,0	0,05
			25,0	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,238 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	1,7	0,01	2,50-3,50	16,1	16,1	0,1
4,0	163,6	0,37	3,50-4,50	83,2	99,2	0,6
5,0	355,9	0,41	4,50-5,50	223,1	322,3	2,1
6,0	643,1	0,43	5,50-6,50	450,4	772,8	4,9
7,0	1.038,5	0,43	6,50-7,50	773,9	1.546,7	9,9
8,0	1.562,4	0,44	7,50-8,50	1.175,8	2.722,5	17,4
9,0	2.227,7	0,44	8,50-9,50	1.595,2	4.317,7	27,6
10,0	2.930,6	0,42	9,50-10,50	1.897,7	6.215,4	39,7
11,0	3.407,9	0,37	10,50-11,50	1.949,3	8.164,7	52,1
12,0	3.568,8	0,29	11,50-12,50	1.762,9	9.927,6	63,4
13,0	3.596,3	0,23	12,50-13,50	1.468,5	11.396,1	72,8
14,0	3.600,0	0,19	13,50-14,50	1.168,1	12.564,3	80,2
15,0	3.600,0	0,15	14,50-15,50	900,1	13.464,4	86,0
16,0	3.600,0	0,13	15,50-16,50	675,0	14.139,4	90,3
17,0	3.600,0	0,10	16,50-17,50	493,6	14.633,0	93,4
18,0	3.600,0	0,09	17,50-18,50	352,3	14.985,3	95,7
19,0	3.600,0	0,07	18,50-19,50	245,4	15.230,7	97,3
20,0	3.600,0	0,06	19,50-20,50	166,6	15.397,3	98,3
21,0	3.600,0	0,06	20,50-21,50	110,1	15.507,4	99,0
22,0	3.600,0	0,05	21,50-22,50	70,7	15.578,2	99,5
23,0	3.600,0	0,04	22,50-23,50	44,1	15.622,3	99,8
24,0	3.600,0	0,04	23,50-24,50	26,7	15.648,9	99,9
25,0	3.600,0	0,03	24,50-25,50	9,9	15.658,8	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Terrain

Calculation: WP Fryslan variant 2 **Site Data:** A - Site data IJsselmeer

Obstacles:
0 Obstacles used

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\ROUGHNESSLINE_S12004_0.wpo
Min X: 115.655, Max X: 175.991, Min Y: 528.616, Max Y: 588.587, Width: 60.337 m, Height: 59.971 m
Limited by a square on 40,0 km x 40,0 km around the current site

Orography:
Calculation uses following MAP files:
\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\Oud\S12004 mrt 2013 prod_EMDGrid_0.wpg
Min X: 136.195, Max X: 156.252, Min Y: 550.142, Max Y: 570.116, Width: 20.057 m, Height: 19.974 m
Limited by a square on 14,0 km x 14,0 km around the current site

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 2 **Wind data:** A - Site data IJsselmeer; Hub height: 95,0

Site coordinates

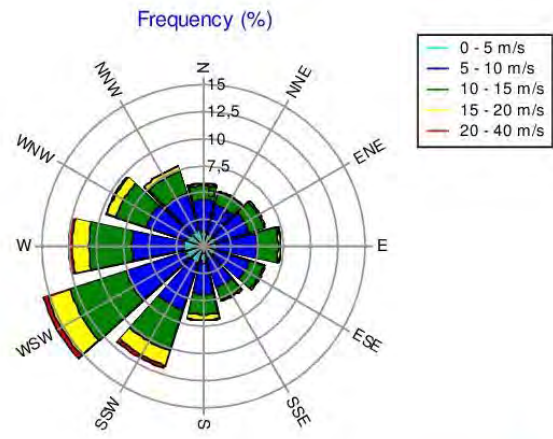
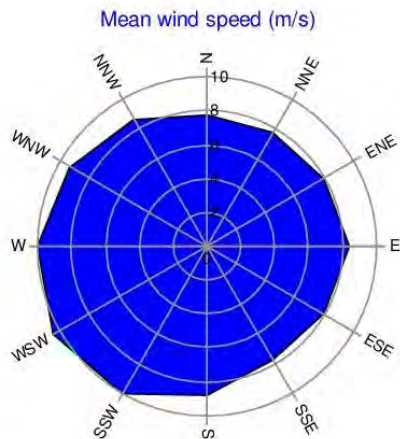
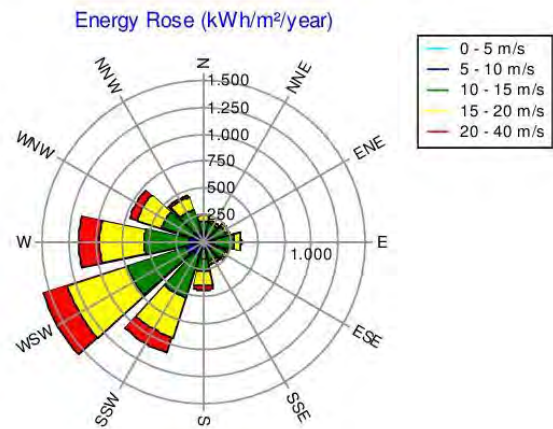
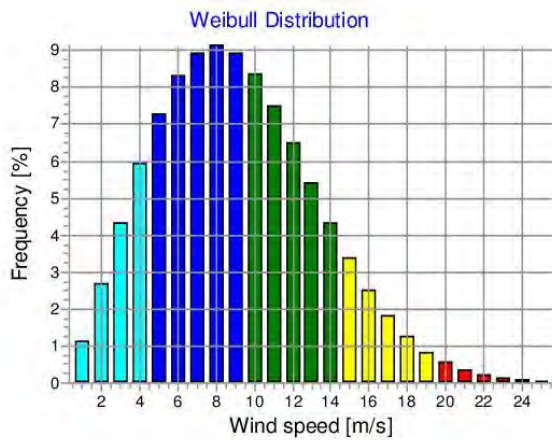
Dutch Stereo-RD/NAP 2000
East: 146.732 North: 557.112

Wind statistics

NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wvs

Weibull Data

Sector	Current site			
	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	8,78	7,78	2,275	5,8
1 NNE	8,68	7,70	2,494	5,3
2 ENE	8,93	7,93	2,596	6,0
3 E	9,45	8,39	2,639	7,2
4 ESE	8,93	7,94	2,682	6,0
5 SSE	8,74	7,75	2,467	5,3
6 S	9,89	8,76	2,178	6,9
7 SSW	11,35	10,06	2,369	11,9
8 WSW	11,84	10,50	2,479	15,6
9 W	11,30	10,01	2,275	12,5
10 WNW	10,56	9,36	2,299	9,6
11 NNW	9,74	8,63	2,299	7,8
All	10,27	9,10	2,275	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Park power curve

Calculation: WP Fryslan variant 2

Wind speed [m/s]	Power														
	Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]	
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3,5	8.244	5.782	6.245	5.646	6.187	5.239	5.984	5.412	6.255	5.635	6.187	5.239	5.977	5.435	
4,5	25.895	16.374	17.745	15.935	17.734	14.709	16.969	15.083	17.870	15.895	17.746	14.708	16.925	15.198	
5,5	49.838	31.810	35.110	30.720	34.830	28.090	33.089	28.990	35.330	30.631	34.844	28.091	32.999	29.220	
6,5	83.926	54.120	60.050	52.079	59.614	47.308	56.733	48.901	60.390	51.886	59.628	47.310	56.597	49.350	
7,5	129.845	84.334	93.632	81.309	92.986	73.344	88.537	76.197	94.130	81.055	93.007	73.347	88.332	76.866	
8,5	189.425	123.536	137.074	119.274	136.138	107.307	129.678	111.801	137.799	118.853	136.181	107.311	129.378	112.827	
9,5	258.372	172.890	191.489	167.045	190.276	150.360	181.493	156.808	192.499	166.502	190.327	150.364	181.089	158.143	
10,5	317.780	232.570	256.911	224.919	255.244	202.293	244.378	212.216	258.154	224.410	255.313	202.290	243.935	213.599	
11,5	349.280	292.448	321.215	282.993	318.236	255.131	308.551	270.880	321.813	282.754	318.285	255.132	308.359	271.532	
12,5	358.343	330.881	354.115	323.331	352.655	295.591	348.735	314.062	354.187	323.247	352.687	295.588	348.705	314.149	
13,5	359.828	348.385	359.499	348.299	359.411	324.230	359.167	342.991	359.502	348.347	359.412	324.230	359.161	342.878	
14,5	360.000	357.016	359.989	359.454	359.981	346.273	359.968	358.736	359.989	359.531	359.981	346.273	359.968	358.474	
15,5	360.000	359.842	360.000	359.988	360.000	359.221	360.000	359.979	360.000	359.990	360.000	359.221	360.000	359.975	
16,5	360.000	359.999	360.000	360.000	360.000	359.993	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	359.993	360.000	360.000	
17,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
18,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
19,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
20,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
21,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
22,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
23,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
24,5	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	
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:

- 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.
- 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.
- Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
- 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.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

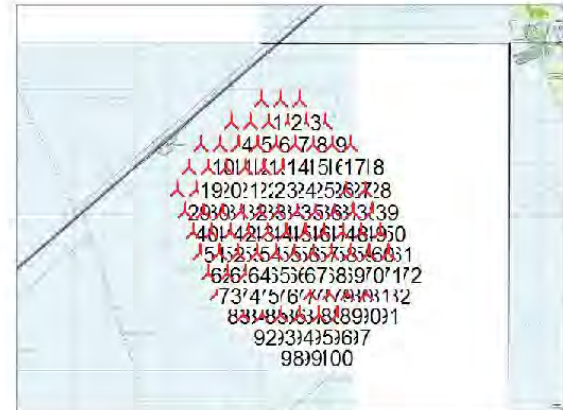
PARK - WTG distances

Calculation: WP Fryslan variant 2

WTG distances

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters
[m]		[m]	[m]	
1 0,0	2 0,0	2 0,0	600	5,0
2 0,0	1 0,0	1 0,0	600	5,0
3 0,0	2 0,0	2 0,0	600	5,0
4 0,0	5 0,0	5 0,0	600	5,0
5 0,0	4 0,0	4 0,0	600	5,0
6 0,0	5 0,0	5 0,0	600	5,0
7 0,0	6 0,0	6 0,0	600	5,0
8 0,0	7 0,0	7 0,0	600	5,0
9 0,0	8 0,0	8 0,0	600	5,0
10 0,0	11 0,0	11 0,0	600	5,0
11 0,0	10 0,0	10 0,0	600	5,0
12 0,0	11 0,0	11 0,0	600	5,0
13 0,0	12 0,0	12 0,0	600	5,0
14 0,0	13 0,0	13 0,0	600	5,0
15 0,0	14 0,0	14 0,0	600	5,0
16 0,0	15 0,0	15 0,0	600	5,0
17 0,0	16 0,0	16 0,0	600	5,0
18 0,0	17 0,0	17 0,0	600	5,0
19 0,0	20 0,0	20 0,0	600	5,0
20 0,0	19 0,0	19 0,0	600	5,0
21 0,0	20 0,0	20 0,0	600	5,0
22 0,0	21 0,0	21 0,0	600	5,0
23 0,0	22 0,0	22 0,0	600	5,0
24 0,0	23 0,0	23 0,0	600	5,0
25 0,0	24 0,0	24 0,0	600	5,0
26 0,0	25 0,0	25 0,0	600	5,0
27 0,0	26 0,0	26 0,0	600	5,0
28 0,0	27 0,0	27 0,0	600	5,0
29 0,0	30 0,0	30 0,0	600	5,0
30 0,0	29 0,0	29 0,0	600	5,0
31 0,0	30 0,0	30 0,0	600	5,0
32 0,0	31 0,0	31 0,0	600	5,0
33 0,0	32 0,0	32 0,0	600	5,0
34 0,0	33 0,0	33 0,0	600	5,0
35 0,0	34 0,0	34 0,0	600	5,0
36 0,0	35 0,0	35 0,0	600	5,0
37 0,0	36 0,0	36 0,0	600	5,0
38 0,0	37 0,0	37 0,0	600	5,0
39 0,0	38 0,0	38 0,0	600	5,0
40 0,0	41 0,0	41 0,0	600	5,0
41 0,0	40 0,0	40 0,0	600	5,0
42 0,0	41 0,0	41 0,0	600	5,0
43 0,0	42 0,0	42 0,0	600	5,0
44 0,0	43 0,0	43 0,0	600	5,0
45 0,0	44 0,0	44 0,0	600	5,0
46 0,0	45 0,0	45 0,0	600	5,0
47 0,0	46 0,0	46 0,0	600	5,0
48 0,0	47 0,0	47 0,0	600	5,0
49 0,0	48 0,0	48 0,0	600	5,0
50 0,0	49 0,0	49 0,0	600	5,0
51 0,0	52 0,0	52 0,0	600	5,0
52 0,0	51 0,0	51 0,0	600	5,0
53 0,0	52 0,0	52 0,0	600	5,0
54 0,0	53 0,0	53 0,0	600	5,0
55 0,0	54 0,0	54 0,0	600	5,0
56 0,0	55 0,0	55 0,0	600	5,0
57 0,0	56 0,0	56 0,0	600	5,0
58 0,0	57 0,0	57 0,0	600	5,0
59 0,0	58 0,0	58 0,0	600	5,0
60 0,0	59 0,0	59 0,0	600	5,0
61 0,0	60 0,0	60 0,0	600	5,0
62 0,0	63 0,0	63 0,0	600	5,0
63 0,0	62 0,0	62 0,0	600	5,0
64 0,0	63 0,0	63 0,0	600	5,0

To be continued on next page...



↖ New WTG

Scale 1:200.000

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - WTG distances

Calculation: WP Fryslan variant 2

...continued from previous page

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance [m]	Distance in rotor diameters	
65	0,0	64	0,0	600	5,0
66	0,0	65	0,0	600	5,0
67	0,0	66	0,0	600	5,0
68	0,0	67	0,0	600	5,0
69	0,0	68	0,0	600	5,0
70	0,0	69	0,0	600	5,0
71	0,0	70	0,0	600	5,0
72	0,0	71	0,0	600	5,0
73	0,0	74	0,0	600	5,0
74	0,0	73	0,0	600	5,0
75	0,0	74	0,0	600	5,0
76	0,0	75	0,0	600	5,0
77	0,0	76	0,0	600	5,0
78	0,0	77	0,0	600	5,0
79	0,0	78	0,0	600	5,0
80	0,0	79	0,0	600	5,0
81	0,0	80	0,0	600	5,0
82	0,0	81	0,0	600	5,0
83	0,0	84	0,0	600	5,0
84	0,0	83	0,0	600	5,0
85	0,0	84	0,0	600	5,0
86	0,0	85	0,0	600	5,0
87	0,0	86	0,0	600	5,0
88	0,0	87	0,0	600	5,0
89	0,0	88	0,0	600	5,0
90	0,0	89	0,0	600	5,0
91	0,0	90	0,0	600	5,0
92	0,0	93	0,0	600	5,0
93	0,0	92	0,0	600	5,0
94	0,0	93	0,0	600	5,0
95	0,0	94	0,0	600	5,0
96	0,0	95	0,0	600	5,0
97	0,0	96	0,0	600	5,0
98	0,0	99	0,0	600	5,0
99	0,0	98	0,0	600	5,0
100	0,0	99	0,0	600	5,0
Min	0,0	0,0	600	5,0	
Max	0,0	0,0	600	5,0	

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Wind statistics info

Calculation: WP Fryslan variant 2

Main data for wind statistic

File S:\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wws
Name MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m
Country Netherlands
Source USER
Mast coordinates Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 151.495 North: 557.005
Created 9-5-2014
Edited 9-5-2014
Sectors 12
WAsP version WAsP 10.2 RVEAD164.dll 3.0.1.100

Additional info for wind statistic

Source data MERRA_basic_E05.335_N53.000
Data from 1-1-1983
Data to 1-2-2013
Measurement length 361,0 Months
Recovery rate 99,9 %
Effective measurement length 360,7 Months

Note

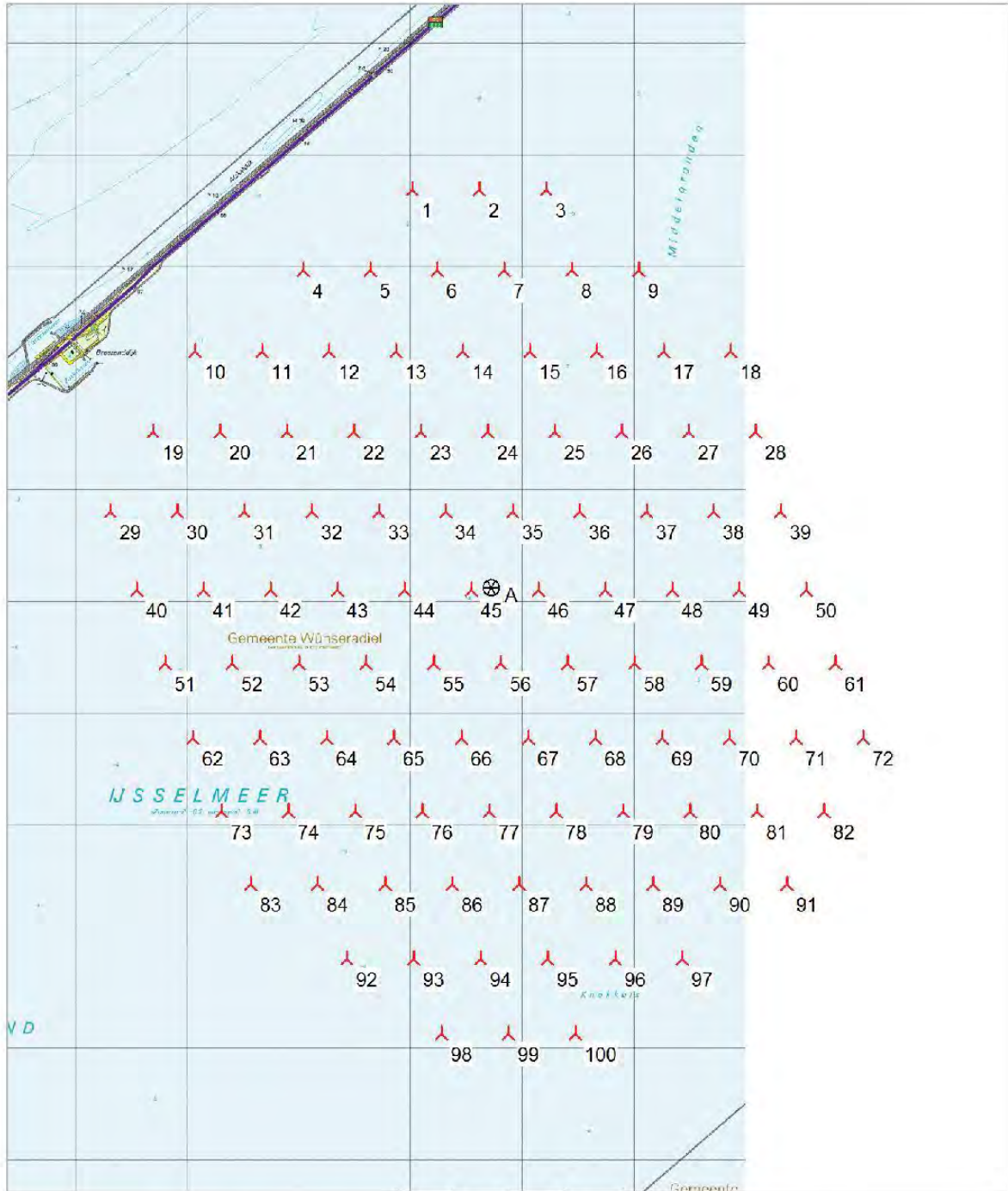
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:25/3.0.578

PARK - Map

Calculation: WP Fryslan variant 2



New WTG

Site Data
Map: Fryslan , Print scale 1:50.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 146.693 North: 556.897

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 3

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude 1,237 kg/m³
Air density relative to standard 101,0 %
Hub altitude above sea level (asl) 105,0 m
Annual mean temperature at hub alt. 8,6 °C
Pressure at WTGs 1.000,4 hPa

Wake Model Parameters

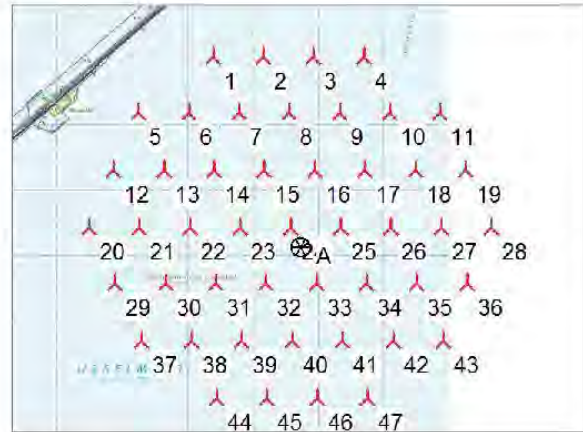
From angle [°]	To angle [°]	Terrain type	Wake decay constant
-180,0	180,0	Offshore & Water areas	0,040

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 MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.mwvs

WAsP version WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100



Key results for height 95,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2000

X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A 146.732	557.112	Site data IJsselmeer	WAsP (WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	9,1	-0,7

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results*		Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
				Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]		
Wind farm	1.219.874,4	1.397.042,2	87,3	49,3	25.954,8	4.326	9,3

*) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 47 new WTGs with total 282,0 MW rated power

WTG type				Power curve				Annual Energy Park					
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Creator	Name	Result [MWh]	Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.183,7	91,13	51,7	9,35
2 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.478,3	88,89	50,3	9,34
3 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.256,8	88,32	49,9	9,33
4 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.434,6	89,14	50,3	9,32
5 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.453,8	91,87	52,2	9,35
6 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.378,3	88,37	50,2	9,35
7 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.665,8	86,11	48,8	9,34
8 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.355,3	85,26	48,2	9,33
9 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.247,4	85,03	48,0	9,32
10 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.462,1	85,98	48,4	9,31
11 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.072,1	88,28	49,6	9,29
12 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.364,9	91,56	52,0	9,35
13 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.163,7	87,62	49,7	9,35
14 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.414,7	85,21	48,3	9,34
15 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.993,2	83,93	47,5	9,33
16 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.802,2	83,44	47,2	9,33
17 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.797,7	83,61	47,1	9,31
18 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.099,0	84,84	47,7	9,30
19 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.752,0	87,35	49,0	9,28
20 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.786,4	92,95	52,8	9,35
21 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.499,1	88,72	50,4	9,35
22 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.611,7	85,83	48,7	9,34
23 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.053,6	84,08	47,6	9,34
24 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.700,4	83,02	47,0	9,33
25 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.644,5	83,01	46,9	9,32
26 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.812,4	83,76	47,2	9,31
27 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.176,6	85,23	47,9	9,29
28 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.001,7	88,31	49,4	9,27

To be continued on next page...

Project:

S12004 okt 2014

Licensed user:

Pondera Consult B.V.
 Welbergweg 49
 NL-7556 PE Hengelo
 0031742489940
 Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
 Calculated:
 21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 3

...continued from previous page

Links	WTG type			Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Power curve		Annual Energy Park			
	Valid	Manufact	Type-generator					Creator	Name	Result	Efficiency	Capacity factor	Mean wind speed
				[kW]	[m]	[m]	[m]			[MWh]	[%]	[%]	[m/s]
29 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.449,5	91,90	52,2	9,35
30 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.291,2	88,11	50,0	9,34
31 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.552,0	85,72	48,6	9,34
32 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.109,5	84,35	47,7	9,33
33 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.913,2	83,84	47,4	9,32
34 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.911,6	84,01	47,4	9,31
35 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.229,9	85,29	48,0	9,30
36 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.940,6	87,93	49,3	9,28
37 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.567,9	92,37	52,4	9,34
38 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.649,7	89,36	50,7	9,34
39 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.977,5	87,22	49,4	9,33
40 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.644,1	86,23	48,8	9,32
41 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.535,3	86,01	48,5	9,31
42 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.753,2	86,93	49,0	9,30
43 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.454,4	89,56	50,3	9,29
44 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.522,4	92,38	52,3	9,33
45 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.935,4	90,52	51,2	9,32
46 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.772,4	90,13	50,9	9,31
47 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.002,7	91,08	51,3	9,30

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2000

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description
			[m]	
1 New	145.390	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (279)
2 New	146.160	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (280)
3 New	146.930	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (281)
4 New	147.700	560.042	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (282)
5 New	144.250	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (283)
6 New	145.020	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (284)
7 New	145.790	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (285)
8 New	146.560	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (286)
9 New	147.330	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (287)
10 New	148.100	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (288)
11 New	148.870	559.180	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (289)
12 New	143.871	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (290)
13 New	144.641	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (291)
14 New	145.411	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (292)
15 New	146.181	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (293)
16 New	146.951	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (294)
17 New	147.721	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (295)
18 New	148.491	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (296)
19 New	149.261	558.299	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (297)
20 New	143.497	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (298)
21 New	144.267	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (299)
22 New	145.037	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (300)
23 New	145.807	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (301)
24 New	146.577	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (302)
25 New	147.347	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (303)
26 New	148.117	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (304)
27 New	148.887	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (305)
28 New	149.657	557.427	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (306)
29 New	143.894	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (307)
30 New	144.664	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (308)
31 New	145.434	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (309)
32 New	146.204	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (310)
33 New	146.974	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (311)
34 New	147.744	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (312)
35 New	148.514	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (313)
36 New	149.284	556.564	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (314)
37 New	144.296	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (315)
38 New	145.066	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (316)

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 3

...continued from previous page

Dutch Stereo-RD/NAP 2000

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description
	[m]			
39 New	145.836	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (317)
40 New	146.606	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (318)
41 New	147.376	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (319)
42 New	148.146	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (320)
43 New	148.916	555.691	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (321)
44 New	145.445	554.805	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (322)
45 New	146.215	554.805	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (323)
46 New	146.985	554.805	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (324)
47 New	147.755	554.805	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (325)

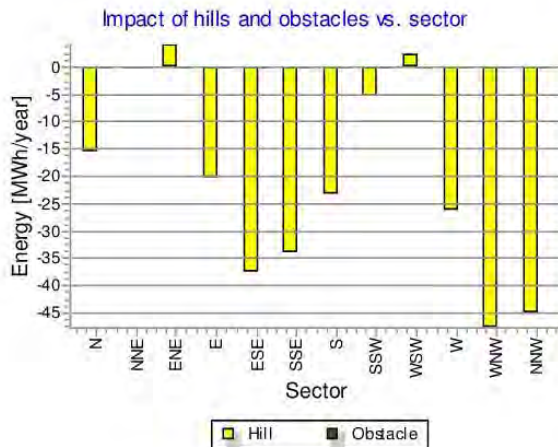
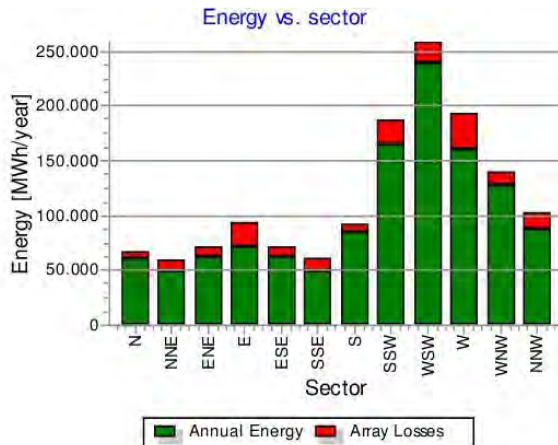
Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Production Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 3WTG: All new WTGs, Air density 1,240 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]	66.453,4	60.039,4	71.278,9	93.187,4	71.586,6	61.048,5	91.997,2	187.225,1	258.696,8	193.074,5	139.391,2	103.311,9	1.397.291,8
+ Increase due to hills [MWh]	-15,5	-0,2	4,1	-20,4	-37,5	-33,9	-23,3	-5,3	2,3	-26,1	-47,7	-45,0	-248,6
- Decrease due to array losses [MWh]	6.044,7	11.425,1	8.885,4	21.947,0	9.241,4	11.409,0	6.683,0	22.665,8	18.612,6	32.289,0	12.214,8	15.750,0	177.167,8
Resulting energy [MWh]	60.393,1	48.614,1	62.397,7	71.220,1	62.307,7	49.605,6	85.290,9	164.554,1	240.086,4	160.759,3	127.128,7	87.516,8	1.219.874,6
Specific energy [kWh/m ²]													1.393
Specific energy [kWh/kW]													4.326
Increase due to hills [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,02
Decrease due to array losses [%]	9,1	19,0	12,5	23,6	12,9	18,7	7,3	12,1	7,2	16,7	8,8	15,3	12,68
Utilization [%]	25,1	24,6	26,5	21,6	27,0	24,2	20,1	16,3	16,5	14,9	18,6	20,0	18,7
Operational [Hours/year]	497	453	513	614	513	456	592	1.020	1.337	1.070	821	668	8.553
Full Load Equivalent [Hours/year]	214	172	221	253	221	176	302	584	851	570	451	310	4.326



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 3WTG: 1 - Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! Level 0 - - Standard setting - , Hub height: 105,0 m

Name: Level 0 - - Standard setting -

Source: Manufacturer; Doc: E-R-WP-CTO-40-0000-9054-00 RLU/2013.07.11 Confidential

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
9-9-2013	USER	16-6-2011	9-9-2013	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,32

Gebruikt onder voorwaarden. NDA Fryslan Offshore Wind Farm

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]	9.537	14.649	19.654	24.160	27.993	31.082
Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! Level 0 - - Standard setting -	[MWh]	9.360	14.342	19.280	23.759	27.577	30.641
Check value	[%]	2	2	2	2	2	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/m²) 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

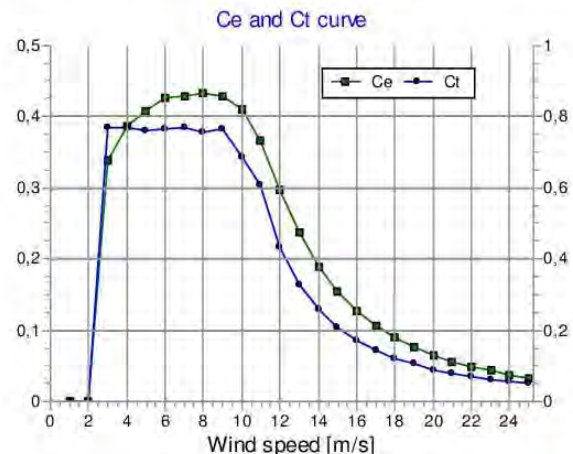
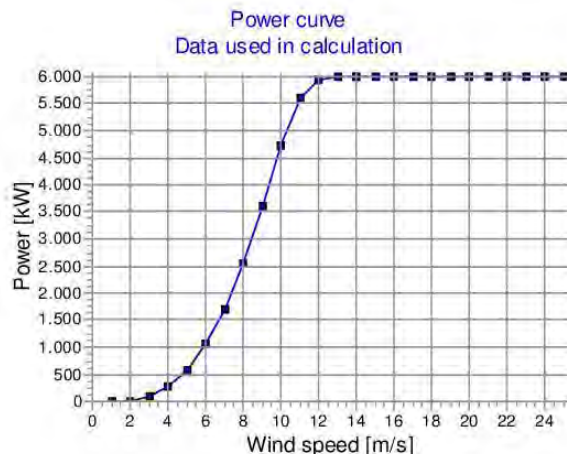
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	104,0	0,34	0,0	0,00
4,0	281,0	0,38	1,0	0,00
5,0	580,0	0,41	2,0	0,00
6,0	1.048,0	0,43	3,0	0,77
7,0	1.677,0	0,43	4,0	0,77
8,0	2.527,0	0,43	5,0	0,76
9,0	3.562,0	0,43	6,0	0,76
10,0	4.695,0	0,41	7,0	0,77
11,0	5.594,0	0,37	8,0	0,76
12,0	5.929,0	0,30	9,0	0,76
13,0	5.992,0	0,24	10,0	0,69
14,0	5.999,0	0,19	11,0	0,61
15,0	6.000,0	0,16	12,0	0,43
16,0	6.000,0	0,13	13,0	0,33
17,0	6.000,0	0,11	14,0	0,26
18,0	6.000,0	0,09	15,0	0,21
19,0	6.000,0	0,08	16,0	0,17
20,0	6.000,0	0,07	17,0	0,14
21,0	6.000,0	0,06	18,0	0,12
22,0	6.000,0	0,05	19,0	0,10
23,0	6.000,0	0,04	20,0	0,09
24,0	6.000,0	0,04	21,0	0,08
25,0	6.000,0	0,03	22,0	0,07
			23,0	0,06
			24,0	0,05
			25,0	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,237 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	2,1	2,1	0,0
3,0	105,7	0,34	2,50-3,50	38,8	40,9	0,2
4,0	284,7	0,39	3,50-4,50	146,0	186,9	0,7
5,0	587,3	0,41	4,50-5,50	359,7	546,7	2,0
6,0	1.059,8	0,43	5,50-6,50	722,9	1.269,6	4,7
7,0	1.695,6	0,43	6,50-7,50	1.246,1	2.515,7	9,3
8,0	2.553,2	0,43	7,50-8,50	1.901,1	4.416,8	16,2
9,0	3.596,6	0,43	8,50-9,50	2.592,9	7.009,7	25,8
10,0	4.729,4	0,41	9,50-10,50	3.136,5	10.146,2	37,3
11,0	5.610,1	0,37	10,50-11,50	3.310,3	13.456,5	49,5
12,0	5.932,6	0,30	11,50-12,50	3.072,6	16.529,1	60,8
13,0	5.992,4	0,24	12,50-13,50	2.612,8	19.141,9	70,4
14,0	5.999,1	0,19	13,50-14,50	2.115,8	21.257,7	78,2
15,0	6.000,0	0,15	14,50-15,50	1.658,6	22.916,3	84,3
16,0	6.000,0	0,13	15,50-16,50	1.265,2	24.181,5	89,0
17,0	6.000,0	0,11	16,50-17,50	941,3	25.122,8	92,4
18,0	6.000,0	0,09	17,50-18,50	683,8	25.806,6	94,9
19,0	6.000,0	0,08	18,50-19,50	485,3	26.291,9	96,7
20,0	6.000,0	0,07	19,50-20,50	336,3	26.628,2	98,0
21,0	6.000,0	0,06	20,50-21,50	227,3	26.855,5	98,8
22,0	6.000,0	0,05	21,50-22,50	149,7	27.005,3	99,3
23,0	6.000,0	0,04	22,50-23,50	96,0	27.101,2	99,7
24,0	6.000,0	0,04	23,50-24,50	59,8	27.161,0	99,9
25,0	6.000,0	0,03	24,50-25,50	22,7	27.183,7	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Terrain

Calculation: WP Fryslan variant 3 **Site Data:** A - Site data IJsselmeer

Obstacles:

0 Obstacles used

Roughness:

Calculation uses following MAP files:

\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\ROUGHNESSLINE_S12004_0.wpo

Min X: 115.655, Max X: 175.991, Min Y: 528.616, Max Y: 588.587, Width: 60.337 m, Height: 59.971 m

Limited by a square on 40,0 km x 40,0 km around the current site

Orography:

Calculation uses following MAP files:

\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\Oud\S12004 mrt 2013 prod_EMDGrid_0.wpg

Min X: 136.195, Max X: 156.252, Min Y: 550.142, Max Y: 570.116, Width: 20.057 m, Height: 19.974 m

Limited by a square on 14,0 km x 14,0 km around the current site

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Wind Data Analysis

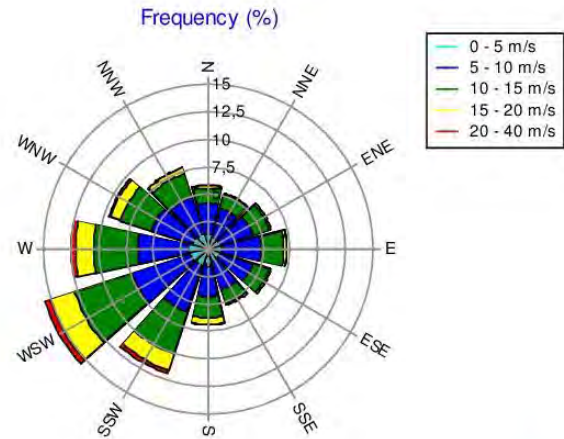
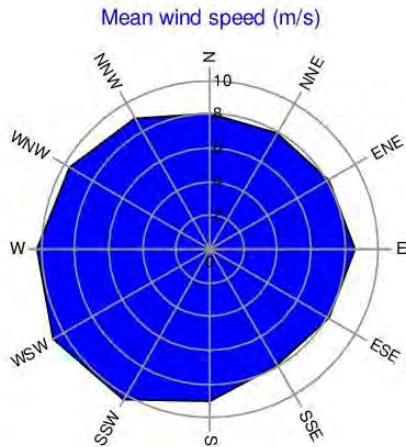
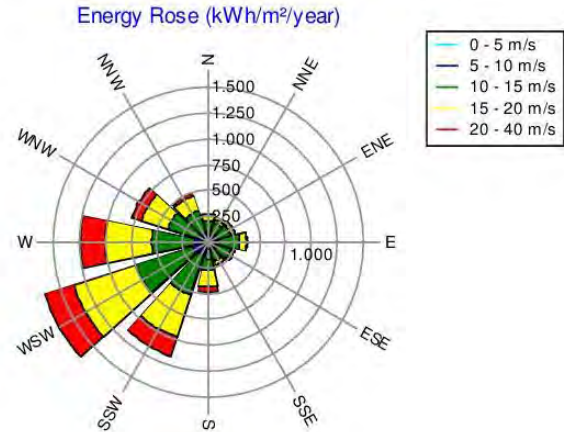
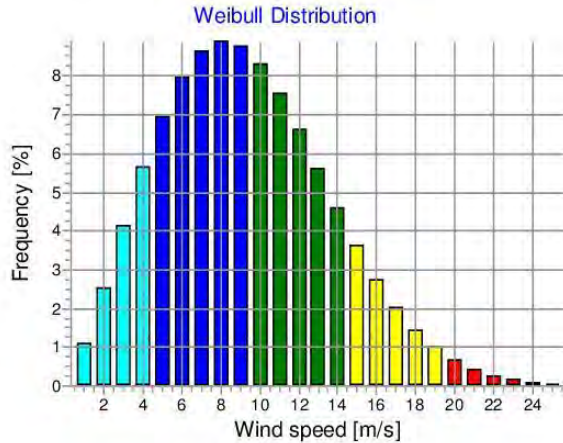
Calculation: WP Fryslan variant 3Wind data: A - Site data IJsselmeer; Hub height: 105,0

Site coordinates
Dutch Stereo-RD/NAP 2000
East: 146.732 North: 557.112

Wind statistics
NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wvs

Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	9,03	8,00	2,264	5,8
1 NNE	8,93	7,92	2,486	5,3
2 ENE	9,16	8,13	2,588	6,0
3 E	9,68	8,61	2,631	7,2
4 ESE	9,16	8,15	2,674	6,0
5 SSE	8,99	7,97	2,455	5,3
6 S	10,16	9,00	2,166	6,9
7 SSW	11,61	10,29	2,357	11,9
8 WSW	12,09	10,72	2,471	15,6
9 W	11,56	10,24	2,264	12,5
10 WNW	10,84	9,60	2,287	9,6
11 NNW	10,02	8,87	2,287	7,8
All	10,53	9,32	2,271	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Park power curve

Calculation: WP Fryslan variant 3

Wind speed [m/s]	Power													
	Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
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	794	295	367	281	323	231	312	275	368	281	322	231	313	276
3,5	9.139	6.332	7.268	6.042	6.796	5.328	6.761	6.037	7.268	6.040	6.795	5.328	6.763	6.038
4,5	20.431	14.675	16.557	14.060	15.670	12.587	15.597	14.049	16.558	14.058	15.670	12.587	15.602	14.050
5,5	38.636	27.987	31.490	26.864	29.847	24.042	29.716	26.843	31.496	26.864	29.847	24.042	29.726	26.843
6,5	64.638	47.373	53.293	45.451	50.483	40.789	50.277	45.429	53.295	45.456	50.484	40.789	50.292	45.426
7,5	99.735	73.492	82.507	70.576	78.277	63.384	77.952	70.524	82.510	70.573	78.280	63.384	77.973	70.517
8,5	144.446	107.244	120.243	103.053	114.108	92.653	113.668	103.024	120.248	103.059	114.112	92.653	113.699	103.017
9,5	195.868	148.968	166.432	143.289	158.427	128.981	157.896	143.213	166.439	143.287	158.427	128.981	157.932	143.206
10,5	243.618	195.824	216.946	188.705	207.844	170.658	207.478	188.727	216.954	188.701	207.845	170.657	207.505	188.722
11,5	271.624	238.715	258.998	231.491	252.036	211.392	251.993	231.737	259.005	231.496	252.031	211.391	251.999	231.755
12,5	280.322	265.108	278.252	260.791	275.991	242.343	276.061	261.225	278.250	260.784	275.989	242.342	276.062	261.219
13,5	281.810	276.547	281.640	276.838	281.443	263.371	281.450	277.096	281.640	276.819	281.444	263.371	281.450	277.116
14,5	281.980	280.887	281.965	281.683	281.952	276.934	281.952	281.706	281.965	281.680	281.952	276.934	281.952	281.708
15,5	282.000	281.950	282.000	281.987	281.999	281.772	281.999	281.987	282.000	281.987	281.999	281.772	281.999	281.988
16,5	282.000	281.999	282.000	282.000	282.000	281.995	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	281.995	282.000	282.000
17,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
18,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
19,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
20,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
21,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
22,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
23,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
24,5	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000	282.000
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:

- 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.
- 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.
- Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
- 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.

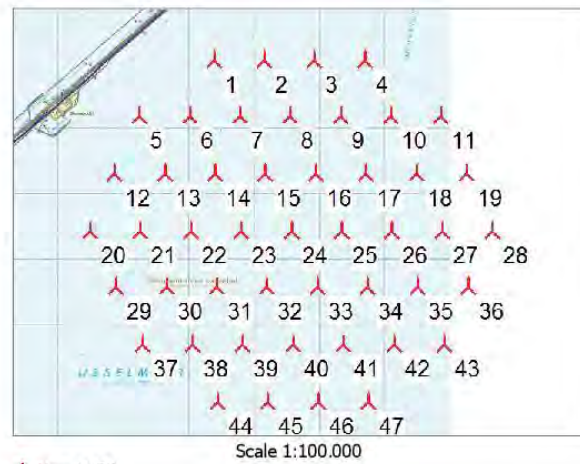
Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - WTG distances

Calculation: WP Fryslan variant 3
WTG distances

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters
[m]		[m]	[m]	
1	0,0	2	0,0	5,0
2	0,0	1	0,0	5,0
3	0,0	2	0,0	5,0
4	0,0	3	0,0	5,0
5	0,0	6	0,0	5,0
6	0,0	5	0,0	5,0
7	0,0	6	0,0	5,0
8	0,0	7	0,0	5,0
9	0,0	8	0,0	5,0
10	0,0	9	0,0	5,0
11	0,0	10	0,0	5,0
12	0,0	13	0,0	5,0
13	0,0	12	0,0	5,0
14	0,0	13	0,0	5,0
15	0,0	14	0,0	5,0
16	0,0	15	0,0	5,0
17	0,0	16	0,0	5,0
18	0,0	17	0,0	5,0
19	0,0	18	0,0	5,0
20	0,0	21	0,0	5,0
21	0,0	20	0,0	5,0
22	0,0	21	0,0	5,0
23	0,0	22	0,0	5,0
24	0,0	23	0,0	5,0
25	0,0	24	0,0	5,0
26	0,0	25	0,0	5,0
27	0,0	26	0,0	5,0
28	0,0	27	0,0	5,0
29	0,0	30	0,0	5,0
30	0,0	29	0,0	5,0
31	0,0	30	0,0	5,0
32	0,0	31	0,0	5,0
33	0,0	32	0,0	5,0
34	0,0	33	0,0	5,0
35	0,0	34	0,0	5,0
36	0,0	35	0,0	5,0
37	0,0	38	0,0	5,0
38	0,0	37	0,0	5,0
39	0,0	38	0,0	5,0
40	0,0	39	0,0	5,0
41	0,0	40	0,0	5,0
42	0,0	41	0,0	5,0
43	0,0	42	0,0	5,0
44	0,0	45	0,0	5,0
45	0,0	44	0,0	5,0
46	0,0	45	0,0	5,0
47	0,0	46	0,0	5,0
Min	0,0	0,0	770	5,0
Max	0,0	0,0	770	5,0



↗ New WTG

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Wind statistics info

Calculation: WP Fryslan variant 3

Main data for wind statistic

File S:\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wvs
Name MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m
Country Netherlands
Source USER
Mast coordinates Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 151.495 North: 557.005
Created 9-5-2014
Edited 9-5-2014
Sectors 12
WAsP version WAsP 10.2 RVEAD164.dll 3.0.1.100

Additional info for wind statistic

Source data MERRA_basic_E05.335_N53.000
Data from 1-1-1983
Data to 1-2-2013
Measurement length 361,0 Months
Recovery rate 99,9 %
Effective measurement length 360,7 Months

Note

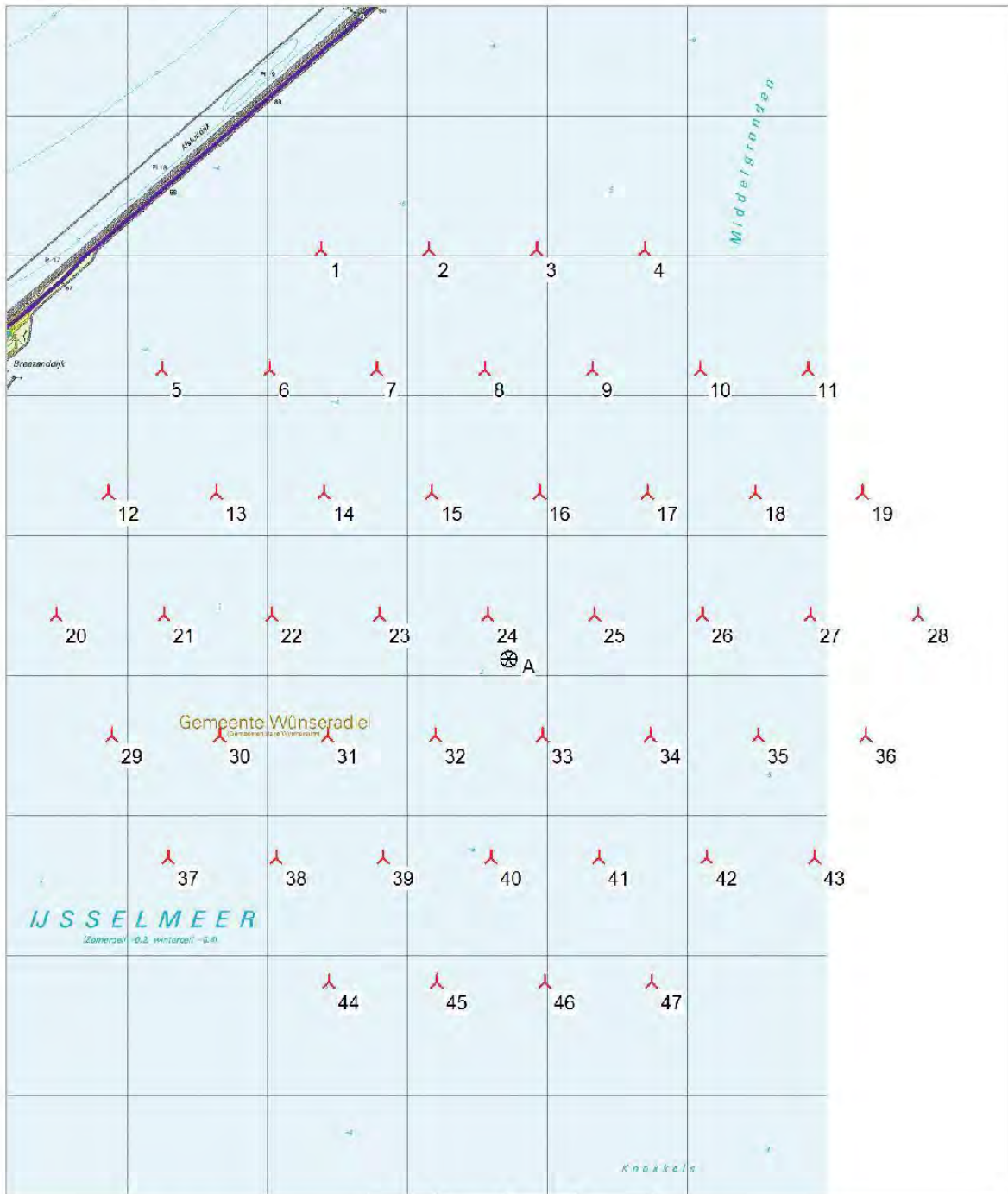
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:26/3.0.578

PARK - Map

Calculation: WP Fryslan variant 3



0 500 1000 1500 2000 m
 Map: Fryslan , Print scale 1:40.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 146.577 North: 557.423
 New WTG Site Data

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslân variant 4

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings
Air density calculation mode Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude 1,237 kg/m³
Air density relative to standard 101,0 %
Hub altitude above sea level (asl) 105,0 m
Annual mean temperature at hub alt. 8,6 °C
Pressure at WTGs 1.000,4 hPa

Wake Model Parameters
From angle To angle Terrain type Wake decay constant
[°] [°]
-180,0 180,0 Offshore & Water areas 0,040

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 MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.rwvs

WAsP version WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100



Scale 1:125.000

New WTG Site Data

Key results for height 95,0 m above ground level

Terrain Dutch Stereo-RD/NAP 2000

X (east)	Y (north)	Name of wind distribution	Type	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness	
A	146.732	557.112	Site data IJsselmeer	WAsP (WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	9,1	-0,7

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results			Mean wind speed @hub height [m/s]
				Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	
Wind farm	1.660.929,1	1.930.445,6	86,0	48,6	25.552,8	4.259	9,3

*) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 65 new WTGs with total 390,0 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]	Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean wind speed [m/s]
1	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.069,6	90,77	51,5	9,35
2	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.386,8	88,62	50,2	9,34
3	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.155,5	88,03	49,7	9,33
4	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.344,2	88,90	50,1	9,31
5	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.326,3	91,44	52,0	9,35
6	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.254,1	87,99	49,9	9,35
7	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.553,2	85,73	48,6	9,34
8	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.198,8	84,73	47,9	9,33
9	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.093,0	84,53	47,7	9,32
10	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.297,4	85,44	48,1	9,31
11	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.904,4	87,75	49,3	9,29
12	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.227,3	91,11	51,8	9,35
13	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.029,2	87,15	49,5	9,35
14	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.262,6	84,72	48,0	9,34
15	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.786,5	83,24	47,1	9,33
16	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.593,3	82,73	46,8	9,33
17	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.546,5	82,77	46,7	9,31
18	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.799,0	83,84	47,1	9,30
19	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.432,9	86,28	48,4	9,28
20	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.643,3	92,45	52,6	9,35
21	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.303,1	88,05	50,0	9,35
22	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.378,2	85,04	48,3	9,34
23	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.770,5	83,12	47,1	9,34
24	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.380,6	81,94	46,4	9,33
25	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.286,5	81,79	46,2	9,32
26	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.289,9	81,99	46,2	9,30
27	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.581,8	83,19	46,7	9,29
28	A	Yes	Siemens SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.274,1	85,81	48,1	9,27

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

License user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 4

...continued from previous page

Links	WTG type			Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Power curve		Annual Energy Park			
	Valid	Manufact	Type-generator					Creator	Name	Result	Efficiency	Capacity factor	Mean wind speed
				[kW]	[m]	[m]	[m]			[MWh]	[%]	[%]	[m/s]
29 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.210,2	91,08	51,7	9,35
30 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.934,8	86,90	49,3	9,34
31 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.098,8	84,18	47,7	9,34
32 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.572,9	82,51	46,7	9,33
33 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.281,9	81,68	46,2	9,32
34 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.185,5	81,49	46,0	9,31
35 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.273,9	81,99	46,2	9,30
36 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.608,2	83,36	46,8	9,28
37 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.345,2	86,17	48,2	9,27
38 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.072,2	90,68	51,5	9,34
39 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.845,5	86,64	49,1	9,34
40 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.048,3	84,08	47,6	9,33
41 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.624,5	82,77	46,8	9,32
42 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.319,5	81,88	46,2	9,32
43 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.319,2	82,05	46,2	9,31
44 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.482,1	82,83	46,5	9,29
45 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.888,7	84,44	47,3	9,28
46 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.740,1	87,66	48,9	9,25
47 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.114,1	90,91	51,6	9,33
48 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.956,2	87,06	49,4	9,33
49 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.242,8	84,79	48,0	9,32
50 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.832,5	83,54	47,2	9,32
51 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.657,2	83,08	46,9	9,31
52 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	24.689,3	83,38	46,9	9,30
53 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.008,3	84,69	47,5	9,28
54 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.719,8	87,36	48,9	9,27
55 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.374,9	91,85	52,0	9,32
56 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.425,4	88,75	50,2	9,32
57 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.755,3	86,59	49,0	9,32
58 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.409,0	85,57	48,3	9,31
59 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.327,4	85,43	48,2	9,30
60 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	25.558,6	86,40	48,6	9,29
61 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.261,0	89,03	49,9	9,28
62 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	27.374,1	91,99	52,0	9,32
63 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.774,1	90,06	50,9	9,31
64 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.604,9	89,66	50,6	9,30
65 A	Yes	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	105,0	0,0	USER	Level 0 -- Standard setting -	26.824,3	90,55	51,0	9,30

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

WTG siting

Dutch Stereo-RD/NAP 2000

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description
			[m]	
1 New	145.532	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (214)
2 New	146.302	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (215)
3 New	147.072	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (216)
4 New	147.842	560.164	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (217)
5 New	144.310	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (218)
6 New	145.080	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (219)
7 New	145.850	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (220)
8 New	146.620	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (221)
9 New	147.390	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (222)
10 New	148.160	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (223)
11 New	148.930	559.301	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (224)
12 New	143.853	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (225)
13 New	144.623	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (226)
14 New	145.393	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (227)
15 New	146.163	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (228)
16 New	146.933	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (229)
17 New	147.703	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (230)
18 New	148.473	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (231)
19 New	149.243	558.423	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (232)
20 New	143.396	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (233)
21 New	144.166	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (234)
22 New	144.936	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (235)
23 New	145.706	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (236)

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

Licensed User:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Main Result

Calculation: WP Fryslan variant 4

...continued from previous page

		Dutch Stereo-RD/NAP 2000				
	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description		
24	New	146.476	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (237)
25	New	147.246	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (238)
26	New	148.016	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (239)
27	New	148.786	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (240)
28	New	149.556	557.547	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (241)
29	New	143.715	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (242)
30	New	144.485	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (243)
31	New	145.255	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (244)
32	New	146.025	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (245)
33	New	146.795	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (246)
34	New	147.565	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (247)
35	New	148.335	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (248)
36	New	149.105	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (249)
37	New	149.875	556.685	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (250)
38	New	144.039	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (251)
39	New	144.809	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (252)
40	New	145.579	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (253)
41	New	146.349	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (254)
42	New	147.119	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (255)
43	New	147.889	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (256)
44	New	148.659	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (257)
45	New	149.429	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (258)
46	New	150.199	555.813	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (259)
47	New	144.345	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (260)
48	New	145.115	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (261)
49	New	145.885	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (262)
50	New	146.655	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (263)
51	New	147.425	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (264)
52	New	148.195	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (265)
53	New	148.965	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (266)
54	New	149.735	554.940	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (267)
55	New	144.675	554.061	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (268)
56	New	145.429	554.066	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (269)
57	New	146.199	554.066	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (270)
58	New	146.969	554.066	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (271)
59	New	147.739	554.066	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (272)
60	New	148.509	554.066	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (273)
61	New	149.279	554.066	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (274)
62	New	145.747	553.199	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (275)
63	New	146.514	553.199	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (276)
64	New	147.284	553.199	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (277)
65	New	148.054	553.199	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O!	hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (278)

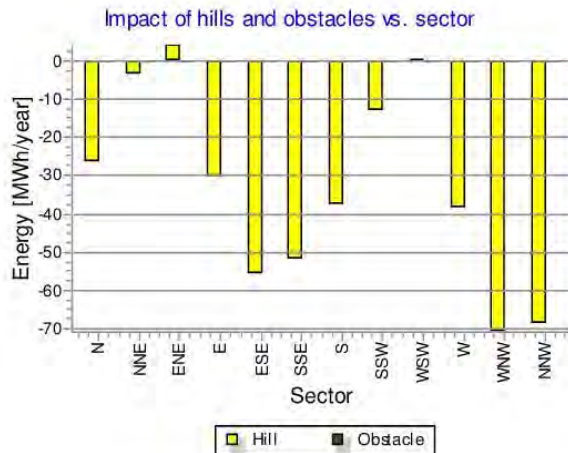
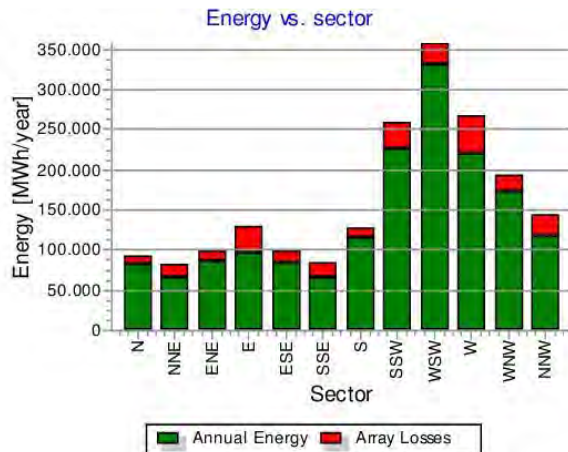
Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Production Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 4WTG: All new WTGs, Air density 1,240 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]	91.901,8	82.694,3	98.503,4	128.632,1	98.743,4	84.342,2	127.228,6	258.932,7	357.214,8	266.980,3	192.795,3	142.878,3	1.930.837,3
+Increase due to hills [MWh]	-26,4	-3,4	4,3	-30,1	-55,7	-51,9	-37,7	-12,9	0,6	-38,5	-70,9	-68,9	-391,5
-Decrease due to array losses [MWh]	10.389,4	16.779,3	12.548,3	31.482,8	14.935,2	19.184,0	11.528,3	33.334,2	26.305,3	46.452,7	19.865,9	26.711,0	269.516,7
Resulting energy [MWh]	81.485,9	65.901,6	85.959,5	97.119,2	83.752,4	65.106,3	115.662,6	225.585,7	330.910,1	220.489,0	172.858,4	116.098,4	1.660.930,3
Specific energy [kWh/m ²]													1.372
Specific energy [kWh/kW]													4.259
Increase due to hills [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,02
Decrease due to array losses [%]	11,3	20,3	12,7	24,5	15,1	22,8	9,1	12,9	7,4	17,4	10,3	18,7	13,96
Utilization [%]	24,5	24,3	26,4	21,4	26,4	23,1	19,8	16,1	16,5	14,7	18,3	19,2	18,4
Operational [Hours/year]	497	453	513	614	513	456	592	1.020	1.337	1.070	821	668	8.553
Full Load Equivalent [Hours/year]	209	169	220	249	215	167	297	578	848	565	443	298	4.259



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: WP Fryslan variant 4WTG: 1 - Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !0! Level 0 - - Standard setting - , Hub height: 105,0 m

Name: Level 0 - - Standard setting -

Source: Manufacturer; Doc: E-R-WP-CTO-40-0000-9054-00 RLU/2013.07.11 Confidential

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
9-9-2013	USER	16-6-2011	9-9-2013	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,32

Gebruikt onder voorwaarden. NDA Fryslan Offshore Wind Farm

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]	9.537	14.649	19.654	24.160	27.993	31.082
Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !0! Level 0 - - Standard setting -	[MWh]	9.360	14.342	19.280	23.759	27.577	30.641
Check value	[%]	2	2	2	2	2	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/m²) 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

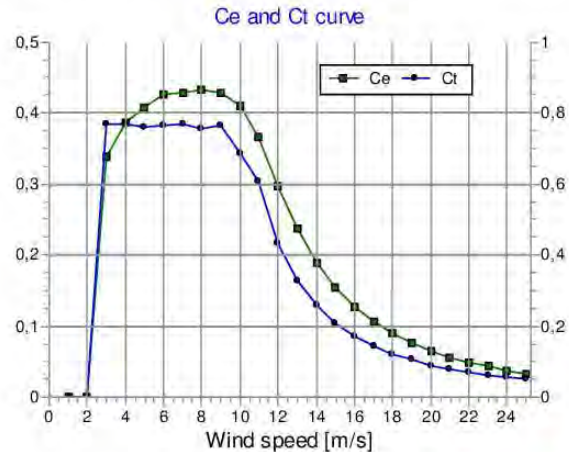
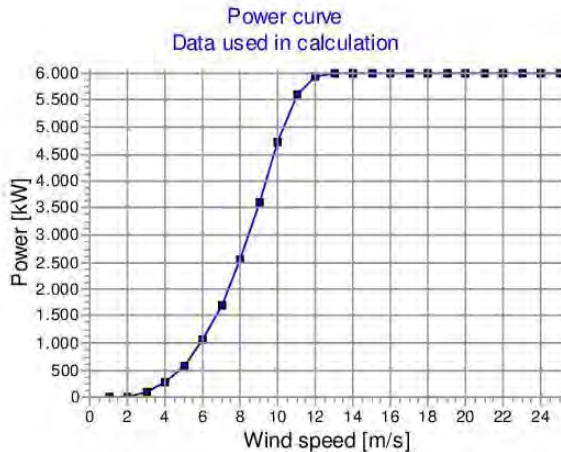
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	104,0	0,34	0,0	0,00
4,0	281,0	0,38	1,0	0,00
5,0	580,0	0,41	2,0	0,00
6,0	1.048,0	0,43	3,0	0,77
7,0	1.677,0	0,43	4,0	0,77
8,0	2.527,0	0,43	5,0	0,76
9,0	3.562,0	0,43	6,0	0,76
10,0	4.695,0	0,41	7,0	0,77
11,0	5.594,0	0,37	8,0	0,76
12,0	5.929,0	0,30	9,0	0,76
13,0	5.992,0	0,24	10,0	0,69
14,0	5.999,0	0,19	11,0	0,61
15,0	6.000,0	0,16	12,0	0,43
16,0	6.000,0	0,13	13,0	0,33
17,0	6.000,0	0,11	14,0	0,26
18,0	6.000,0	0,09	15,0	0,21
19,0	6.000,0	0,08	16,0	0,17
20,0	6.000,0	0,07	17,0	0,14
21,0	6.000,0	0,06	18,0	0,12
22,0	6.000,0	0,05	19,0	0,10
23,0	6.000,0	0,04	20,0	0,09
24,0	6.000,0	0,04	21,0	0,08
25,0	6.000,0	0,03	22,0	0,07
			23,0	0,06
			24,0	0,05
			25,0	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,237 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	2,1	2,1	0,0
3,0	105,7	0,34	2,50-3,50	38,7	40,8	0,2
4,0	284,7	0,39	3,50-4,50	145,5	186,3	0,7
5,0	587,3	0,41	4,50-5,50	358,6	544,9	2,0
6,0	1.059,8	0,43	5,50-6,50	720,5	1.265,4	4,7
7,0	1.695,6	0,43	6,50-7,50	1.241,8	2.507,2	9,3
8,0	2.553,2	0,43	7,50-8,50	1.894,3	4.401,4	16,3
9,0	3.596,6	0,43	8,50-9,50	2.583,1	6.984,5	25,8
10,0	4.729,4	0,41	9,50-10,50	3.124,2	10.108,7	37,3
11,0	5.610,1	0,37	10,50-11,50	3.296,7	13.405,4	49,5
12,0	5.932,6	0,30	11,50-12,50	3.059,4	16.464,9	60,8
13,0	5.992,4	0,24	12,50-13,50	2.601,1	19.066,0	70,4
14,0	5.999,1	0,19	13,50-14,50	2.106,0	21.172,0	78,2
15,0	6.000,0	0,15	14,50-15,50	1.650,8	22.822,8	84,3
16,0	6.000,0	0,13	15,50-16,50	1.259,1	24.081,9	89,0
17,0	6.000,0	0,11	16,50-17,50	936,7	25.018,5	92,4
18,0	6.000,0	0,09	17,50-18,50	680,5	25.699,0	94,9
19,0	6.000,0	0,08	18,50-19,50	483,0	26.182,0	96,7
20,0	6.000,0	0,07	19,50-20,50	334,7	26.516,7	98,0
21,0	6.000,0	0,06	20,50-21,50	226,2	26.742,9	98,8
22,0	6.000,0	0,05	21,50-22,50	149,0	26.891,9	99,3
23,0	6.000,0	0,04	22,50-23,50	95,5	26.987,5	99,7
24,0	6.000,0	0,04	23,50-24,50	59,5	27.047,0	99,9
25,0	6.000,0	0,03	24,50-25,50	22,6	27.069,6	100,0



Project:

S12004 okt 2014

Licensed user:

Pondera Consult B.V.

Welbergweg 49

NL-7556 PE Hengelo

0031742489940

Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com

Calculated:

21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Terrain

Calculation: WP Fryslan variant 4 **Site Data:** A - Site data IJsselmeer

Obstacles:

0 Obstacles used

Roughness:

Calculation uses following MAP files:

\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\ROUGHNESSLINE_S12004_0.wpo

Min X: 115.655, Max X: 175.991, Min Y: 528.616, Max Y: 588.587, Width: 60.337 m, Height: 59.971 m

Limited by a square on 40,0 km x 40,0 km around the current site

Orography:

Calculation uses following MAP files:

\\sbs2011\Services\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\Oud\S12004 mrt 2013 prod_EMDGrid_0.wpg

Min X: 136.195, Max X: 156.252, Min Y: 550.142, Max Y: 570.116, Width: 20.057 m, Height: 19.974 m

Limited by a square on 14,0 km x 14,0 km around the current site

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: WP Fryslân variant 4 **Wind data:** A - Site data IJsselmeer; Hub height: 105,0

Site coordinates

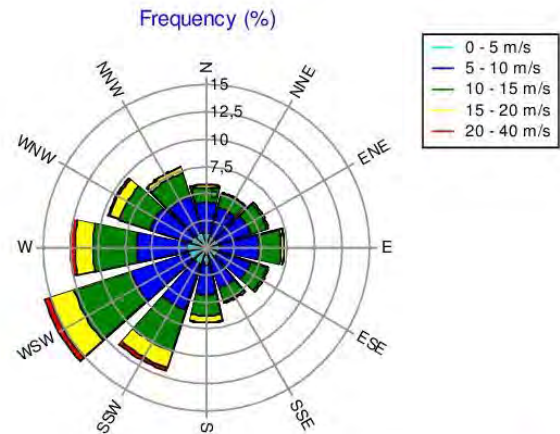
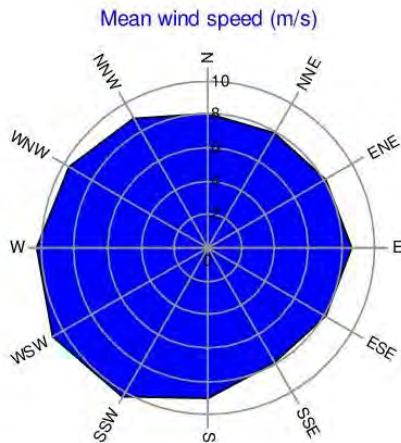
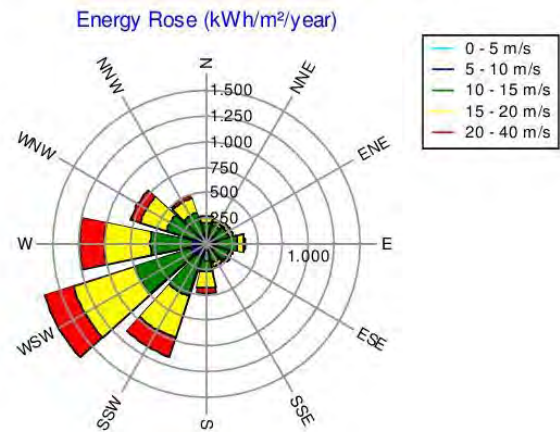
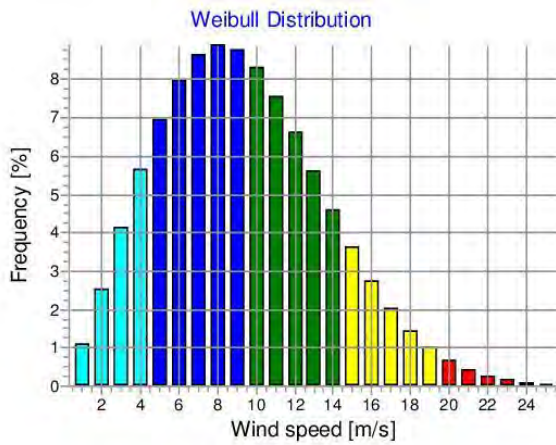
Dutch Stereo-RD/NAP 2000
East: 146.732 North: 557.112

Wind statistics

NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wws

Weibull Data

Sector	Current site		k- parameter	Frequency [%]
	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]		
0 N	9,03	8,00	2,264	5,8
1 NNE	8,93	7,92	2,486	5,3
2 ENE	9,16	8,13	2,588	6,0
3 E	9,68	8,60	2,631	7,2
4 ESE	9,16	8,15	2,674	6,0
5 SSE	8,99	7,97	2,455	5,3
6 S	10,16	9,00	2,166	6,9
7 SSW	11,61	10,29	2,357	11,9
8 WSW	12,09	10,72	2,471	15,6
9 W	11,56	10,24	2,264	12,5
10 WNW	10,84	9,60	2,287	9,6
11 NNW	10,02	8,87	2,287	7,8
All	10,53	9,32	2,271	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Wind Data Analysis

Calculation: WP Fryslân variant 4 Wind data: A - Site data IJsselmeer; Hub height: 105,0

Site coordinates

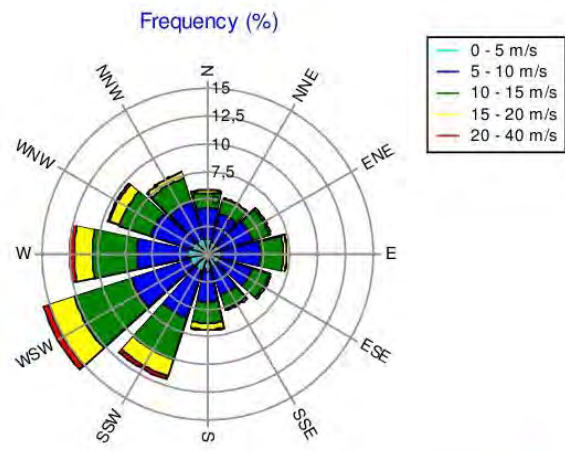
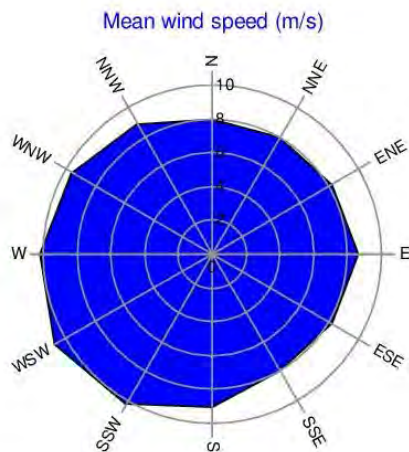
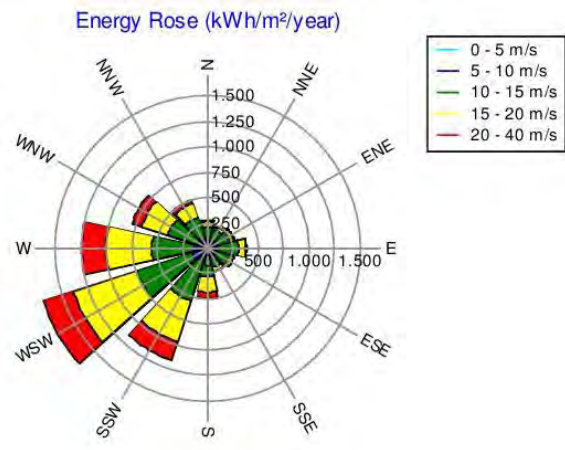
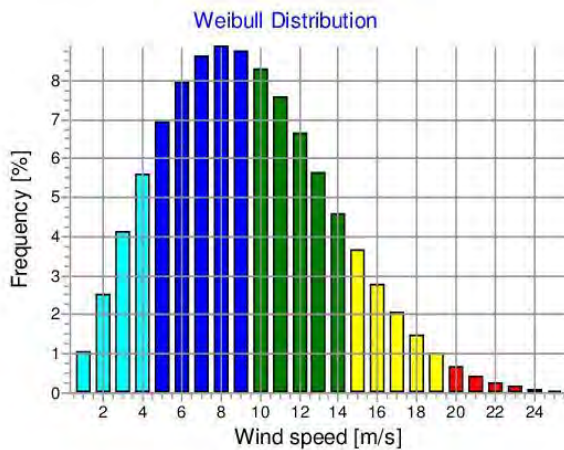
Dutch Stereo-RD/NAP 2000
East: 145.532 North: 560.164
Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 105,0 m (TOT: 182,0 m) (214)

Wind statistics

NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wws

Weibull Data

Sector	Current site		k- parameter	Frequency [%]
	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]		
0 N	9,03	8,00	2,264	5,8
1 NNE	9,03	8,01	2,475	5,3
2 ENE	9,19	8,16	2,580	6,0
3 E	9,72	8,64	2,627	7,2
4 ESE	9,23	8,20	2,670	6,0
5 SSE	9,02	8,00	2,451	5,3
6 S	10,16	9,00	2,166	6,9
7 SSW	11,58	10,26	2,361	11,9
8 WSW	12,17	10,79	2,467	15,6
9 W	11,55	10,23	2,264	12,5
10 WNW	10,85	9,61	2,283	9,6
11 NNW	10,02	8,87	2,287	7,8
All	10,55	9,35	2,271	100,0



Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Park power curve

Calculation: WP Fryslan variant 4

Wind speed [m/s]	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	1.097	358	413	338	420	297	377	295	413	338	421	297	377	295
3,5	12.638	8.434	9.468	8.124	9.324	7.222	8.905	7.630	9.467	8.125	9.324	7.221	8.906	7.629
4,5	28.256	19.617	21.752	18.921	21.497	17.085	20.682	17.893	21.748	18.921	21.498	17.083	20.685	17.889
5,5	53.433	37.459	41.474	36.196	40.976	32.643	39.425	34.312	41.469	36.201	40.978	32.639	39.428	34.304
6,5	89.393	63.487	70.307	61.345	69.357	55.419	66.781	58.182	70.298	61.352	69.360	55.413	66.787	58.174
7,5	137.932	98.536	108.904	95.268	107.518	86.143	103.641	90.475	108.889	95.278	107.523	86.134	103.649	90.457
8,5	199.766	143.859	158.862	139.220	156.826	125.960	151.155	132.177	158.841	139.241	156.832	125.947	151.166	132.161
9,5	270.881	200.137	220.555	193.796	217.906	175.464	210.262	184.333	220.528	193.816	217.912	175.448	210.275	184.301
10,5	336.918	264.279	290.068	256.360	286.537	232.605	277.580	244.671	290.049	256.363	286.541	232.594	277.591	244.649
11,5	375.650	324.633	351.774	316.501	348.297	288.944	340.626	304.490	351.764	316.514	348.297	288.939	340.631	304.488
12,5	387.680	363.242	383.374	358.308	381.784	331.983	378.467	348.411	383.375	358.316	381.786	331.985	378.463	348.421
13,5	389.737	380.513	389.381	381.367	389.243	361.407	388.920	375.069	389.381	381.357	389.243	361.414	388.918	375.084
14,5	389.972	387.957	389.944	389.433	389.934	381.354	389.917	388.408	389.944	389.432	389.934	381.361	389.917	388.410
15,5	390.000	389.904	390.000	389.979	389.998	389.562	389.997	389.958	389.999	389.979	389.999	389.562	389.997	389.958
16,5	390.000	389.998	390.000	390.000	390.000	389.991	390.000	389.999	390.000	390.000	390.000	389.991	390.000	389.999
17,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
18,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
19,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
20,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
21,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
22,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
23,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
24,5	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
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:

- 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.
- 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.
- Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
- 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.

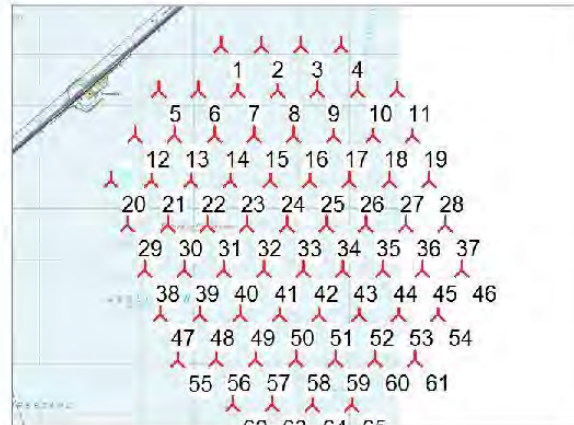
Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
 Welbergweg 49
 NL-7556 PE Hengelo
 0031742489940
 Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
 Calculated:
 21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - WTG distances

Calculation: WP Fryslan variant 4
WTG distances

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters	
[m]		[m]	[m]		
1	0,0	2	0,0	770	5,0
2	0,0	1	0,0	770	5,0
3	0,0	2	0,0	770	5,0
4	0,0	3	0,0	770	5,0
5	0,0	6	0,0	770	5,0
6	0,0	5	0,0	770	5,0
7	0,0	6	0,0	770	5,0
8	0,0	7	0,0	770	5,0
9	0,0	8	0,0	770	5,0
10	0,0	9	0,0	770	5,0
11	0,0	10	0,0	770	5,0
12	0,0	13	0,0	770	5,0
13	0,0	12	0,0	770	5,0
14	0,0	13	0,0	770	5,0
15	0,0	14	0,0	770	5,0
16	0,0	15	0,0	770	5,0
17	0,0	16	0,0	770	5,0
18	0,0	17	0,0	770	5,0
19	0,0	18	0,0	770	5,0
20	0,0	21	0,0	770	5,0
21	0,0	20	0,0	770	5,0
22	0,0	21	0,0	770	5,0
23	0,0	22	0,0	770	5,0
24	0,0	23	0,0	770	5,0
25	0,0	24	0,0	770	5,0
26	0,0	25	0,0	770	5,0
27	0,0	26	0,0	770	5,0
28	0,0	27	0,0	770	5,0
29	0,0	30	0,0	770	5,0
30	0,0	29	0,0	770	5,0
31	0,0	30	0,0	770	5,0
32	0,0	31	0,0	770	5,0
33	0,0	32	0,0	770	5,0
34	0,0	33	0,0	770	5,0
35	0,0	34	0,0	770	5,0
36	0,0	35	0,0	770	5,0
37	0,0	36	0,0	770	5,0
38	0,0	39	0,0	770	5,0
39	0,0	38	0,0	770	5,0
40	0,0	39	0,0	770	5,0
41	0,0	40	0,0	770	5,0
42	0,0	41	0,0	770	5,0
43	0,0	42	0,0	770	5,0
44	0,0	43	0,0	770	5,0
45	0,0	44	0,0	770	5,0
46	0,0	45	0,0	770	5,0
47	0,0	48	0,0	770	5,0
48	0,0	47	0,0	770	5,0
49	0,0	48	0,0	770	5,0
50	0,0	49	0,0	770	5,0
51	0,0	50	0,0	770	5,0
52	0,0	51	0,0	770	5,0
53	0,0	52	0,0	770	5,0
54	0,0	53	0,0	770	5,0
55	0,0	56	0,0	754	4,9
56	0,0	55	0,0	754	4,9
57	0,0	56	0,0	770	5,0
58	0,0	57	0,0	770	5,0
59	0,0	58	0,0	770	5,0
60	0,0	59	0,0	770	5,0
61	0,0	60	0,0	770	5,0
62	0,0	63	0,0	767	5,0
63	0,0	62	0,0	767	5,0
64	0,0	63	0,0	770	5,0



▲ New WTG

To be continued on next page...

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - WTG distances

Calculation: WP Fryslan variant 4

...continued from previous page

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters	
[m]		[m]	[m]		
65	0,0	64	0,0	770	5,0
Min	0,0	0,0	0,0	754	4,9
Max	0,0	0,0	0,0	770	5,0

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Wind statistics info

Calculation: WP Fryslan variant 4

Main data for wind statistic

File S:\Extern Projecten\2012\S12004 Fryslan, Pondera Consult WP Fryslan Markermeer\WP\NL MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m.wvs
Name MERRA_basic_E05.335_N53.000 - 50,00 m
Country Netherlands
Source USER
Mast coordinates Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 151.495 North: 557.005
Created 9-5-2014
Edited 9-5-2014
Sectors 12
WAsP version WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100

Additional info for wind statistic

Source data MERRA_basic_E05.335_N53.000
Data from 1-1-1983
Data to 1-2-2013
Measurement length 361,0 Months
Recovery rate 99,9 %
Effective measurement length 360,7 Months

Note

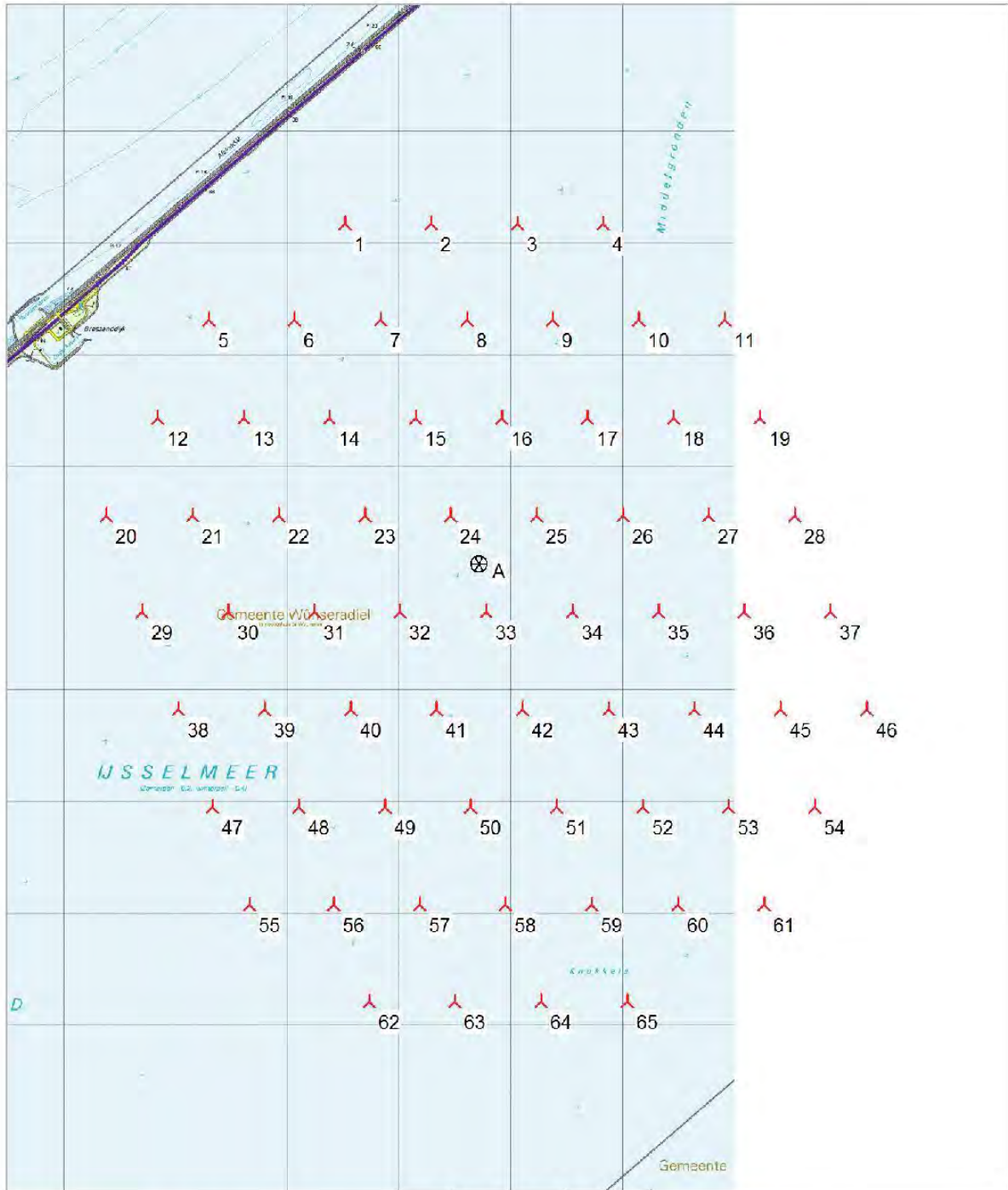
To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Project:
S12004 okt 2014

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
21-4-2015 14:27/3.0.578

PARK - Map

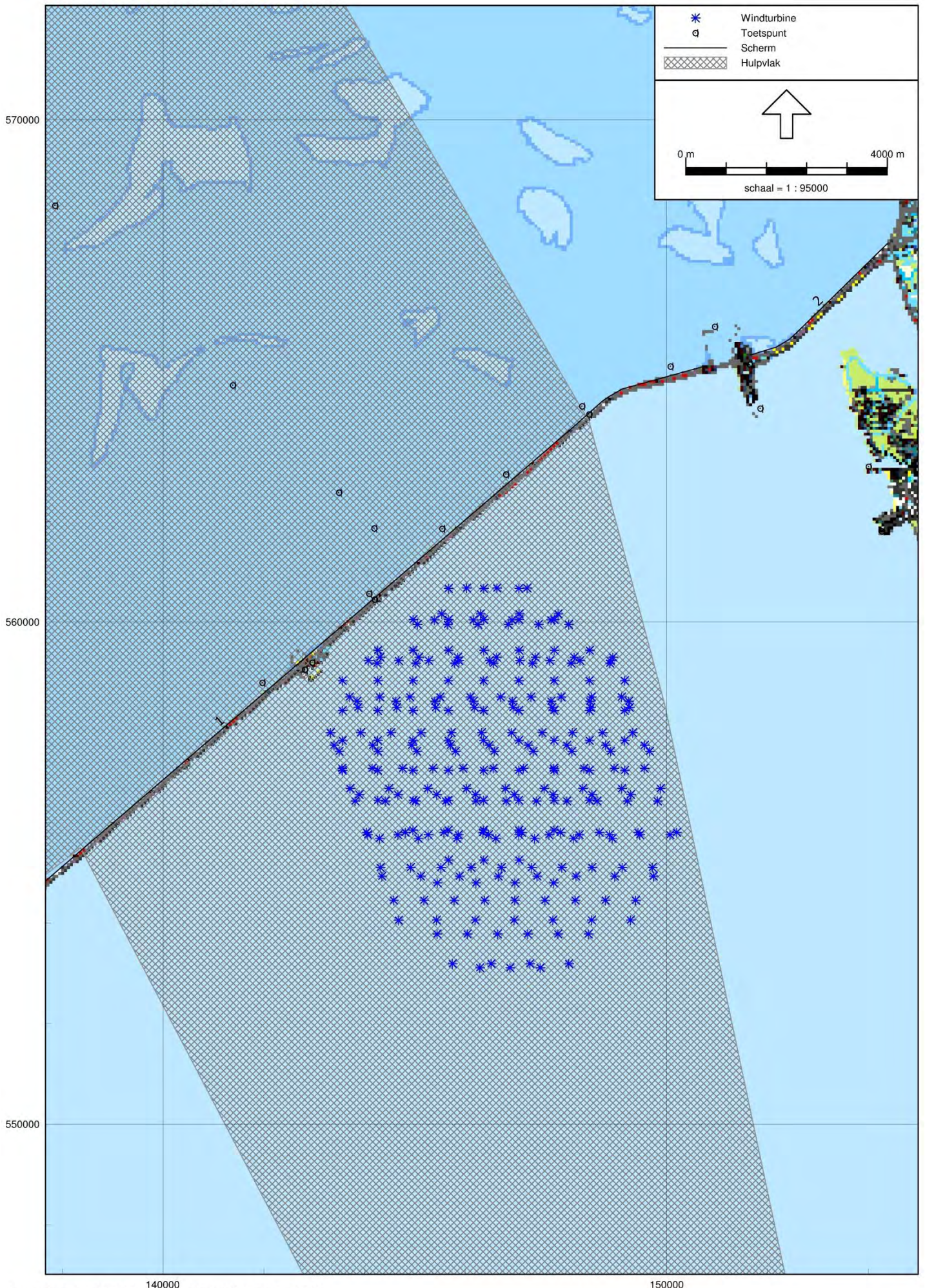
Calculation: WP Fryslan variant 4

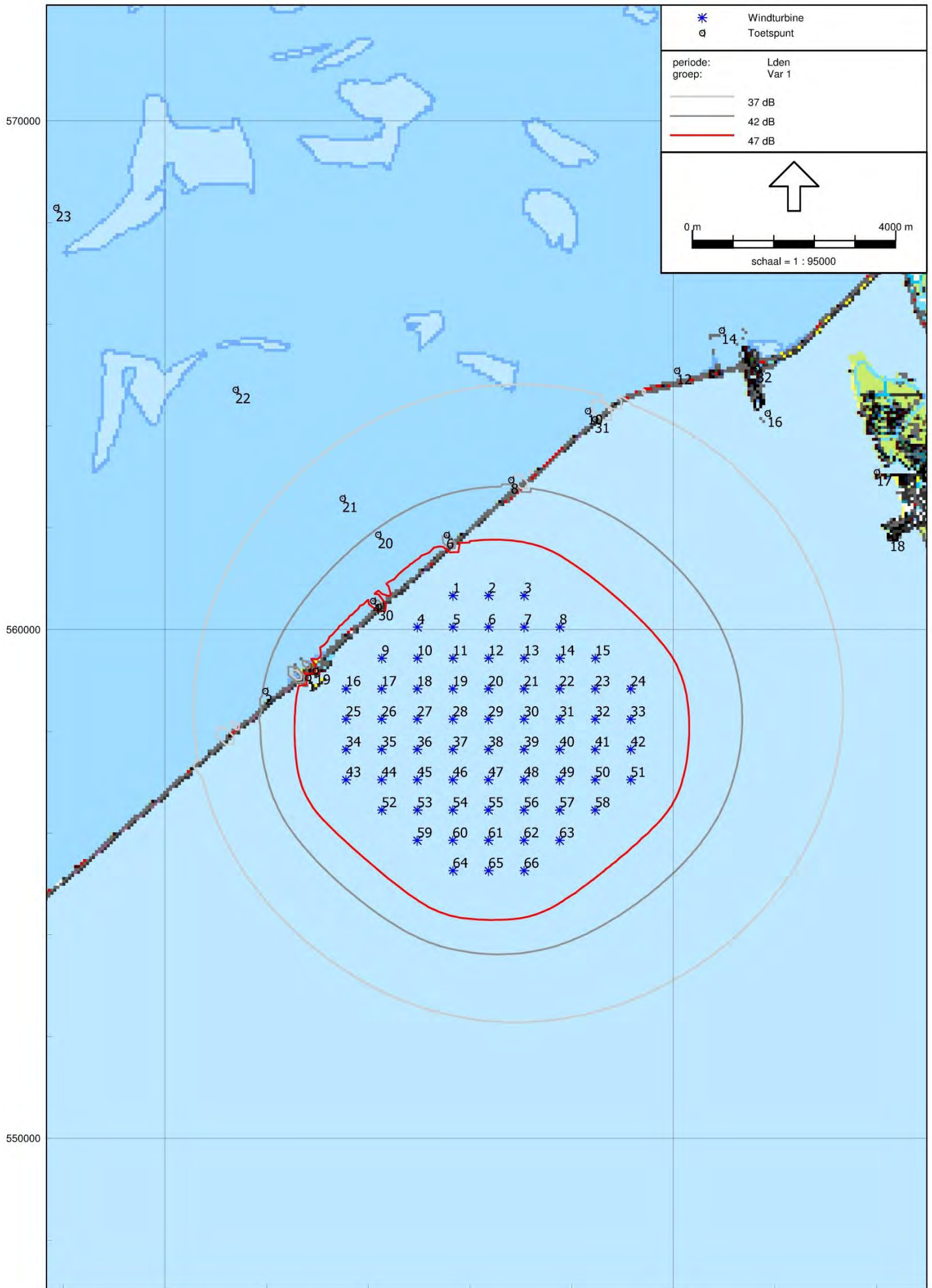


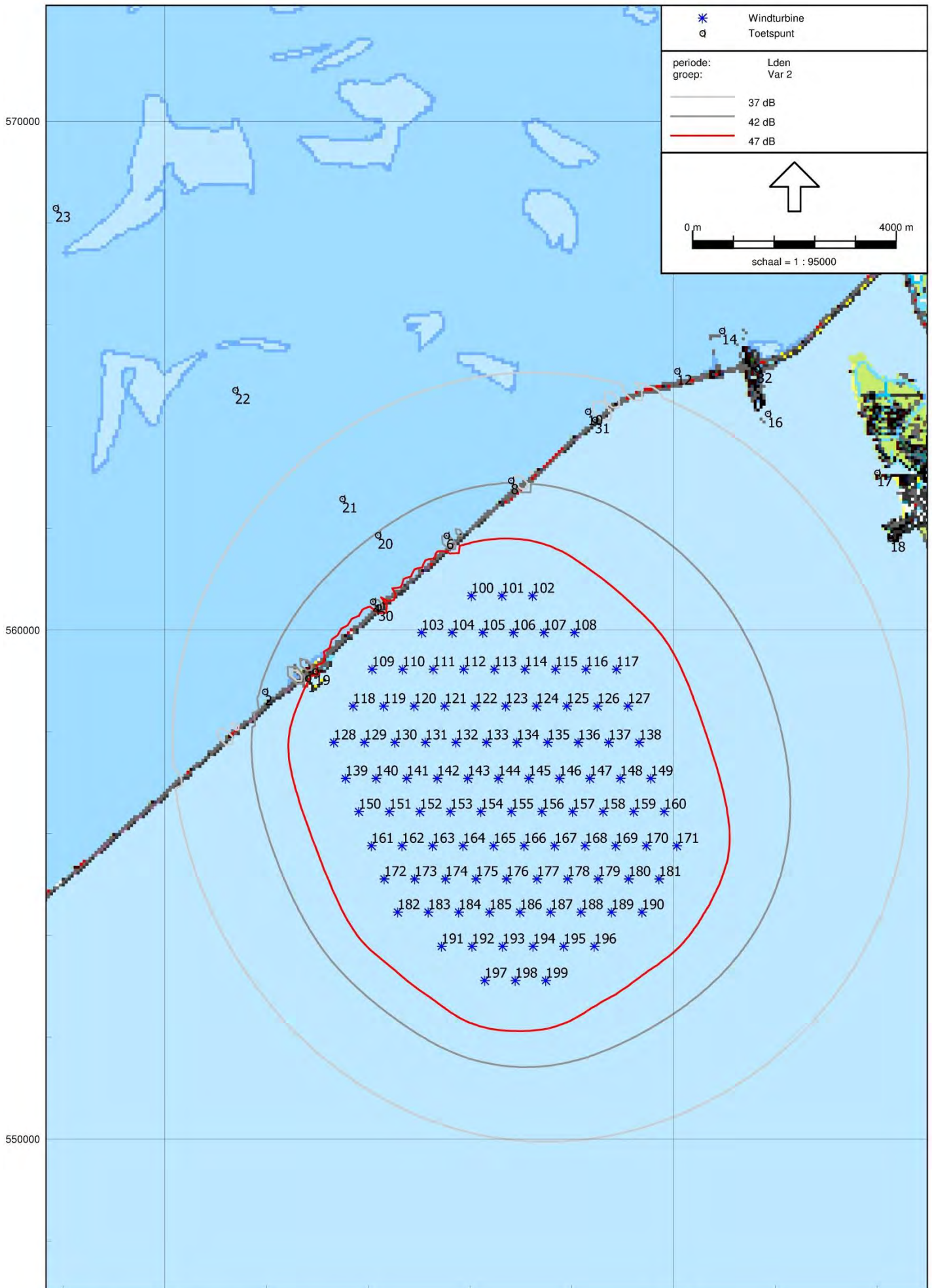
🚩 New WTG

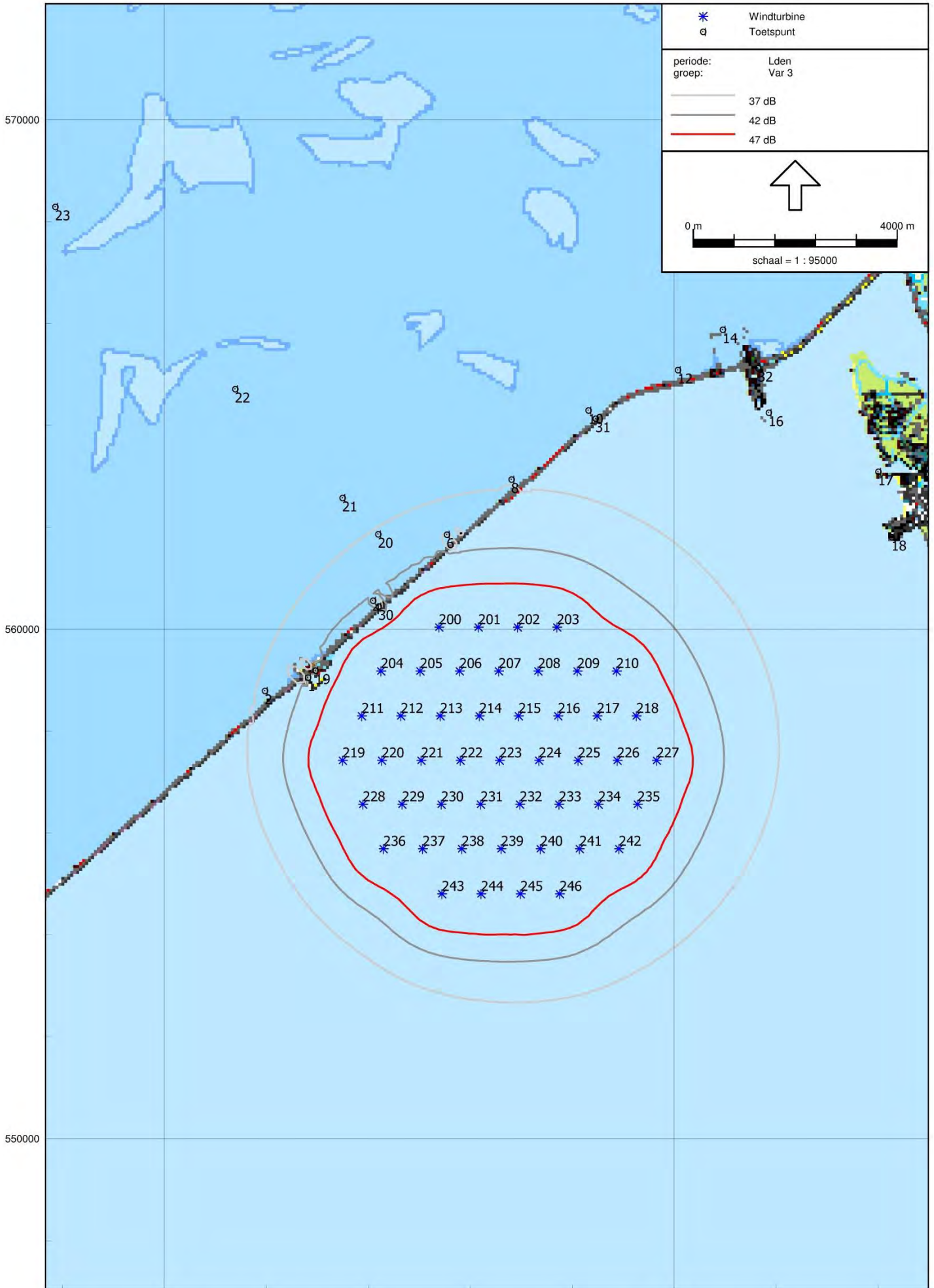
Map: Fryslân, Print scale 1:50.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 146.797 North: 556.681
📍 Site Data

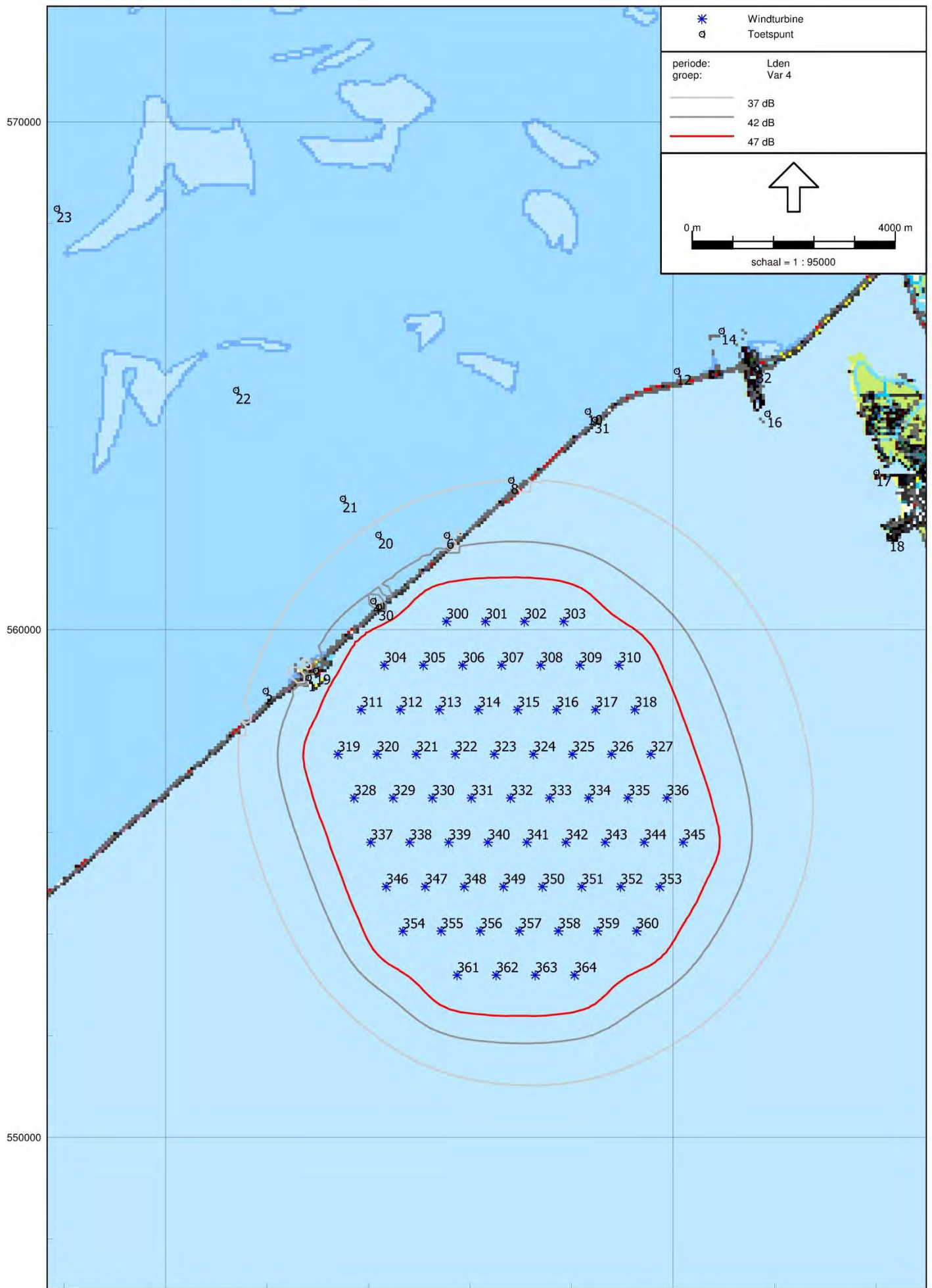
figuur 1 : objecten rekenmodel

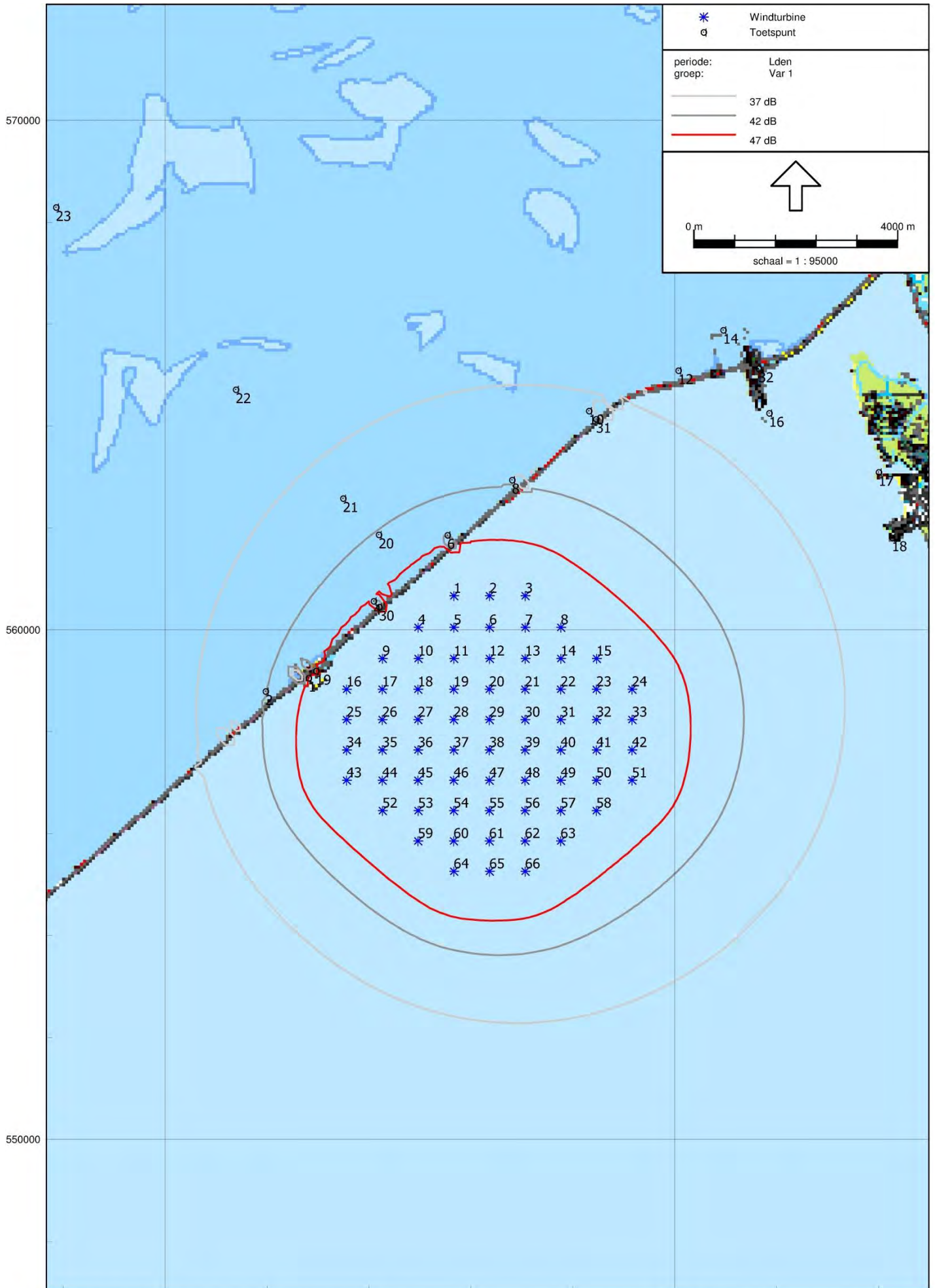




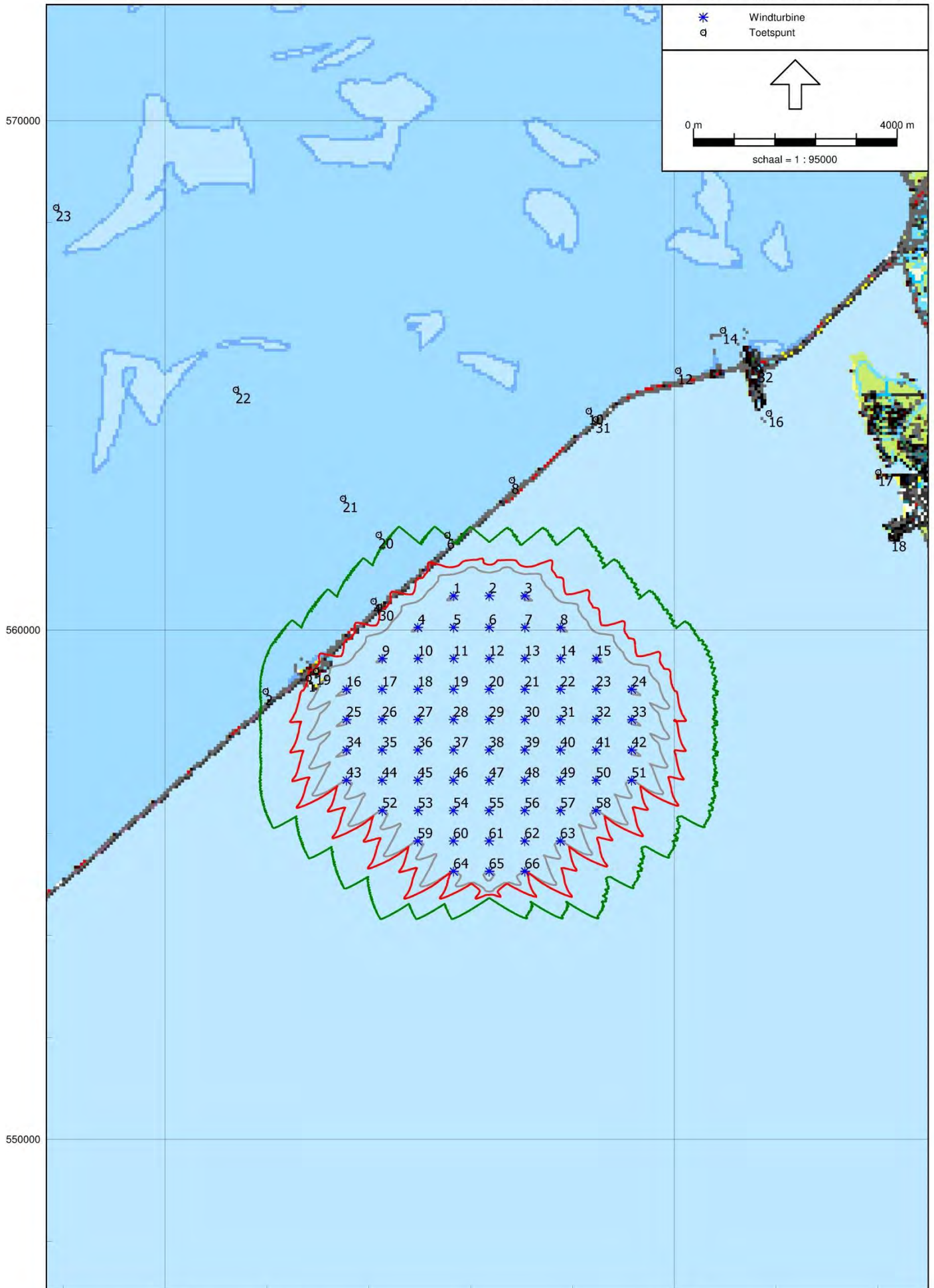




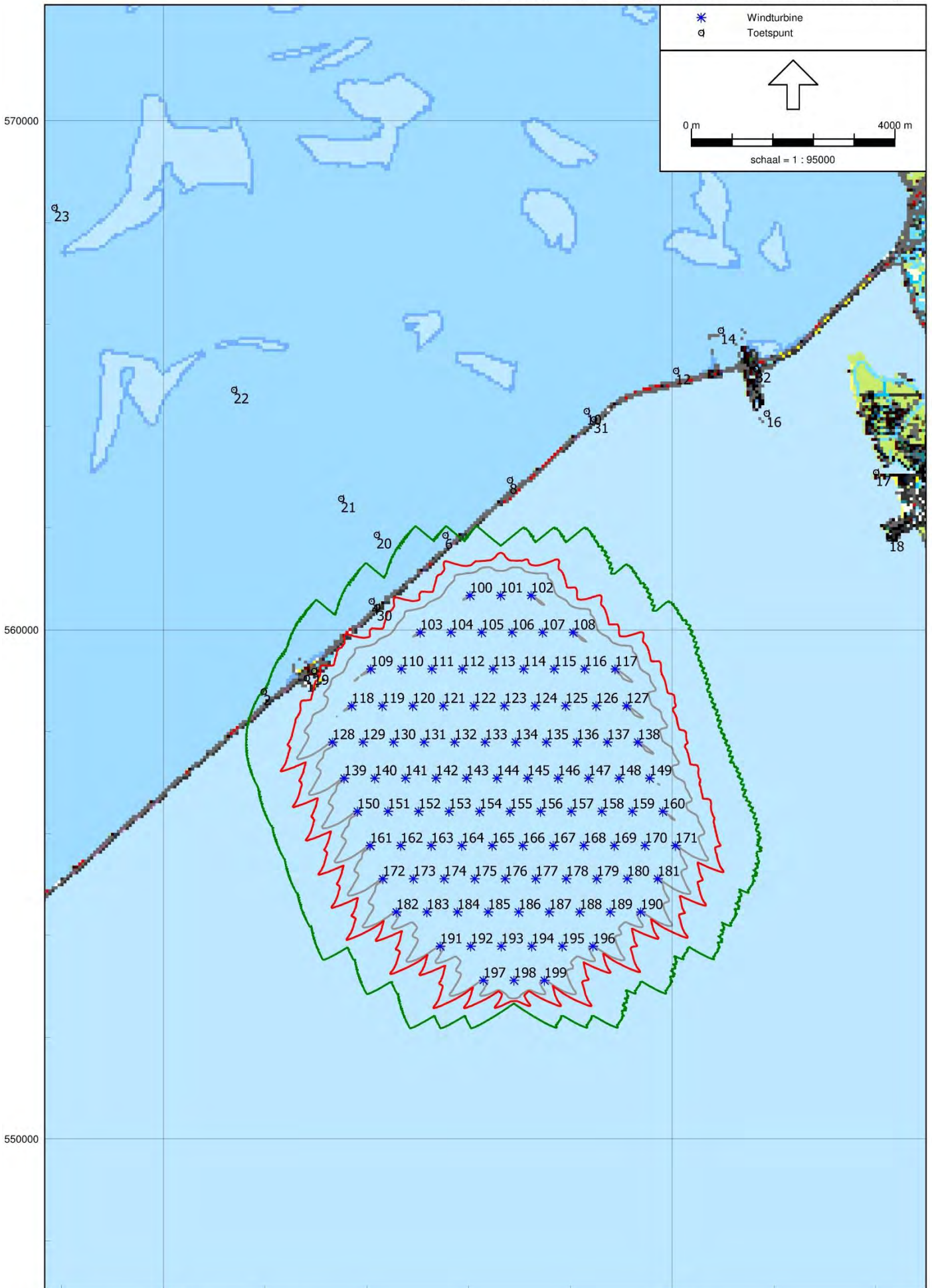




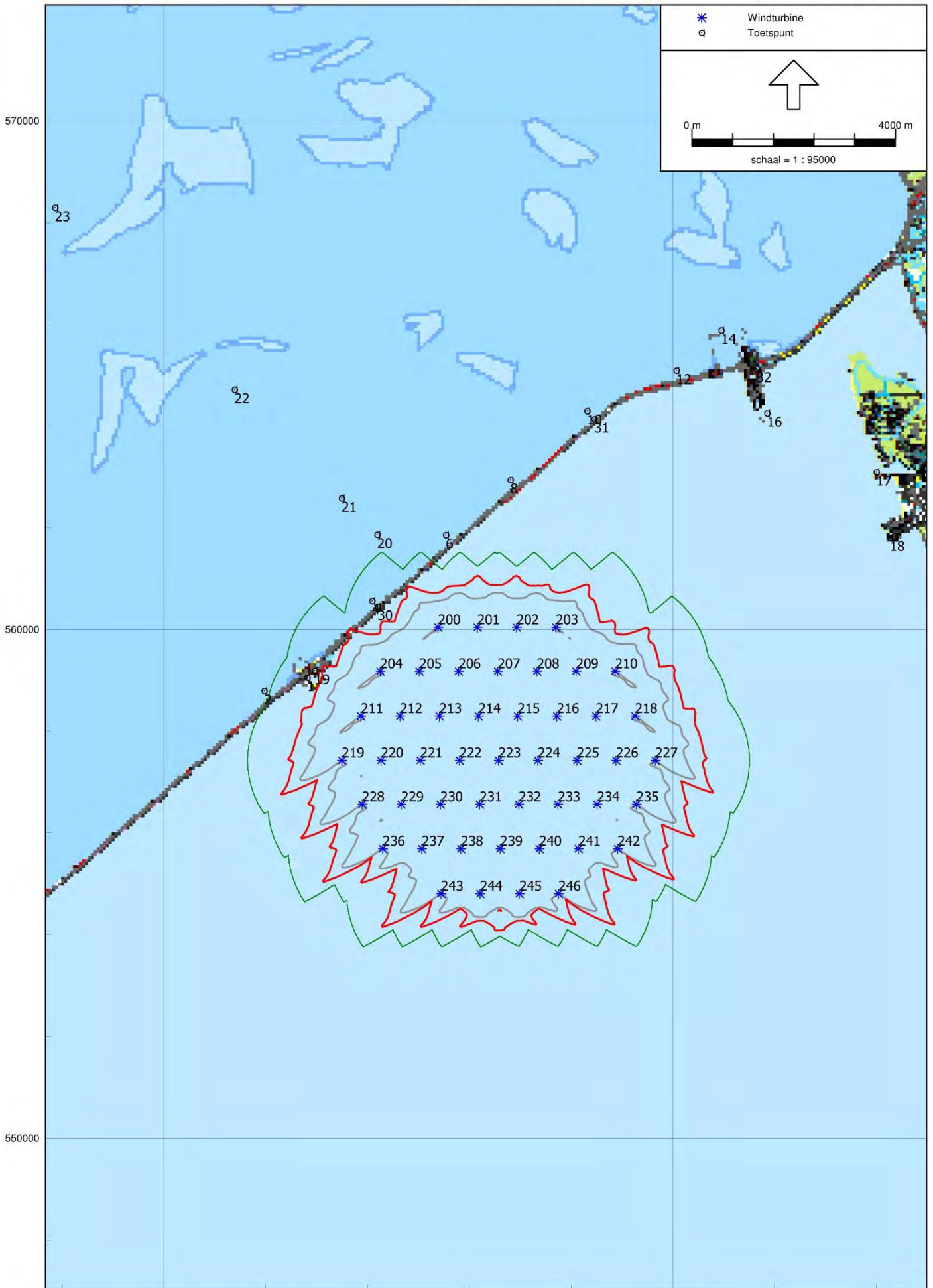
groen=0 uur, rood=5 uur, grijs =15 uur slagschaduwhinder per jaar.



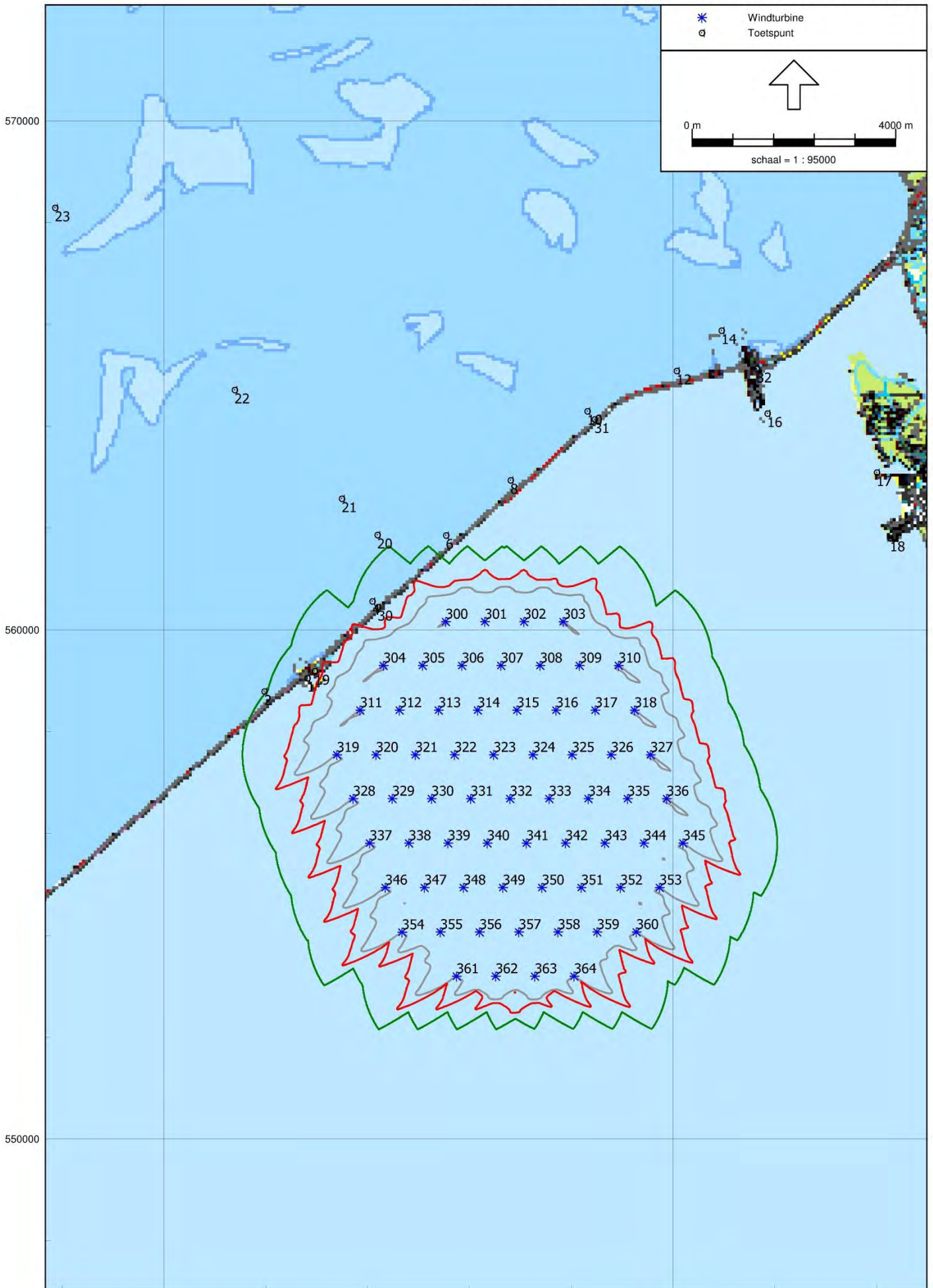
groen=0 uur, rood=5 uur, grijs =15 uur slagschaduwhinder per jaar.

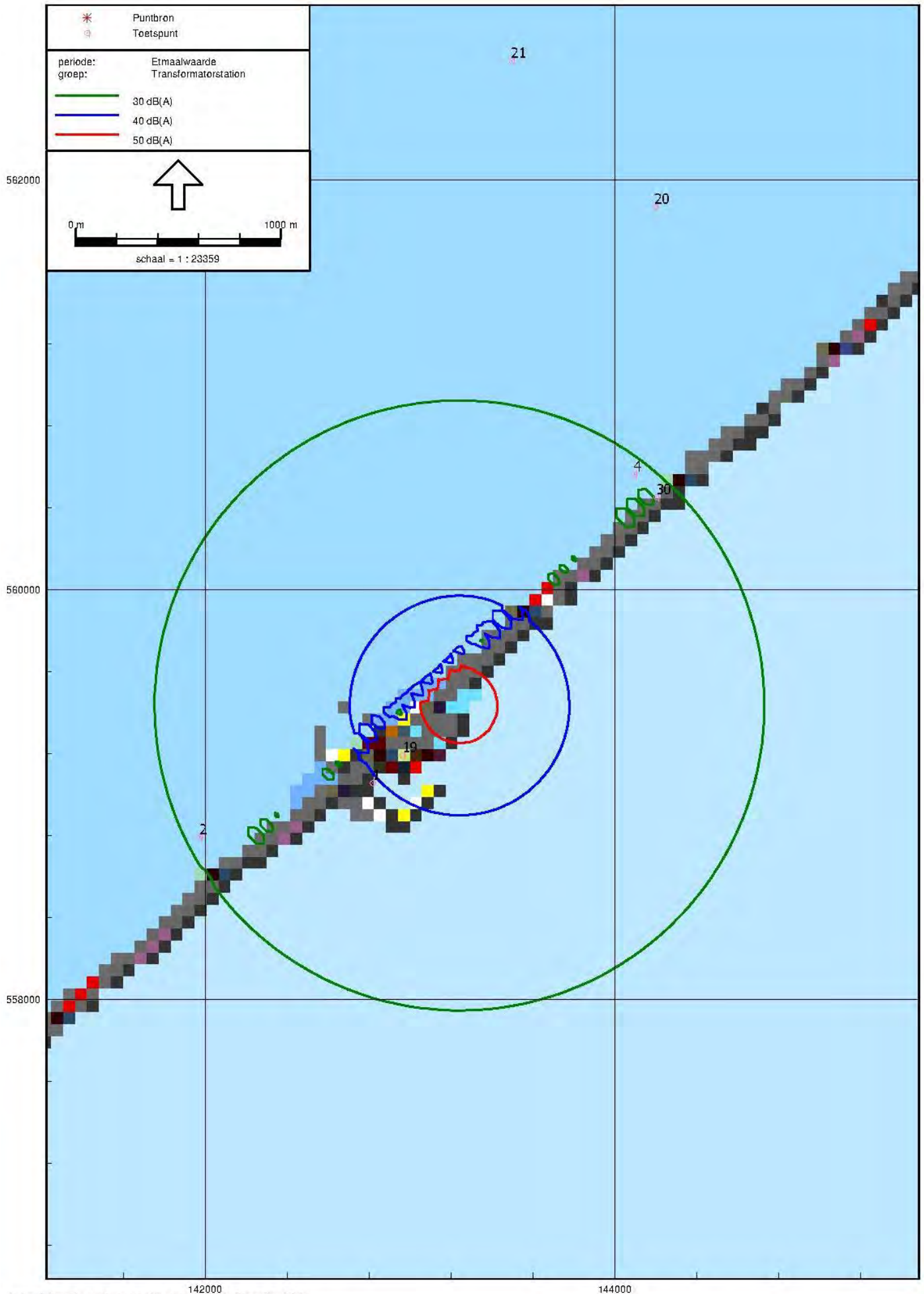


groen=0 uur, rood=5 uur, grijs =15 uur slagschaduwhinder per jaar.



groen=0 uur, rood=5 uur, grijs =15 uur slagschaduwhinder per jaar.



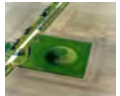


Bijlage D-7 Archeologisch Bureauonderzoek



Plangebied Windpark Fryslân, IJsselmeer, gemeente Súdwest-Fryslân

Ruimtelijk advies op basis van archeologisch bureauonderzoek



Rapportnummer: V1098
Projectnummer: V13-2538
ISSN: 1573 - 9406
Status en versie: Definitief 2.0
In opdracht van: Pondera Consult
Rapportage: C.A. Visser, B. van Munster, K. Klerks
Plaats en datum: Amersfoort, 15 oktober 2013

Niets uit dit werk mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook, daaronder mede begrepen gehele of gedeeltelijke bewerking van het werk, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Vestigia BV



Projectgegevens		
Initiatief	Aanleg windpark	
Toponiem / locatie	Windpark Fryslân	
Plaats	IJsselmeer	
Gemeente	Súdwest-Fryslân	
Provincie	Friesland	
Opdrachtgever	Pondera Consult Postbus 579 7550 AN Hengelo	
Contactpersoon opdrachtgever	Florentine van der Wind, f.vanderwind@ponderaconsult.com / 06 29 73 39 09	
Oppervlakte plangebied	Circa 4,8 ha	
Diepte grondwerkzaamheden	onbekend	
Huidig grondgebruik	water: recreatie en visserij	
Onderzoeksmelding	56.718	
Soort onderzoek	bureauonderzoek	
RD-hoekcoördinaten van het plangebied	143.036/558.591 145.683/551.179	147.801/562.797 150.565/555.062
Kaartblad (1:25.000)	9H	
Uitvoerder en documentatie	Vestigia BV <i>Archeologie & Cultuurhistorie</i>	
Projectleider/Senior archeoloog	Dr. R.M. van Heeringen / Drs. W.A.M. Hessing	
Projectmedewerkers	B. van Munster MSc (fysisch geograaf) Drs. K. Klerks (fysisch geograaf) Drs. C.A. Visser (archeoloog)	
Uitvoering booronderzoek	-	
Bevoegd gezag	Gemeente Súdwest-Fryslân Postbus 10.000 8600 HA Sneek	Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied Postbus 600 8200 AP Lelystad
Contactpersoon	Yvonne Boonstra, y.boonstra@gemeenteswf.nl	-
Deskundige namens BG	idem	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE)
Gecontroleerd door	R.M. van Heeringen d.d. 18 juni 2013 W.A.M. Hessing d.d. 19 juli 2013	
Geaccordeerd door	Gemeente Súdwest-Fryslân d.d.	Rijkswaterstaat, Dienst IJsselmeergebied d.d.

Inhoudsopgave

Samenvatting en advies	5
Onderbouwing advies	7
1 Projectomgeving	7
1.1 Plangebied	7
1.2 Archeologiebeleid en bevoegd gezag	7
1.3 Onderzoeksdoel en -methode	9
2 Verwachtingsmodel	11
2.1 Landschappelijke context	11
2.2 Samenstelling van de ondergrond ter hoogte van het plangebied	12
2.3 Toepassing van beschikbare en aangeleverde gegevens	13
2.4 Bekende archeologische waarden	14
2.5 Historische geografisch informatie	17
2.6 Verwachte waarden	21
2.7 Gespecificeerde archeologische verwachting	21
3 Conclusie en advies	23
Literatuur	25
Digitale bronnen	26
Kaarten en bijlagen	27



Afbeelding 1 Satellietopname van de Afsluitdijk en delen van het IJsselmeer en de Waddenzee (USGS/ESA, 2011).

Samenvatting en advies

Windpark Fryslân BV heeft het initiatief genomen een windpark met een gepland vermogen van 250-400 MW te realiseren in het Friese gedeelte van het IJsselmeer, direct ten zuiden van de Afsluitdijk (*kaart 1*). Het plangebied is circa 4,8 ha groot. Het windpark bestaat uit:

- 30-100 windturbines bestaande uit een in de waterbodem gefundeerde mast voorzien van een gondel en drie rotorbladen;
- ondergrondse elektriciteitskabels (de parkbekabeling);
- een transformatorstation (te Breezanddijk)
- ondergrondse elektriciteitskabels ten behoeve van de aansluiting op het net.

De exacte positionering van de windturbines is nog niet bepaald. Hiervoor bestaan vier verschillende opstellingsvarianten (*kaart 2a-d*). De bekabeling komt te liggen op een diepte van 2 meter. De funderingsdiepte van de windturbines is nog niet bekend, maar zal veel dieper zijn dan de diepte van de bekabeling. Daarbij kan gedacht worden aan een funderingsdiepte van 20-40 meter. Ook de funderingswijze en de omvang van eventuele erosiebescherming rondom de masten is op dit moment nog niet bekend. De bekabeling ten behoeve van de aansluiting op het net zal lopen naar Breezanddijk. Het exacte tracé hiervoor is onbekend en valt buiten het huidige plangebied.

Voorafgaand aan de voorgenomen ontwikkelingen dient in kaart gebracht te worden of zich binnen het plangebied behoudenswaardige archeologische resten (zouden kunnen) bevinden, die tegen de achtergrond van de bodemingrepen gevaar lopen. In opdracht van Pondera Consult heeft Vestigia *Archeologie & Cultuurhistorie*, in het kader van de op te stellen MER, een archeologisch bureauonderzoek verricht voor het plangebied van het windpark. Het doel hiervan was om op basis van de bestaande gegevens inzicht te verkrijgen in de bodemkundige, geo(morfo)logische, historisch-geografische en archeologische kenmerken van het plangebied. Op basis van de resultaten hiervan, is een specifiek archeologisch verwachtingsmodel voor het plangebied opgesteld.

Het grootste gedeelte van het plangebied ligt op de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) in een zone met een lage archeologische verwachting voor waterbodems. De achterliggende redenering vanuit de IKAW hiervoor is als volgt: De top van de pleistocene afzettingen (dekzand) in het gebied is geërodeerd is de kans op het aantreffen van sporen uit de vroege prehistorie (Paleolithicum tot en met Neolithicum; tot 2000 voor Chr.) klein. Ditzelfde geldt voor sporen uit de latere prehistorie (Bronstijd en IJzertijd; 2000-12 voor Chr.) gerelateerd aan de veenafzettingen in het gebied, omdat deze afzettingen verspoeld zijn geraakt vanaf het moment dat het gebied onder invloed van de getijden kwam. Alleen voor het restant van de getijdegeul in het plangebied geldt een hoge archeologische verwachting. Het gaat daarbij om de verwachting op het aantreffen van watergerelateerde vondsten (vaartuigen, visgerei, oeverconstructies) vanaf de Romeinse tijd (12 voor Chr.-450 na Chr.). In principe geldt echter voor het hele plangebied dat de kans bestaat op scheepvaartgerelateerde vondsten vanaf de Late Middeleeuwen (1250-1500 na Chr.). Gezien het grote aantal scheepvaartgerelateerde vondsten uit deze en latere perioden - niet alleen ten oosten van het plangebied, maar ook direct ten noorden daarvan - wordt de kans op het aantreffen van scheepvaartgerelateerde vondsten uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd (1500-1950 na Chr.) in het plangebied daarom middelhoog geacht (*tabel 5*).

De vier inrichtingsvarianten (*kaart 2a-d*) hebben een oppervlak variërend van circa 23-36 km². Dit oppervlak is bij benadering en is afgeleid uit de vier aangeleverde varianten en staat nadrukkelijk niet gelijk aan het te vestoren oppervlak. Dat is op dit moment nog onbekend. Het oppervlak van de verschillende varianten is bepaald door de omtrek te nemen van de buitenste turbines en omvat het oppervlak van het aan te leggen windpark inclusief parkbekabeling, maar exclusief de bekabeling voor aansluiting op het net te Breezanddijk. Deze laatstgenoemde bekabeling komt buiten het huidige plangebied te liggen (tussen het plangebied en de Afsluitdijk). Het exacte tracé hiervan is op dit moment

niet bekend. Ook de exacte verstoringsdiepte binnen het plangebied is onbekend. Duidelijk is echter wel dat de omvang van de bodemingrepen binnen het plangebied dusdanig is, dat eventueel in het plangebied aanwezige scheepswrakken of andere scheepvaartgerelateerde vondsten in het geding zijn. In alle varianten staan ook ingrepen gepland in de zone met een hoge archeologische verwachting (op de IKAW). Voor de aanleg van de bekabeling ten behoeve van de aansluiting op het net, geldt daarbij ook dat - afhankelijk van het te kiezen tracé - reeds bekende scheepswrakken bedreigd worden. De vier inrichtingsvarianten verschillen in aantal te plaatsen turbines (variërend van 47 tot 100) en oppervlak, zoals hierboven beschreven. De verschillen tussen de inrichtingsvarianten in combinatie met de beschikbare archeologische gegevens leiden echter niet tot een duidelijk onderscheid in de effecten tussen de verschillende varianten vanuit archeologisch oogpunt.

Het voorliggende rapport dient te worden goedgekeurd door het bevoegd gezag (de gemeente Súdwest-Fryslân en RWS Dienst IJsselmeergebied). Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek adviseert Vestigia *Archeologie & Cultuurhistorie* een Inventariserende Veldonderzoek uit te laten voeren in de vorm van een opwateronderzoek (IVO-WB-Opwater) om het verwachtingsmodel op basis van de resultaten van dit bureauonderzoek, te toetsen. Hierbij wordt de waterbodem onderzocht vanaf een schip. Met behulp van geofysische prospectietechnieken wordt de waterbodem in kaart gebracht en eventueel aanwezige anomalieën (onregelmatigheden, waaronder door de mens gemaakte objecten) geïdentificeerd. Vanwege de omvang van het plangebied is het aan te bevelen deze onderzoeksfase uit te voeren op een moment waarop de definitieve inrichting van het te realiseren windpark bekend is.

Vestigia adviseert Pondera Consult het vervolgtraject als volgt in te richten:

- het laten opstellen van een Programma van Eisen (PvE) en raming voor een IVO-WB-Opwater (Inventariserend Veldonderzoek Waterbodems, opwaterfase), dat eventueel kan worden uitgebreid tot een onderwateronderzoek (IVO-WB-Onderwater) van de bij de ontwikkeling te verstoren delen van het plangebied;
- goedkeuring van dit PvE door de verantwoordelijke instanties in de gemeente Súdwest-Fryslân en Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied;
- aanbesteding van het uit te voeren onderzoek.

Het is aan het bevoegd gezag om te bepalen of en in welke vorm, archeologisch vervolgonderzoek in het kader van het initiatief noodzakelijk is.

Onderbouwing advies

1 Projectomgeving

1.1 Plangebied

Windpark Fryslân BV heeft het initiatief genomen een windpark met een gepland vermogen van 250-400 MW te realiseren in het Friese gedeelte van het IJsselmeer, direct ten zuiden van de Afsluitdijk (*kaart 1*). Het plangebied is circa 4,8 ha groot. Het windpark bestaat uit:

- 30-100 windturbines bestaande uit een in de waterbodem gefundeerde mast voorzien van een gondel en drie rotorbladen;
- ondergrondse elektriciteitskabels (de parkbekabeling);
- een transformatorstation (te Breezanddijk);
- ondergrondse elektriciteitskabels ten behoeve van de aansluiting op het net.

De exacte positioneering van de windturbines is nog niet bepaald. Hiervoor bestaan vier verschillende opstellingsvarianten (*kaart 2a-d*). De bekabeling komt te liggen op een diepte van 2 meter. De funderingsdiepte van de windturbines is nog niet bekend, maar zal veel dieper zijn dan de diepte van de bekabeling. Daarbij kan gedacht worden aan een funderingsdiepte van 20-40 meter. Ook de funderingswijze en de omvang van eventuele erosiebescherming rondom de masten is op dit moment nog niet bekend. De bekabeling ten behoeve van de aansluiting op het net zal lopen naar Breezanddijk.

Het realiseren van een windpark valt onder het Besluit milieueffectrapportage (categorie D22.2). Daarom dient een plan-MER (milieueffectrapport) te worden opgesteld, in het kader van het door de ministers van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) en Infrastructuur en Milieu (I&M) op te stellen rijksinpassingsplan. Voor het te realiseren windpark zal echter een gecombineerd milieueffectrapport (MER) worden opgesteld omdat de initiatiefnemer heeft besloten naast de plan-m.e.r. ook een project-m.e.r. uit te voeren.¹

In opdracht van Pondera Consult heeft *Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie*, in het kader van de op te stellen MER, een archeologisch bureauonderzoek verricht voor het plangebied voor het windpark. Voorafgaand aan de voorgenomen ontwikkelingen dient in kaart gebracht te worden of zich binnen het onderzoeksgebied behoudenswaardige archeologische resten (zouden kunnen) bevinden, die tegen de achtergrond van de bodemingrepen gevaar lopen.

1.2 Archeologiebeleid en bevoegd gezag

Rijk

De Ministers van EL&I en I&M zijn bevoegd gezag voor de planologische inpassing van het windpark, door middel van het opstellen van een rijksinpassingsplan. Omdat het windpark wordt gerealiseerd in het IJsselmeer en de elektriciteitsaansluiting naar verwachting in de beschermingszones van de Afsluitdijk wordt gerealiseerd, treedt Rijkswaterstaat (Dienst IJsselmeergebied) op als bevoegd gezag. Daarbij treedt de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed op als adviseur van Rijkswaterstaat, waar het gaat om de archeologie.²

1 Concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau Windpark Fryslân, april 2012; in principe geldt voor het plan een project-m.e.r.-beoordelingsplicht, waarbij het bevoegd gezag beoordeelt of het uitvoeren van een project-m.e.r. noodzakelijk is.

2 Zie het convenant tussen RWS en de toenmalige RACM, nu RCE (RWS/RACM 2007).

In 1992 ondertekende Nederland het Europees Verdrag inzake de bescherming van het archeologische erfgoed - kortweg 'het Verdrag van Malta' (of Valletta). Sindsdien is het uitgangspunt van het (rijks)beleid dat archeologische waarden volwaardig meetellen in beslissingen over de ruimtelijke inrichting van ons land.

Het uitgangspunt van 'Malta' is dat de restanten van vroegere samenlevingen, die overal in de bodem verborgen kunnen liggen, als gemeenschappelijk Europees erfgoed beschermd en beheerd moeten worden.³ Om de zorg voor archeologische waarden te garanderen geeft het Verdrag aan dat:

- archeologische waarden van meet af aan in de plannen voor ruimtelijke inrichting moeten worden meegewogen;
- archeologische resten zoveel mogelijk in de bodem bewaard moeten blijven ('behoud *in situ*);
- initiatiefnemers van bodemverstorende activiteiten verplicht kunnen worden om de kosten van archeologisch vooronderzoek te dragen en - als behoud in de bodem niet mogelijk is - verantwoordelijk zijn voor de kosten van een opgraving. Dit is het zogenaamde 'veroorzakerprincipe' ofwel 'de veroorzaker betaalt'.⁴

Vanuit de gedachte dat het historisch besef van de eigen leefomgeving een belangrijke kwaliteit is, legt het verdrag daarnaast nadruk op het beleefbaar en beschikbaar maken van de resultaten van archeologisch onderzoek aan het publiek. Om het bodemarchief voor het nageslacht te bewaren en ook in de toekomst nog te kunnen raadplegen, wordt in de 'archeologische monumentenzorg' (AMZ) geprobeerd de meest waardevolle of representatieve resten van het verleden zo goed mogelijk te behouden, te ontzien en te beheren. Vanuit de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed is de Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW) beschikbaar. Behoud *in situ* is daarbij het uitgangspunt: alleen als het niet anders kan, wordt een vindplaats opgegraven. Deze opgave geldt niet alleen voor archeologen, maar is ook en vooral bedoeld voor overheden en al diegenen die zich in Nederland bezighouden met ruimtelijk inrichting. In Nederland speelt het grootste deel van de ruimtelijke ontwikkeling zich af op gemeentelijk niveau. Daarom is er in ons land voor gekozen om gemeenten een sleutelrol te laten spelen bij de uitvoering van het Verdrag van Malta. Met de inwerkingtreding van de Wamz (Wet Archeologische Monumentenzorg) en de herziening van de Monumentenwet 1988 is de besluitvorming over de omgang met het bodemarchief met ingang van 1 september 2007 voor het grootste deel naar gemeentelijk niveau gedecentraliseerd, waarbij het instrument bestemmingsplan centraal staat.

Gemeentelijk en provinciaal beleid

Het plangebied ligt binnen de gemeente Súdwest-Fryslân. In het kader van de omgevingsvergunning treedt de gemeente op als bevoegd gezag. Het MER zal een bijlage vormen bij de aanvraag van de omgevingsvergunning. De gemeente Súdwest-Fryslân is ontstaan uit een fusie van de voormalige gemeenten Boalsert (Bolsward), Nijefurd, Snits (Sneek), Wûnseradiel (Wonseradeel) en Wymbritseradiel (Wymbritseradeel). De gemeente is bezig met het opstellen van een eigen archeologische waarden- en verwachtingenkaart. Dit is een verdiepingsslag op de provinciale archeologische kaart, de zogenaamde FAMKE (Friese Archeologische MonumentenKaart Extra). Het is de verwachting dat het gehele project omstreeks 2015 afgerond is.

3 Voor de verdragstekst van de European Convention on the Protection of Archaeological Heritage (Revised) zie de website van de Council of Europe: <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/143.htm>.

4 De reden hiervoor is dat wie economisch (of anderszins) belang heeft bij de versterking van de bodem, ook financieel geprikkeld moet worden om het bodemarchief te ontzien.

1.3 Onderzoeksdoel en -methode⁵

Voor het definiëren van het onderzoeksgebied is een buffer van 1 km aangehouden rondom het plangebied (*kaarten 3-6*). Het tracé van de bekabeling ten behoeve van de aansluiting op het net (van het plangebied naar Breezanddijk) valt daarmee binnen het onderzoeksgebied. Het *onderzoeksgebied* is nadrukkelijk niet hetzelfde als het *plangebied*. Het plangebied beperkt zich tot de zone waarbinnen het initiatief ontwikkeld wordt. Het ruimere onderzoeksgebied staat gelijk aan het gebied waarop in het kader van het archeologisch bureauonderzoek wordt ingezoomd. Archeologische gegevens uit de directe omgeving van het plangebied kunnen namelijk ook inzicht bieden in de archeologische verwachting voor het plangebied zelf. Het archeologisch vooronderzoek is uitgevoerd conform de kwaliteitseisen zoals vastgelegd in de Kwaliteitsnorm van de Nederlandse Archeologie (in het vervolg KNA) versie 3.2 Deel II Protocol 4002 / KNA waterbodems versie 3.1 Deel II Protocol 4102. Het doel van het bureauonderzoek is het verwerven van informatie aan de hand van bestaande bronnen over bekende of verwachte archeologische waarden (zowel onder als boven water), binnen een omschreven gebied. Het resultaat is een standaard rapport met een gespecificeerde archeologische verwachting op basis waarvan een beslissing genomen kan worden ten aanzien van een eventueel vervolgonderzoek.

Voor dit onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

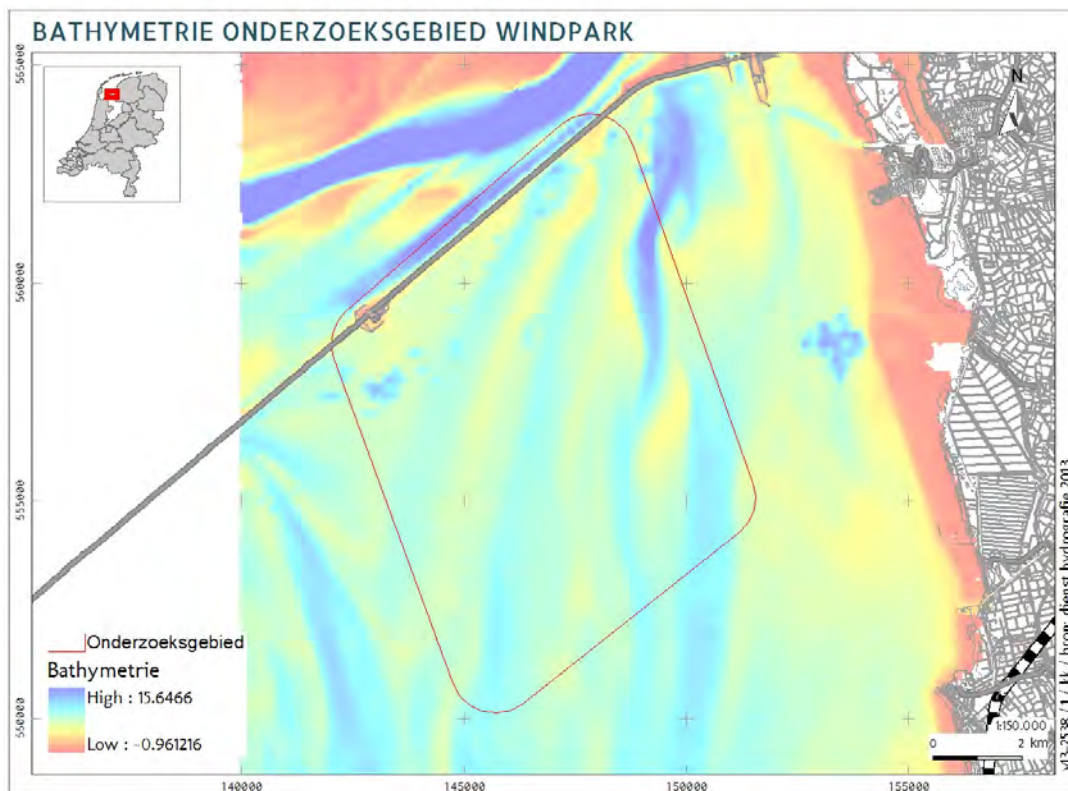
1. Welke bekende (maritiem)archeologische waarden bevinden zich in het plangebied?
2. Wat is de (maritiem)archeologische verwachting binnen het plangebied?
3. In hoeverre worden bekende en verwachte (maritiem)archeologische waarden binnen het plangebied bedreigd door de geplande ingrepen?
4. Welke vervolgstappen zijn noodzakelijk in het kader van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ)?

⁵ Het onderzoek is uitgevoerd volgens de richtlijnen van de KNA versie 3.2 (zie *bijlage 2*).

2 Verwachtingsmodel

2.1 Landschappelijke context

De basis van het landschap rondom het plangebied ligt in het laat-Pleistoceen, ondanks dat het hier niet meer zichtbaar aanwezig is. Tijdens de laatste ijstijd werd onder invloed van het poolwoestijnklimaat een dik pakket zand door de wind afgezet (zie kaart 3). Het zand hier is overwegend afkomstig uit het toen drooggevallen Noordzeebassin en bestaat uit goed gesorteerd, matig afgerond fijn zand. Tijdens het Holoceen stijgt de gemiddelde temperatuur en, onder invloed daarvan, de zeespiegel. Langzaam komen de laagst gelegen delen van het landschap onder water te staan. In de omgeving van het plangebied kan zich rond 3.850 voor Chr. veen vormen onder invloed van een stijgende zeespiegel, achter de strandwallen ten westen van de huidige kustlijn. Dit basisveen bedekt het dekzand in het hele plangebied. Door toenemende invloed van de zee komt het hele gebied onder invloed van getijden. Rond 1500 voor Chr. bevindt het gebied zich op de grens van een groot aaneengesloten veenlandschap en het noordelijke zeekleigebied.



Afbeelding 2 Bathymetrie (Dienst der Hydrografie, Koninklijke Marine)

Vanaf 1200 voor Chr. tot rond het begin van onze jaartelling vormde zich het Flevomeer. De zee had inmiddels zijn grip op het huidige IJsselmeergebied verloren, omdat langs de westkust van Nederland zich een aaneengesloten strandwallengebied had gevormd. Toch bleef er sprake van 'wateroverlast', omdat het water dat via de IJssel vanuit het achterland werd aangevoerd ook niet meer, dan wel minder gemakkelijk, richting zee kon worden afgevoerd. Het gevolg hiervan was het ontstaan van een uitgestrekt

meer: het Flevomeer.⁶ De uitbreiding van het Flevomeer leidde tot de afbraak van een deel van het, inmiddels uitgestrekte, veengebied. Op de bodem van dit meer werden zogenaamde Flevomeer-afzettingen gevormd, de jonge detritus-gyttja; in feite verspoeld veenlandschap.

Onder invloed van erosie van het veen in het achterland en toenemende invloed vanuit het zeegat van Terschelling ontstaat een verbinding tussen de Noordzee en wat in de vroege Middeleeuwen het Almere wordt genoemd. Die verbinding groeide door: door stormvloed in de Late Middeleeuwen (met name in de 12^e en 13^e eeuw) breidde het water zich uit tot een heuse binnensee: de Zuiderzee. Rond 800 na Chr. bevindt het gebied zich tussen twee grote getijdengeulen die de Zuiderzee verbinden met de Waddenzee. Uiteindelijk verdwijnt ook dit laatste hoger gelegen restant onder het water van de Zuiderzee. Op de dieptekaart van het plangebied zijn de restanten van deze getijdengeulen nog zichtbaar als duidelijke laagtes, al moet gezegd worden dat het onderwaterlandschap door de aanleg van de afsluitdijk, zeker ten noorden hiervan, drastisch is veranderd. In 1932 is de Afsluitdijk aangelegd en werden onder zoetwater omstandigheden de zogenaamde IJsselmeer Afzettingen gevormd.

2.2 Samenstelling van de ondergrond ter hoogte van het plangebied

Of en waar zich nog eventuele archeologie kan bevinden in het plangebied is sterk afhankelijk van de mate waarin de verschillende landschappen in de ondergrond bewaard zijn gebleven.

Pleistoceen

Over vrijwel het gehele plangebied wordt de top van het Pleistocene pakket gevormd door dekzand (Formatie van Boxtel⁷). Zeker in de hoger gelegen dekzandgebieden is de top van het dekzand vaak geërodeerd. Als de top van het dekzand intact is, bevindt zich vaak een podzolbodemp in de top van het zand. Op kaartblad 7 van de Geologische en bodemkundige atlas van het IJsselmeer is te zien dat de top van het Pleistoceen ter hoogte van het plangebied grotendeels op een diepte van 4 tot 6 m -NAP ligt en lokaal op een diepte van 6 tot 8 m -NAP. Voor het gehele plangebied en de bredere omgeving geldt dat ondiepe (jong-holocene) erosie heeft plaatsgevonden. In het noordelijk deel van het plangebied bevinden zich zandwinputten.⁸

Holoceen

De dikte van het gehele pakket Holocene afzettingen kan uiteenlopen van zo'n 5 tot 15 meter, waarbij de grootste dikte wordt bereikt in de noordelijke helft van het plangebied. Er worden stratigrafisch de volgende lagen onderscheiden (van oud naar jong):

Basisveen Laag Het Basisveen bestaat veelal uit riet-/zeggeveen, maar kan ook houtresten bevatten. De dikte van het Basisveen kan variëren van een aantal decimeters tot 2,5 meter, en de basis ligt binnen het Nieuwe Land tracé van west naar oost op een diepte tussen 14 en 10 m -NAP. De top van het veen kan tijdens de vorming van de getijde-afzettingen (Laagpakket van Wormer), Flevomeer Laag, de Almere Laag en zelfs de Zuiderzee Laag nog geërodeerd zijn.⁹

Laagpakket van Wormer De mariene afzettingen van het Laagpakket van Wormer – die dateren uit het midden Holoceen en onderdeel uitmaken van de getijdebekken afzettingen van centraal Noord-Nederland – komen voor in het noordelijk deel van het IJsselmeer.¹⁰ In het plangebied bestaan ze uit kleien met een wisselend gehalte aan humus en kalk en zeer fijn tot matig fijn zand. De zandige afzettingen zijn

6 Pomponius Mela sprak in zijn 'De Chorographia' (*Liber Tertius*) over een Lacus Flevo, waarin een noordelijke tak van de Rijn (de Vecht?) uitmondde (Mela 43).

7 De Mulder *et al* 2003; Schokker 2007.

8 Koopstra *et al.* 1993.

9 Weerts *et al.*, 2003.

10 Westerhoff *et al.*, 1987.

grotendeels gevormd in geul of wadplaat milieu, terwijl de kleien vooral ontstaan zijn in een wad- of kweldermilieu. De kleiige afzettingen verder van de geulen en krekken af (komafzettingen) zijn zwaar, vaak (hoger lutumgehalte) kalkloos, humeus en doorworteld.

Flevomeer Laag De Flevomeer Laag bestaat uit (veen)detritus; los verspoelde veendeeltjes – met diametergrootte meestal variërend tussen millimeters tot enkele centimeters – en vaak gemengd met wisselende hoeveelheden klei, silt en zand. Vivianiet, een zwavel-ijzer verbinding, komt regelmatig tussen het organische materiaal in de laag voor. Het Flevomeer lag een stuk zuidelijker, hiermee samenhangende afzettingen komen in het plangebied niet voor.

Almere Laag Deze afzettingen bestaan uit klei, gelaagd op verschillende gehalten in humus, detritus, kalk en ostracoden en op de aanwezigheid van uiterst fijne zandlaagjes. Op grond van de gelaagdheid worden de Almere afzettingen onderverdeeld in verschillende sublagen.¹¹ Het onderste deel van de Almere Laag is doorgaans humeuzer dan de bovenste lagen. De detritus in de Almere Laag is in het algemeen fijner dan in de Flevomeer Laag. De afzettingen kunnen waarschijnlijk vooral worden gevonden in het westelijke deel van het plangebied, dicht bij de hoofdverbinding met de Waddenzee.

Zuiderzee Laag De Zuiderzee Laag bestaat in het tracédeel overwegend uit kalkhoudende en matig fijne zanden. Lokaal kan ook grover materiaal (waaronder grind) binnen deze afzettingen voorkomen. Kenmerkend voor de laag is de mariene schelpenfauna. De Zuiderzee Laag vormt de zandige deklaag die voorkomt in het diepte-interval tussen 0 en 8 m -NAP. De dikte van de laag varieert tussen enkele decimeters tot meer dan 2 m.

IJsselmeer Laag De IJsselmeer Laag bestaat overwegend uit slappe ongeconsolideerde kleien. Een (autochtone) mariene schelpenfauna ontbreekt. De IJsselmeer Laag is een meerbodemaafzetting, die is ontstaan na de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk in 1932. De afzettingen komen lokaal voor, in met name de diepere delen van het IJsselmeer.

2.3 Toepassing van beschikbare en aangeleverde gegevens

Voor de bekende maritiem-archeologische gegevens is het Archeologisch Informatiesysteem (Archis) geraadpleegd, dat alle geregistreerde archeologische monumenten, onderzoeken, waarnemingen en vondsten bevat. Verder is contact opgenomen met dhr. J. Opdebeeck, beleidsmedewerker maritiem van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE). In aanvulling op de gegevens van de RCE/Archis zijn gegevens verkregen van de Dienst der Hydrografie van de Koninklijke Marine en van Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied en Dienst Noord-Nederland.

Door de RCE is een dataset aangeleverd bestaande uit 9 tekstbestanden. De dataset geleverd door de RCE is samengesteld uit verschillende bronnen: gegevens van de Dienst der Hydrografie, bestanden van Rijkswaterstaat (RWS), een database van de Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water (LWAOW), de wrakkenite (<http://wrecksite.eu/>) en verzamelde gegevens bij het onderzoek in het kader van de plaatsing van mosselzaadinstallaties (MZI's). Uit deze dataset zijn de gegevens geselecteerd en op kaart geploteerd, voor zover deze niet overlappen met van andere instanties ontvangen informatie (*kaart 5*). De objecten die binnen het onderzoeksgebied (plangebied met een bufferzone van 1 km) vallen zijn opgenomen in *tabel 4*.

Door RWS Dienst IJsselmeergebied zijn twee tekstbestanden met data aangeleverd: één met geverifieerde wrakken en één met 'contacten'. Het bestand met geverifieerde wrakken bevatte gegevens die identiek waren aan de gegevens aangeleverd door de Dienst der Hydrografie en leverde daarom geen aanvullende

11 Zie onder meer Ente *et al.* 1986

informatie op. Omdat de bestanden aangeleverd door RWS Dienst IJsselmeergebied en Dienst Noord-Nederland geen inhoudelijke informatie bevatten over de aard van de contacten, zijn de contacten niet opgenomen in een tabel. De aangeleverde contacten zijn alleen op kaart weergegeven (*kaart 5*).¹²

2.4 Bekende archeologische waarden

Uit het onderzoeksgebied zelf zijn geen archeologische monumenten, waarnemingen, vondsten of onderzoeken in Archis geregistreerd (*kaart 4*). In de directe omgeving zijn wel enkele archeologische onderzoeken uitgevoerd (*tabel 1*). In het kader van de aanleg van een nieuw spuicomplex aan de Afsluitdijk is in een gebied ten noorden en ten zuiden van de geplande ingreep met behulp van *side scan sonar* en *multibeam* de waterbodem verkennend onderzocht (Archis-onderzoeks melding 14.316). Van de dertien bij dit onderzoek waargenomen 'contacten' zijn er vervolgens elf door middel van een duikinspectie nader bekeken (Archis-onderzoeks melding 17.150). Hierbij is naast een losse huidplank (scheepshuid) aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk een historisch wrak aangetroffen. Dit wrak is van een schip met een vermoede oorspronkelijke lengte van ca. 50 meter en gedateerd in het tweede kwart van de 18^e eeuw.¹³ Het wrak is in 2010 nader onderzocht, gedocumenteerd en gewaardeerd (Archis-onderzoeks melding 41.918). Daarbij is geconcludeerd dat het wrak niet-behoudenswaardig is.¹⁴ In 2010 is tevens aan de IJsselmeerzijde van de Afsluitdijk een nader onderzoek uitgevoerd in het kader van de te realiseren extra spuicapaciteit. In juni 2010 werd hier met behulp van *side scan sonar* en *multibeam* eveneens een wrak aangetroffen dat later dat jaar door middel van een duikinspectie nader onderzocht is (Archis-onderzoeks melding 41.917). Hier ging het om het wrak van een grote zeegaande platbodem die vermoedelijk in het derde kwart van de 17^e eeuw is gebouwd.¹⁵ Het wrak is in 2010 eveneens gewaardeerd (Archis-onderzoeks melding 42.537). Daarbij is geconcludeerd dat het wrak behoudenswaardig is.¹⁶ De wraklocatie is inmiddels aangewezen als terrein van zeer hoge archeologische waarde (AMK-terrein 17.006). Aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk is tevens een grootschalig Inventariserend Veldonderzoek uitgevoerd met behulp van *side scan sonar* in het kader van de plaatsing van mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) (Archis-onderzoeks melding 35.833). Bij dit onderzoek zijn in de nabijheid van het plangebied geen mogelijk archeologische 'contacten' waargenomen.¹⁷

Onderzoeks melding	Jaar	Toponiem	Type onderzoek	Waarneming
14.316	2005	VESpA spuicomplex Afsluitdijk	Inventariserend Veldonderzoek waterbodems (opwaterfase - geofysisch onderzoek)	-
17.150	2006	Afsluitdijk, project VESpA, locatie 3	Inventariserend Veldonderzoek waterbodems (onderwaterfase - duikinspectie)	408.041
35.833	2009	Zoekgebieden MZI Waddenzee	Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek waterbodems (opwaterfase - geofysisch onderzoek)	-
41.917	2010	ESA wrak Z1	Inventariserend Veldonderzoek waterbodems (onderwaterfase - duikinspectie)	

12 Rijkswaterstaat Dienst Noord-Nederland heeft alleen een 'screendump' aangeleverd en geen GIS bestanden; deze data zijn daarom ook niet opgenomen op de kaarten.

13 Waldus/van den Brenk/van Mierlo 2006.

14 Campenhout/van den Brenk 2010.

15 Waldus/van Campenhout/van den Brenk 2010a.

16 Waldus/ van Campenhout/van den Brenk 2010b.

17 Van den Brenk/van Lil/Waldus 2009.

Onderzoeksmelding	Jaar	Toponiem	Type onderzoek	Waarneming
41.918	2010	Afsluitdijk Waddenzee, wrak ESA N1	Inventariserend Veldonderzoek waterbodems (onderwaterfase - waarderende fase)	433.826
42.537	2010	Kornwerderzand IJsselmeer, wrak ESA Z1	Inventariserend Veldonderzoek waterbodems (onderwaterfase - waarderende fase)	433.792
51.121	2012	Spuicomplex Kornwerderzand	Bureauonderzoek waterbodems	-
53.181	2012	Vaarweg Kornwerderzand-Harlingen	Bureauonderzoek waterbodems	-

Tabel 1 In Archis geregistreerde onderzoeken in de omgeving van het onderzoeksgebied.

Behalve de waarnemingen gedaan tijdens de besproken archeologische onderzoeken, staan in Archis in de nabijheid van het plangebied nog enkele waarnemingen geregistreerd (*tabel 2*). Het gaat in alle gevallen om (onder andere) fragmenten van houten schepen of complete houten schepen. Alle vondsten kunnen worden gedateerd in de Late Middeleeuwen - Nieuwe tijd, met uitzondering van een fragment vroeg-Romeins aardewerk (Archis-waarneming 433.826). Het gaat hierbij om een fragment streepbandaardewerk dat gedateerd kan worden rond het begin van onze jaartelling.¹⁸

Waarneming	Jaar	Vondstomschrijving	Datering	Vondstvererving
39.605	-	VOC schip <i>Buytenzorg</i> , vergaan in 1760	Nieuwe tijd B (1650-1850)	Onbekend
39.630	1984	Fragmenten houten vaartuig; lading krijt; passer; aardewerk	Nieuwe tijd A (1550-1650)	Onbekend
39.632	1985	Fragmenten houten vaartuig	Middeleeuwen - Nieuwe tijd B (450-1850)	Onbekend
46.506	1987	Compleet houten vaartuig	Nieuwe tijd C (1850-1950)	Niet-archeologisch: baggerwerk
46.546	1957	Bakstenen; fragmenten houten vaartuig	Middeleeuwen laat B (1250-1500) Nieuwe tijd A-B (1500-1850)	Niet-archeologisch: waterwerk en exploitatie
46.604	1985	Compleet houten vaartuig	Nieuwe tijd C (1850-1950)	Niet-archeologisch: waterwerk en exploitatie
47.872	1997	Fragmenten houten vaartuig	Nieuwe tijd (1500-1950)	Niet-archeologisch: duikactiviteiten
404.579	1980	Fragmenten houten vaartuig	Middeleeuwen laat B - Nieuwe tijd A (1250-1650)	Niet-archeologisch: waterwerk en exploitatie
408.041	2006	Ballaststeen; fragmenten houten vaartuig	Nieuwe tijd B (1650-1850)	Archeologisch: geofysisch onderzoek
408.437	2007	Aardewerk; fragmenten houten vaartuig	Nieuwe tijd B (1650-1850) Nieuwe tijd (1500-1950)	Niet archeologisch: graafwerk
408.445	2005	Fragmenten houten vaartuig	Nieuwe tijd (1500-1950)	Niet-archeologisch: waterwerk en exploitatie
432.551	2006	Fragmenten houten vaartuig	Nieuwe tijd A-C (1500-1950)	Niet-archeologisch: duikactiviteiten
433.792	2012	Fragmenten houten vaartuig; aardewerk; tinnen lepel; zilveren munt	Nieuwe tijd A-B (1500-1850)	Archeologisch: onderwaterarcheologie

¹⁸ Campenhout/van den Brenk 2010: 18.

Waarneming	Jaar	Vondstomschrijving	Datering	Vondstverwerving
433.826	2012	Aardewerk Aardewerk; touw	Romeinse tijd vroeg (12 voor Chr.-70 na Chr.) Nieuwe tijd B (1650-1850)	Archeologisch: onderwaterarcheologie

Tabel 2 In Archis geregistreerde waarnemingen in (de omgeving van) het onderzoeksgebied.

Uit de obstructiedata ontvangen van de Dienst der Hydrografie van de Koninklijke Marine (*tabel 3*), komen vijf obstructies naar voren die binnen het onderzoeksgebied liggen (obstructienummers 752, 887, 888, 889 en 905). Het gaat in alle gevallen om wrakken die aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk liggen of in het tracé van de Afsluitdijk zelf (obstructienummer 905). Dat laatste geval kan te wijten zijn aan onnauwkeurigheid van de data. Het is echter ook mogelijk dat het hier een wrak betreft dat met de aanleg van de Afsluitdijk is verwijderd.

Obstructie nummer	Omschrijving	Gezonken	Eerste meting	Laatste meting	Opmerking
734	wrak	01-01-1979	01-01-1979	01-01-1980	
752	wrak	01-01-1935	01-02-1935	01-03-1935	wrak verwijderd
887	wrak	-	01-01-1932	01-01-1937	
888	wrak	01-01-1945	01-05-1945	01-08-1946	wrak nog aanwezig
889	wrak	-	01-11-1943	30-06-1989	wrak waarschijnlijk afgedekt met zand
905	wrak	-	01-05-1929	01-06-1929	
906	wrak	-	01-01-1932	01-01-1932	
907	wrak: zeilschip	01-01-1902	01-01-1902	01-01-1902	
3417	onregelmatigheid: hout	-	10-09-2007	10-09-2007	

Tabel 3 Obstructiedata Dienst der Hydrografie van de Koninklijke Marine

In *tabel 4* wordt voor het onderzoeksgebied een overzicht gegeven van de gecombineerde gegevensbestanden aangeleverd door de RCE, en eveneens met een verwijzing naar de data aangeleverd door de Dienst der Hydrografie. De inhoudelijke informatie die uit de aangeleverde gegevensbestanden kon worden geëxtraheerd, is beperkt tot hetgeen in de tabel hieronder is opgenomen.

RWS Noord Nederland: contactnummer	RWS IJsselmeergebied: ID	Hydrografie Obstructienummer	Omschrijving
-	12	-	vliegtuigresten
-	14	-	divers
3951	64	-	“Eben Haezer”
3979	5; 66	752	wrak
3983	-	-	vliegtuig, Duits
4032	67	-	wrak
4033	6	887	wrakstukken, hout
4049	8; 70	889	vrachtschip, binnenvaartuig
4050	71	-	wrak
4051	-	-	sleepboot “Zoon Jozef”
4059	7; 72	888	wrak
4063	9; 73	905	wrak
4072	74	-	anker
4087	-	-	vliegtuig, Wellington
4088	-	-	visserij, HA 10 “Irma”
4091	-	-	wrak

RWS Noord Nederland: contactnummer	RWS IJsselmeergebied: ID	Hydrografie Obstruictienummer	Omschrijving
4110	-	-	wrak
4117	-	-	sleepboot
4118	-	-	wrak

Tabel 4 Gecombineerde gegevens ontvangen van de RCE voor het onderzoeksgebied

2.5 Historische geografisch informatie

In de 16^e en 17^e eeuw groeide de belangstelling voor de geschiedenis van ons land. Daarbij baseerde men zich voornamelijk op auteurs uit de klassieke oudheid. Omdat er uit de oudheid geen kaarten zijn overgeleverd, ging men kaarten maken op basis van geschreven historische bronnen.¹⁹ Een voorbeeld hiervan is de reconstructie van Romeins Friesland door Buchelius uit 1610 met het 'Flevi Lacus' afgebeeld in het midden van de kaart (*afbeelding 3*). Dergelijke kaarten zijn vanwege hun onnauwkeurigheid en grote mate van genomen creatieve vrijheid niet bruikbaar voor een accurate reconstructie van het historische landschap.



Afbeelding 3 Reconstructie van Romeins Friesland door Buchelius uit 1610 met in het midden het 'Flevi Lacus' (<http://www.waddenacademie.nl>)

De situatie is anders wanneer het gaat om kaarten uit deze periode die betrekking hebben op het contemporaine landschap en de topografie. De hieronder weergegeven zeekaarten zijn wel degelijk bedoeld als navigatiemiddel of als realistische weergave van het contemporaine landschap ('*seascape*') en daarmee veel meer accuraat dan de constructie van Romeins Friesland door Buchelius. Op de kaart van de Waddenzee en de Zuiderzee uit de 'Den nieuwen spiegel der Zeevaart' van Lucas Jansz. Waghenaer uit 1596/1597 staan vaarroutes gemarkeerd en kustlijnen gezien vanaf zee gevisualiseerd ten behoeve van de navigatie op zee (*afbeelding 4*). Het plangebied ligt in de nabijheid van een vaarroute.

¹⁹ Walsmit 2009.

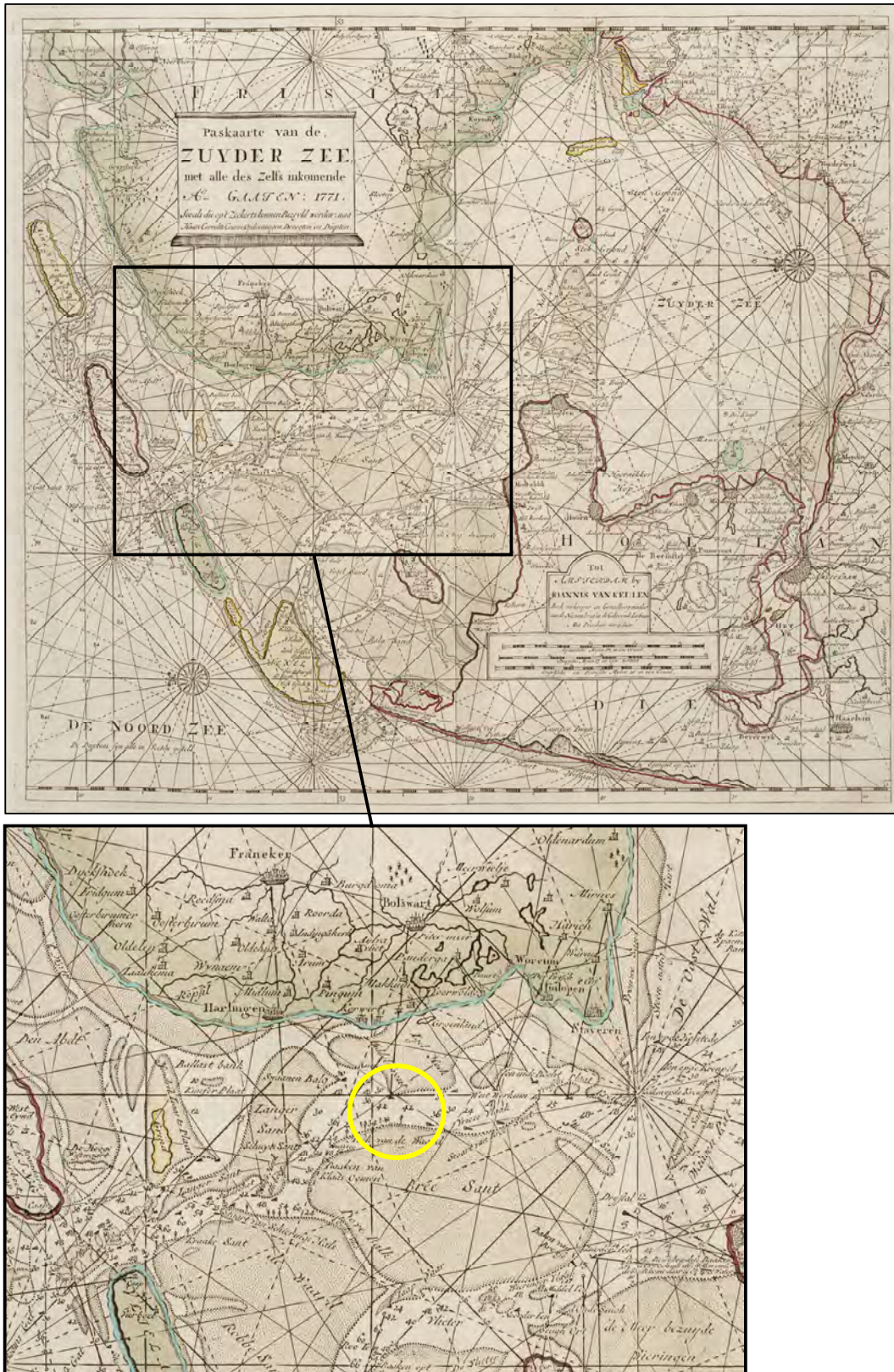


Afbeelding4 Kaart van de Waddenzee en de Zuiderzee uit 1596/1597 van Lucas Jansz. Waghenauer met de locatie van het plangebied bij benadering weergegeven in geel (<http://www.geheugenvannederland.nl>)

Deze situatie is vergelijkbaar met die op de zeekaart van Pieter Goos uit 1668 (*afbeelding 5*) en de paskaart van de Zuiderzee van Johannes van Keulen uit 1771 (*afbeelding 6*). Op de drie kaarten zijn eveneens de in het gebied aanwezige zandplaten ('Middelgrond' en 'Breezand') aangegeven. Tot aan de aanleg van de Afsluitdijk, kon via de Waddenzee, de Zuiderzee en het IJ de stad Amsterdam per schip bereikt worden, alsmede alle andere steden in het Zuiderzeegebied. Met de voltooiing van de Afsluitdijk in 1932 worden de vaarroutes in het gebied afgesneden.



Afbeelding 5 Paskaart van de Zuiderzee, Texel en de Vlietstroom, alsmede het Amelanders gat van Pieter Goos uit 1668 met daarom de locatie van het plangebied bij benadering weergeven in geel (<http://www.geheugenvannederland.nl>)



Abbeelding 6 Paskaart van de Zuiderzee uit 1771 van Johannes van Keulen met de locatie van het plangebied bij benadering weergegeven in geel (<http://www.geheugenvannederland.nl>)

2.6 Verwachte waarden

Op de FAMKE is voor de locatie van het plangebied in het IJsselmeer geen archeologische verwachting bepaald. Op de landsdekkende Indicatieve Kaart van Archeologische Waarde (IKAW) ligt het plangebied grotendeels in een zone met een lage archeologische verwachting (water) en voor een klein gedeelte in een zone met een hoge archeologische verwachting (water).

2.7 Gespecificeerde archeologische verwachting

Het grootste gedeelte van het plangebied ligt op de IKAW in een zone met een lage archeologische verwachting voor waterbodems. Omdat de top van de pleistocene afzettingen (dekzand) in het gebied is geërodeerd²⁰ wordt door de opstellers van de IKAW de kans op het aantreffen van sporen uit de vroege prehistorie (Paleolithicum tot en met Neolithicum; tot 2000 voor Chr.) klein geacht. Ditzelfde geldt voor sporen uit de latere prehistorie (Bronstijd en IJzertijd; 2000-12 voor Chr.) gerelateerd aan de veenafzettingen in het gebied, omdat deze afzettingen verspoeld zijn geraakt vanaf het moment dat het gebied onder invloed van de getijden kwam. Alleen voor het restant van de getijdegeul in het plangebied geldt een hoge archeologische verwachting. Het gaat daarbij om de verwachting op het aantreffen van watergerelateerde vondsten (vaartuigen, visgerei, oeverconstructies) vanaf de Romeinse tijd (12 voor Chr.-450 na Chr.). In principe geldt echter voor het hele plangebied dat de kans bestaat op scheepvaartgerelateerde vondsten vanaf de Late Middeleeuwen (1050-1500 na Chr.). Gezien het grote aantal scheepvaartgerelateerde vondsten uit deze en later perioden - niet alleen ten oosten van het plangebied, maar ook direct ten noorden daarvan - wordt de kans op het aantreffen van scheepvaartgerelateerde vondsten uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd (1500-1950 na Chr.) in het plangebied middelhoog geacht (*tabel 5*).

Periode	Verwachting	Locatie	Vindplaatstype
Paleolithicum (tot 8800 voor Chr.)	Laag	Hele plangebied	n.v.t.
Mesolithicum (8800-4900 voor Chr.)	Laag	Hele plangebied	n.v.t.
Neolithicum (4900-2000 voor Chr.)	Laag	Hele plangebied	n.v.t.
Bronstijd (2000-800 voor Chr.)	Laag	Hele plangebied	n.v.t.
IJzertijd (800-12 voor Chr.)	Laag	Hele plangebied	n.v.t.
Romeinse tijd 12 voor Chr.-450 na Chr.)	Hoog	Restant getijdegeul	Scheepvaart
Vroege Middeleeuwen (450-1050 na Chr.)	Hoog	Restant getijdegeul	Scheepvaart
Late Middeleeuwen (1050-1500 na Chr.)	Hoog	Restant getijdegeul	Scheepvaart
	Middelhoog	Overige delen plangebied	Scheepvaart
Nieuwe tijd (1500-1950 na Chr.)	Hoog	Restant getijdegeul	Scheepvaart
	Middelhoog	Overige delen plangebied	Scheepvaart

Tabel 5 Gespecificeerde archeologische verwachting voor het plangebied

²⁰ Archis: kaartlaag PLEISTOCEN_TOP ((c) TNO)_KLEUR.

3 Conclusie en advies

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek kunnen de onderzoeksvragen als volgt worden beantwoord:

1. Welke bekende (maritiem) archeologische en waarden bevinden zich in het plangebied?

Van alle geraadpleegde databestanden bevindt zich alleen een contact uit de bestanden aangeleverd door de RCE binnen het plangebied. Het gaat hierbij om een anker (contactnummer 74/4072; tabel 4). Het is onduidelijk hoe accuraat de positionering van dit contact is. De kans bestaat daarom dat het object zich niet daadwerkelijk in het plangebied bevindt. De kans bestaat echter ook dat andere bekende objecten die nu buiten het plangebied lijken te liggen, eigenlijk binnen het plangebied liggen.

2. Wat is de (maritiem)archeologische verwachting binnen het plangebied?

Op de IKAW is de (maritiem) archeologische verwachting laag in het grootste gedeelte van het plangebied, met uitzondering van het restant van de getijdegeul waarvoor een hoge archeologische verwachting geldt. De hoge verwachting geldt voor sporen vanaf de Romeinse tijd. Op basis van het grote aantal scheepvaartgerelateerde vondsten uit de Late Middeleeuwen (1050-1500 na Chr.) en Nieuwe tijd (1500-1950 na Chr.) – niet alleen ten oosten van het plangebied, maar ook direct ten noorden daarvan – wordt de kans op het aantreffen van scheepvaartgerelateerde vondsten uit deze perioden in de rest van het plangebied middelhoog geacht.

3. In hoeverre worden bekende en verwachte (maritiem)archeologische waarden binnen het plangebied bedreigd door de geplande ingrepen?

Voor de inrichting van het te realiseren windpark bestaan op dit moment vier verschillende inrichtingsvarianten (*kaart 2a-d*). Voor al deze varianten geldt dat ze ook het gedeelte van het plangebied beslaan waarvoor een hoge archeologische verwachting geldt. De verschillende inrichtingsvarianten beslaan in totaal een te verstoren oppervlak variërend van circa 23-36 km². Dit oppervlak is bij benadering en is afgeleid uit de vier aangeleverde varianten en staat nadrukkelijk niet gelijk aan het te verstoren oppervlak. Dat is op dit moment nog onbekend. Het oppervlak van de verschillende varianten is bepaald door de omtrek te nemen van de buitenste turbines en omvat het oppervlak van het aan te leggen windpark inclusief parkbekabeling, maar exclusief de bekabeling voor aansluiting op het net te Breezandijk. Deze laatstgenoemde bekabeling komt buiten het huidige plangebied te liggen (tussen het plangebied en de Afsluitdijk). Het exacte tracé hiervan is op dit moment niet bekend. Ook de exacte verstoringsdiepte binnen het plangebied is onbekend. Duidelijk is echter wel dat de omvang van de bodemingrepen binnen het plangebied dusdanig is, dat eventueel in het plangebied aanwezige scheepswrakken of andere scheepvaartgerelateerde vondsten in het geding zijn. Voor de aanleg van de bekabeling ten behoeve van de aansluiting op het net, geldt daarbij ook dat – afhankelijk van het te kiezen tracé – bekende scheepswrakken bedreigd worden. De vier inrichtingsvarianten verschillen in aantal te plaatsen turbines (variërend van 47 tot 100) en oppervlak, zoals hierboven beschreven. De verschillen tussen de inrichtingsvarianten in combinatie met de beschikbare archeologische gegevens leiden echter op dit moment nog niet tot een duidelijk onderscheid in de effecten tussen de varianten vanuit archeologisch oogpunt.

4. Welke vervolgstappen zijn noodzakelijk in het kader van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ)?

Het voorliggende rapport dient te worden goedgekeurd door het bevoegd gezag (de gemeente Súdwest-Fryslân en RWS Dienst IJsselmeergebied). Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek adviseert *Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie* een Inventariserende Veldonderzoek uit te laten voeren in de vorm van een opwateronderzoek (IVO-WB-Opwater) om het verwachtingsmodel op basis van de resultaten van dit bureauonderzoek, te toetsen. Hierbij wordt de waterbodem onderzocht vanaf een schip. Met behulp van geofysische prospectietechnieken wordt de waterbodem in kaart gebracht en

eventueel aanwezige anomalieën (onregelmatigheden, waaronder door de mens gemaakte objecten) geïdentificeerd. Voor dit onderzoek dient een Programma van Eisen (PvE) te worden opgesteld. Het onderzoek dient te worden uitgevoerd door een daartoe gecertificeerde partij. Vanwege de omvang van het plangebied is het aan te bevelen deze onderzoeksfase uit te voeren op een moment waarop de definitieve inrichting van het te realiseren windpark bekend is. Op die manier kan het betreffende onderzoek zich dan focussen op alleen de locaties waar ook daadwerkelijk bodemingrepen plaatsvinden (molenlocaties en kabel- en leidingentracés). Dit werkt kostenbesparend. Ook is het voorstelbaar dat een dergelijk onderzoek gefaseerd wordt uitgevoerd. Te beginnen in de zones met de hoogste verwachting op scheepsvondsten, bijvoorbeeld in of nabij de aangewezen historische vaarroutes.

Het is aan het bevoegd gezag om te bepalen of en in welke vorm, archeologisch vervolgonderzoek in het kader van het initiatief noodzakelijk is.

Literatuur

- BRENK, S. VAN DEN, 2005: *Maritiem Inventariserend Veldonderzoek Afsluitdijk - Project VESpA: Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van geofysisch onderzoek*, Amersfoort (ADC Rapport 492).
- BRENK, S. VAN DEN/R. VAN LIL/W.B. WALDUS, 2009: *Inventariserend Veldonderzoek Opwaterfase: Zoekgebieden Mosselzaadinstallaties*, Amsterdam Periplus Archeomare (Rapport 09_A006B).
- CAMPENHOUT, K. VAN/S. VAN DEN BRENK, 2010: *Afsluitdijk, wrak ESA N1 aan de Waddenzeezijde*, Amersfoort (ADC Rapport 2435).
- ENTE, P.J./J. KONING/R. KOOPSTRA, 1986: *De bodem van oostelijk Flevoland*, Lelystad (Flevobericht 258).
- KLOOSTER, M. TEN, 2012: *Concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau Windpark Fryslân* (Pondera Consult, Hengelo; 18 april 2012).
- KOOPSTRA, R./G.LENSELINK/U.MENKE, 1993: *Geologische en bodemkundige atlas van het IJsselmeer*, Lelystad.
- MULDER, E.F.J. DE/M.C. GELUK/I.L. RITSEMA/W.E. WESTERHOFF/TH.E. WONG, 2003: *De ondergrond van Nederland*, Groningen/Houten.
- POMPONIUS MELA, *De Chorographia, Liber III*.
- VERWEIJ, J.P.F., 2012: *Vaarweg Kornwerderzand - Harlingen (de Boontjes): Een Bureauonderzoek*, Amersfoort (ADC Rapport 3202).
- Schokker, J./H.J.T. Weerts/W.E. Westerhoff/H.J.A. Berendsen/C. den Otter, 2007: Introduction of the Boxtel Formation and implications for the Quaternary lithostratigraphy of the Netherlands, *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw*, 86-3, 197-210.
- VOS, P.C./J.BAZELMANS/H.J.T. WEERTS/M.J. VAN DER MEULEN (RED), 2011: *ATLAS VAN NEDERLAND IN HET HOLOCEEN - LANDSCHAP EN BEWONING VANAF DE LAATSTE IJSTIJD*, UITGEVERIJ BERT BAKKER, AMSTERDAM.
- WALDUS, W.B./S. VAN DEN BRENK/B. VAN MIERLO, 2006: *Maritiem Inventariserend Veldonderzoek Afsluitdijk - Project VESpA: Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van duikinspecties*, Amersfoort (ADC Rapport 646).
- WALDUS, W.B./K. VAN CAMPENHOUT/S. VAN DEN BRENK, 2010A: *Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk, wrak Z1: Inventariserend veldonderzoek, onderwaterfase verkennend*, Amersfoort (ADC Rapport 2434).
- WALDUS, W.B./K. VAN CAMPENHOUT/S. VAN DEN BRENK, 2010B: *Afsluitdijk, wrak ESA Z1 IJsselmeerzijde*, Amersfoort (ADC Rapport 2480).
- WALDUS, W.B./S. VAN DEN BRENK/R. VAN LIL, 2012: *Bureauonderzoek spuicomplexen Afsluitdijk*, Amersfoort (ADC Rapport 3055).
- WALSMIT, E. 2009: De Zuiderzee: ontstaan, expansie en afsluiting, in: E. Walsmit/H. Kloosterboer/N. Persson/R. Ostermann, *Spiegel van de Zuiderzee*, Houten.
- WEERTS, H.J.T./P. CLEVERINGA/J.H.J. EBBING/F.D. DE LANG/W.E. WESTERHOFF, 2003: *De lithostratigrafische indeling van Nederland - Formaties uit het Tertiair en Kwartair*, Utrecht (TNO-NITG).
- WESTERHOFF, W.E./T.E. WONG/E.F.J. DE MULDER, 2003: Opbouw van de ondergrond - Opbouw van het Neogeen en Kwartair, in: E.F.J. de Mulder/M.C. Geluk/I.L. Ritsema/W.E. Westerhoff/T.E. Wong (red.), *De ondergrond van Nederland*, Houten.

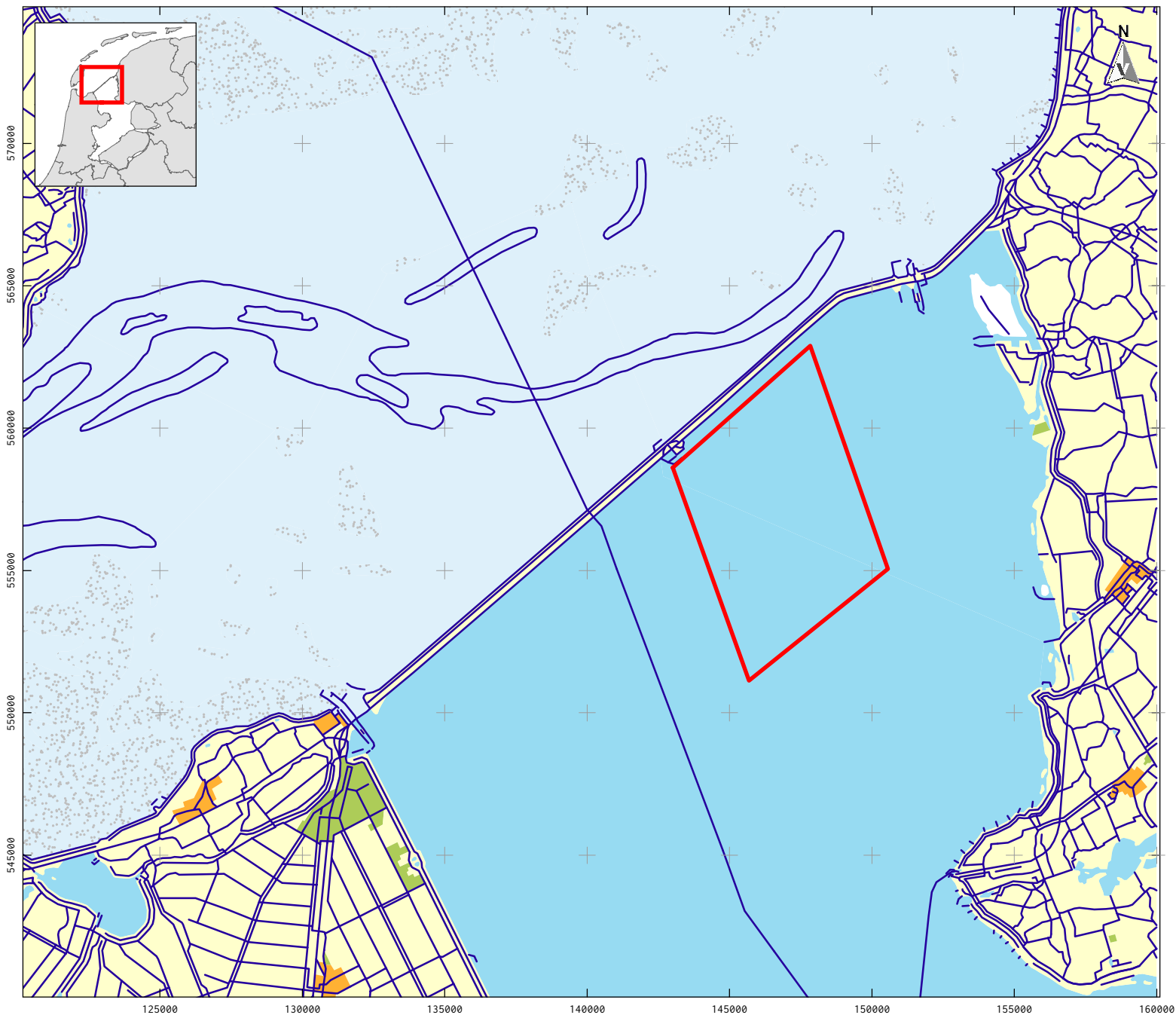
Digitale bronnen

- European Space Agency (ESA): <http://spaceimages.esa.int/Images>
- Archeologisch Informatiesysteem (Archis): <http://archis2.archis.nl/archisii/html/index.html>
- Geheugen van Nederland: <http://www.geheugenvannederland.nl>
- Wrakkenite: <http://www.wrecksite.eu>
- Friese Archeologische Monumentenkaart Extra (FAMKE): <http://www.fryslan.nl/famke>
- Obstructiedatabase Dienst der Hydrografie, Koninklijke Marine (niet online)
- Obstructiedatabase Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied (niet online)
- Obstructiedatabase Rijkswaterstaat Dienst Noord-Nederland (niet online)
- Wrakkenite Rijkswaterstaat Dienst voor het Cultureel Erfgoed (niet online)








Kaarten en bijlagen

Kaart 1:	Ligging plangebied
Kaart 2a-d:	Inrichtingsvarianten
Kaart 3:	Landschappelijke ontwikkeling
Kaart 4:	Archeologie
Kaart 5:	Ontvangen gegevens RCE, RWS en Dienst der Hydrografie
Kaart 6:	Uitsnede ontvangen gegevens RCE, RWS en Dienst der Hydrografie
Bijlage 1:	Overzicht van archeologische en geologische perioden
Bijlage 2:	Toelichting Bureauonderzoek Waterbodems

KAART 1 - LIGGING PLANGEBIED



LEGENDA

-  Plangebied
-  Huizenblok / Bebouwd gebied
-  Bos
-  Overig bodemgebruik
-  Water (groot)
-  Oeverlijn / Water (klein)
-  Laagwaterlijn / Droogvallende grond

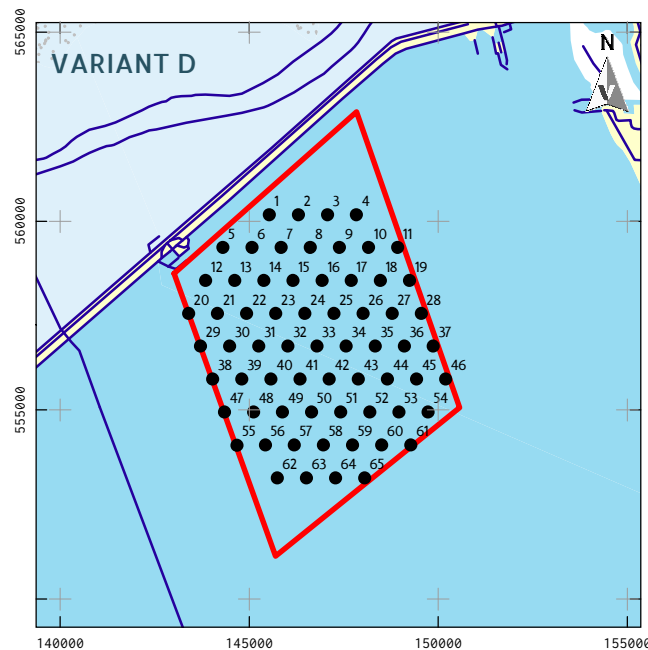
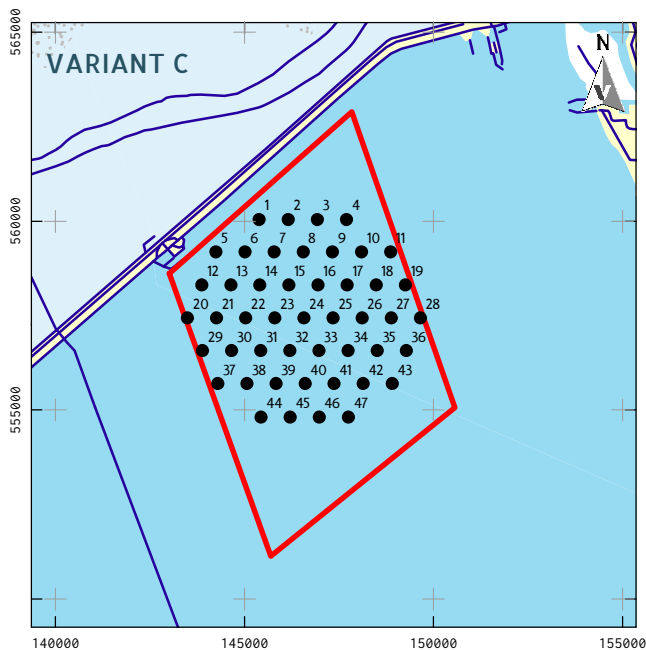
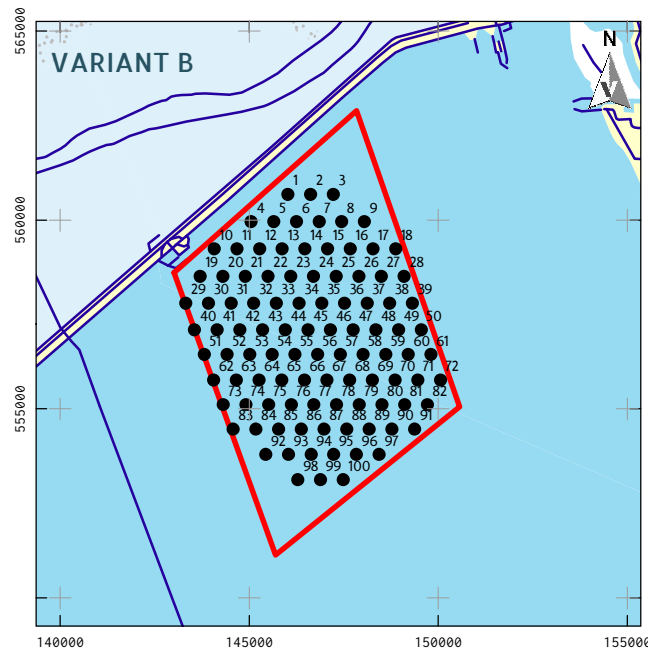
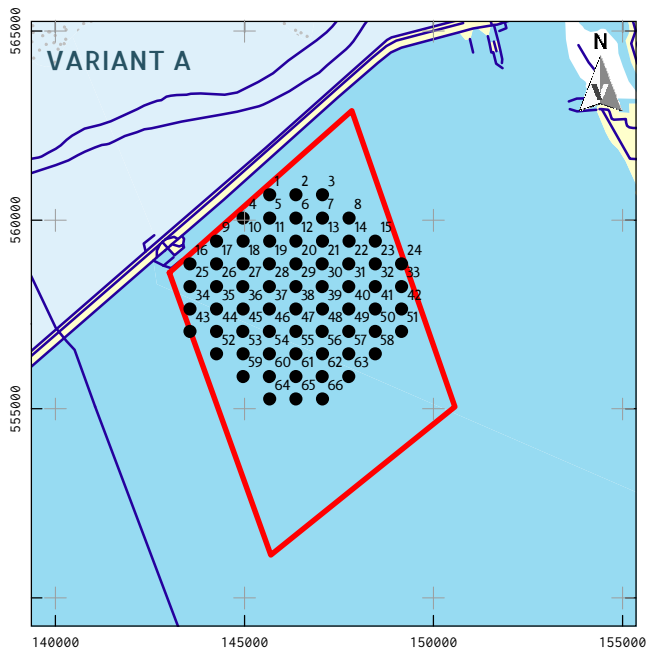
Project: V13-2538: Windpark Flyslan
Rapport: V1098
Datum: juni 2013
Bron: Top250

Tekenaar: BM
Schaal: 1:200 000 / A4



0 5.000 m



KAART 2 - INRICHTINGSVARIANTEN



LEGENDA

-  Plangebied
-  Overig bodemgebruik
-  Water (groot)
-  Oeverlijn / Water (klein)
-  Laagwaterlijn / Droogvallende grond



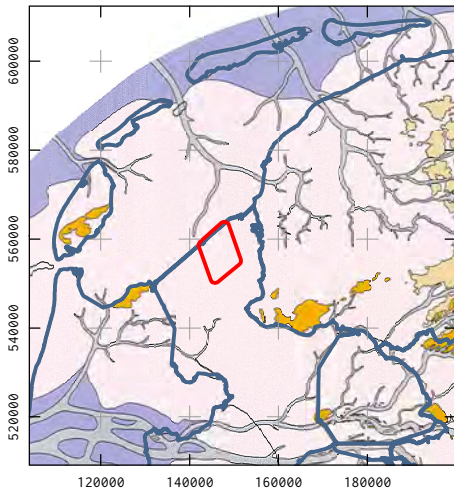
Project: V13-2538: Windpark Flyslan
 Rapport: V1098
 Datum: juni 2013
 Bron: Top250

Tekenaar: BM
 Schaal: 1:200 000 / A4

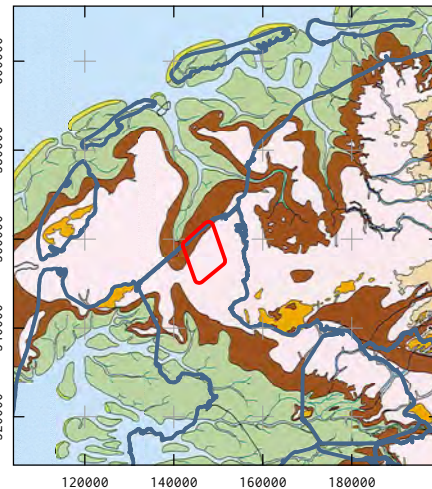
0 5.000 m



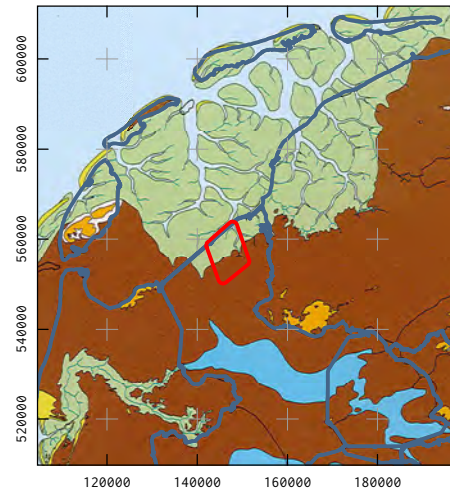
KAART 3 - LANDSCAPPELIJKE ONTWIKKELING



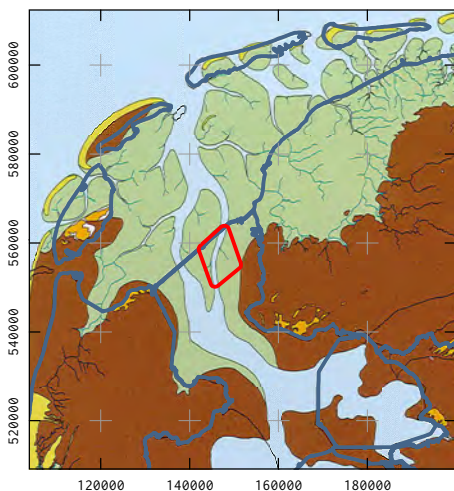
9000 v. Chr.



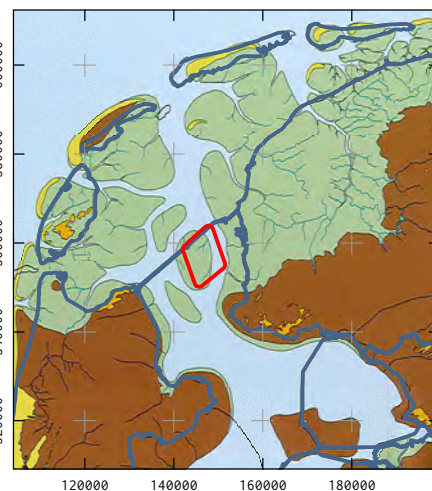
3850 v. Chr.



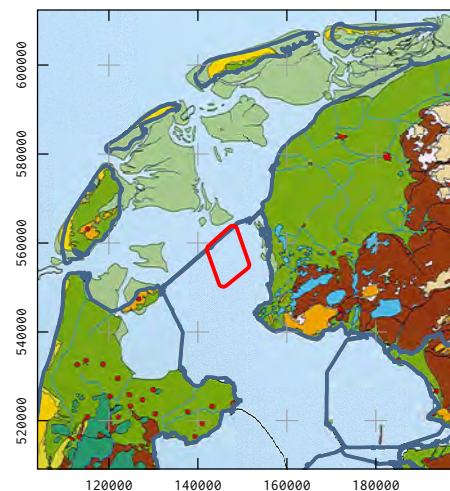
1500 v. Chr.



100 n. Chr.



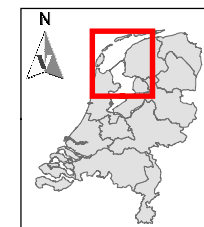
800 n. Chr.



1850 n. Chr.

LEGENDA

 Onderzoekgebied



Project: V13-2538: Windpark Flyslan
 Rapport: V1098
 Datum: juni 2013
 Bron: Vos et al. 2011

Tekenaar: BM
 Schaal: 1:1700 000 / A4

0 50.000 m

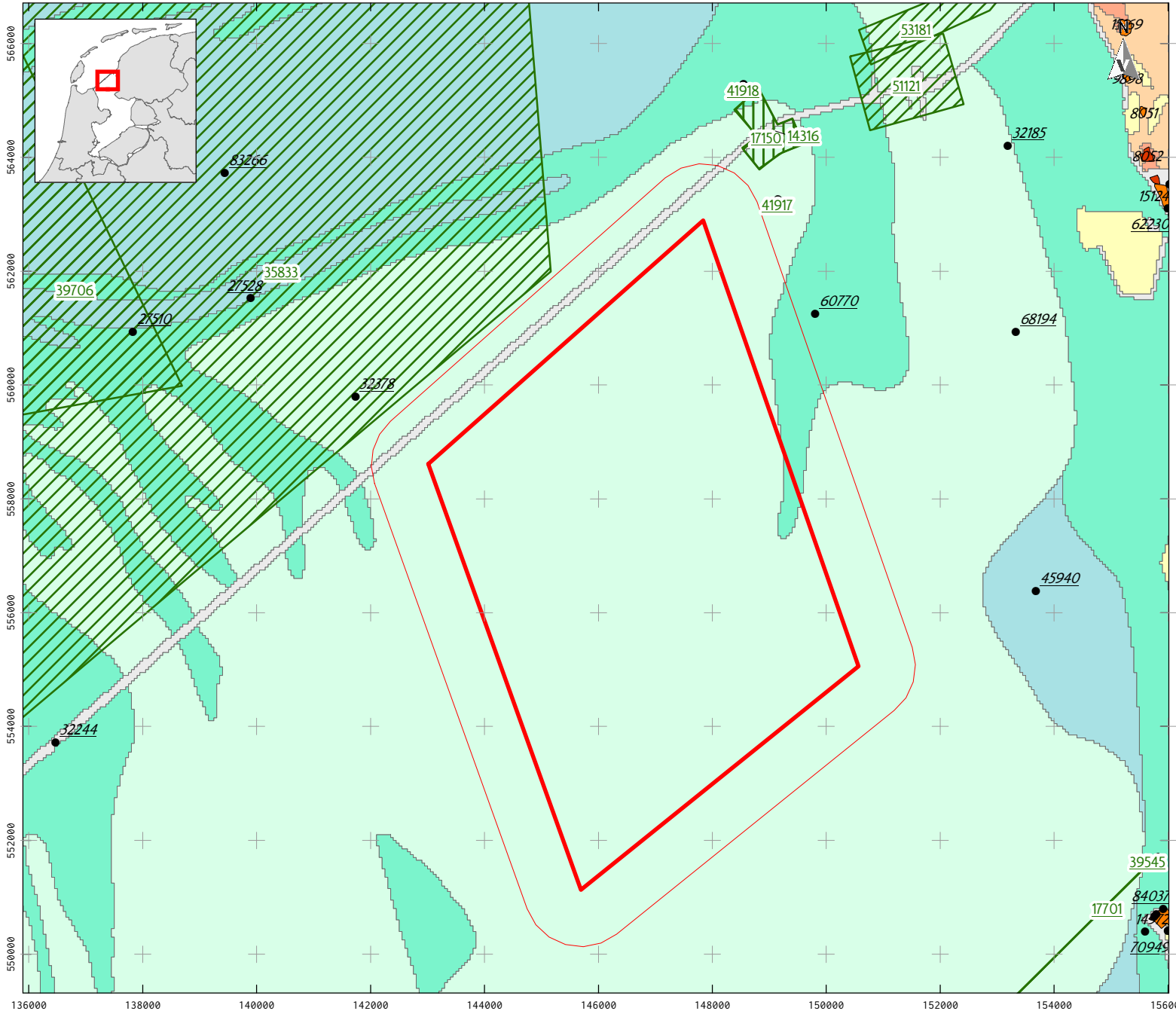
Holoceen landschap

- | | | |
|---|--|--|
|  Hoge duinen |  Getijdengebied en rivierlakte |  Stedelijk gebied |
|  Strandwallen en lage duinen |  Getijdengebied en rivierlakte, becijkt |  Stad |
|  Strandvlaktes |  Droogmakerij |  Buiten- en binnenwater |
|  Veengebied |  Waterlopen | |

Pleistoceen landschap

- | | |
|---|---|
|  Rivierlakte en beekdalen |  Dekzandgebied boven 0 m NAP |
|  Dekzandgebied beneden 16 m -NAP |  Rivierduinen |
|  Dekzandgebied tussen 16 en 0 m -NAP |  Stuwwallen, gestuwde keileemheuvelds en -ruggen |

KAART 4 - ARCHEOLOGIE



LEGENDA

- Plangebied
- Onderzoeksgebied
- Archeologische waarneming (met nummer)*
- Waarneming
- Archeologische onderzoeksmelding (met nummer)*
- Archeologisch: bureauonderzoek
- Archeologisch: onderwaterarcheologie
- AMK-terreinen (met nummer)*
- Zeer hoge archeologische waarde
- Hoge archeologische waarde
- IKAW 3*
- Hoge trefkans
- Middelhoge trefkans
- Lage trefkans
- Water - Hoge trefkans
- Water - Middelhoge trefkans
- Water - Lage trefkans
- Niet gekarteerd

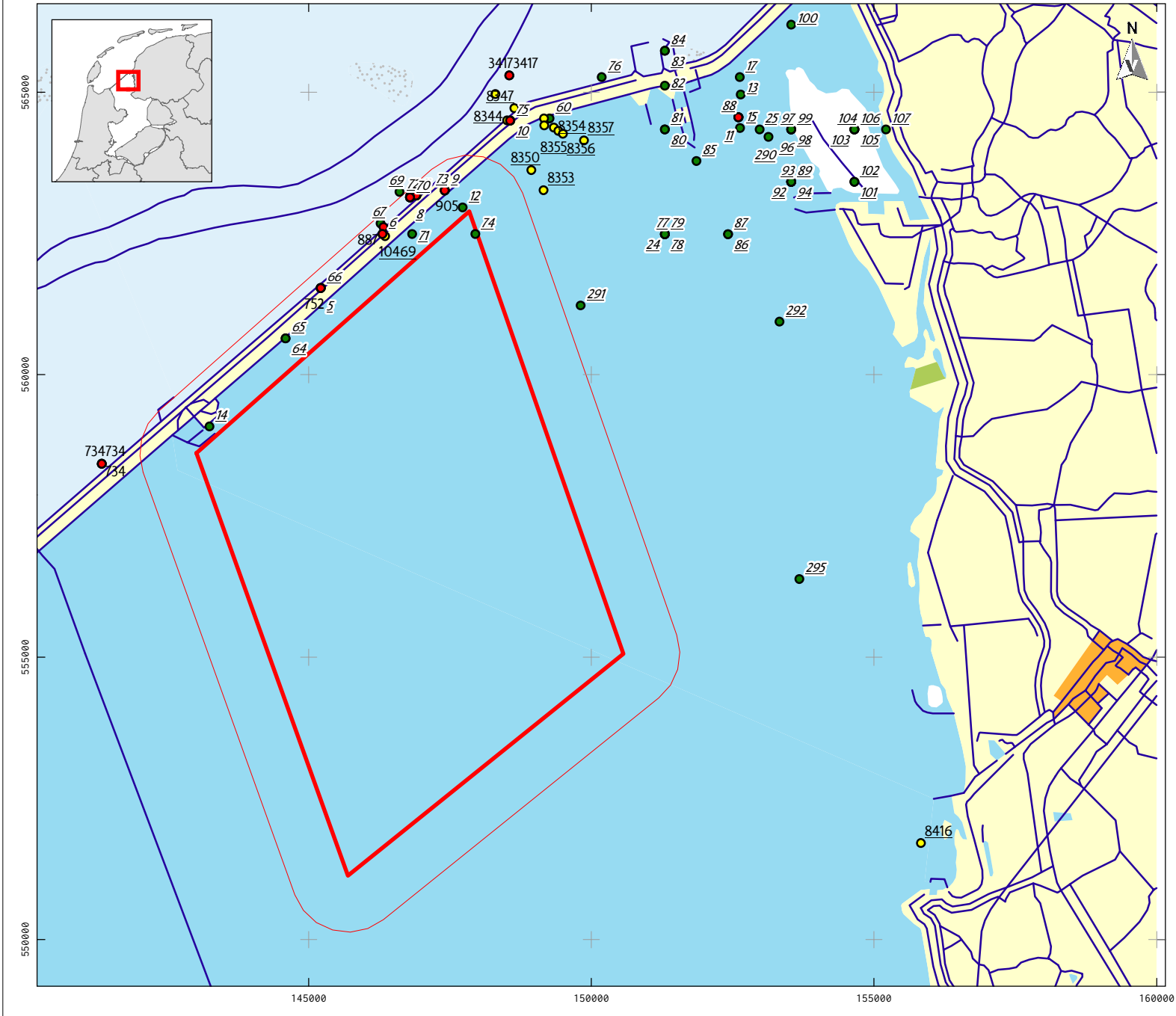
Project: V13-2538: Windpark Flyslan
 Rapport: V1098
 Datum: juni 2013
 Bron: Archis.nl

Tekenaar: BM
 Schaal: 1:100 000 / A4

0 2.000 m



KAART 5 - ONTVANGEN GEGEVENS RCE, RWS, DIENST DER HYDROGRAFIE



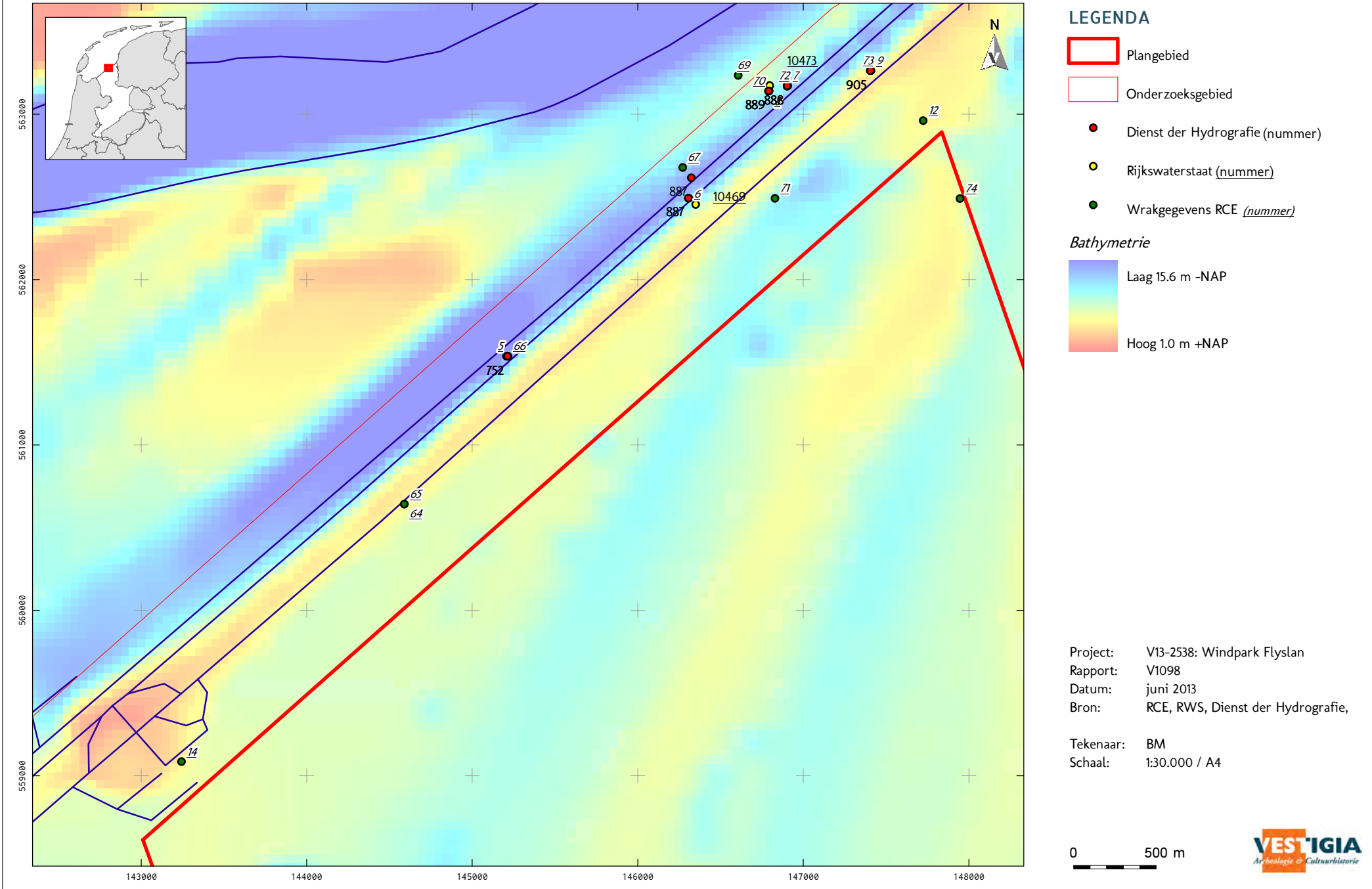
LEGENDA

- Plangebied
- Onderzoekgebied
- Dienst der Hydrografie (nummer)
- Rijkswaterstaat (nummer)
- Wrakgegevens RCE (nummer)
- Huizenblok / Bebouwd gebied
- Bos
- Overig bodemgebruik
- Water (groot)
- Oeverlijn / Water (klein)
- Laagwaterlijn / Droogvallende grond

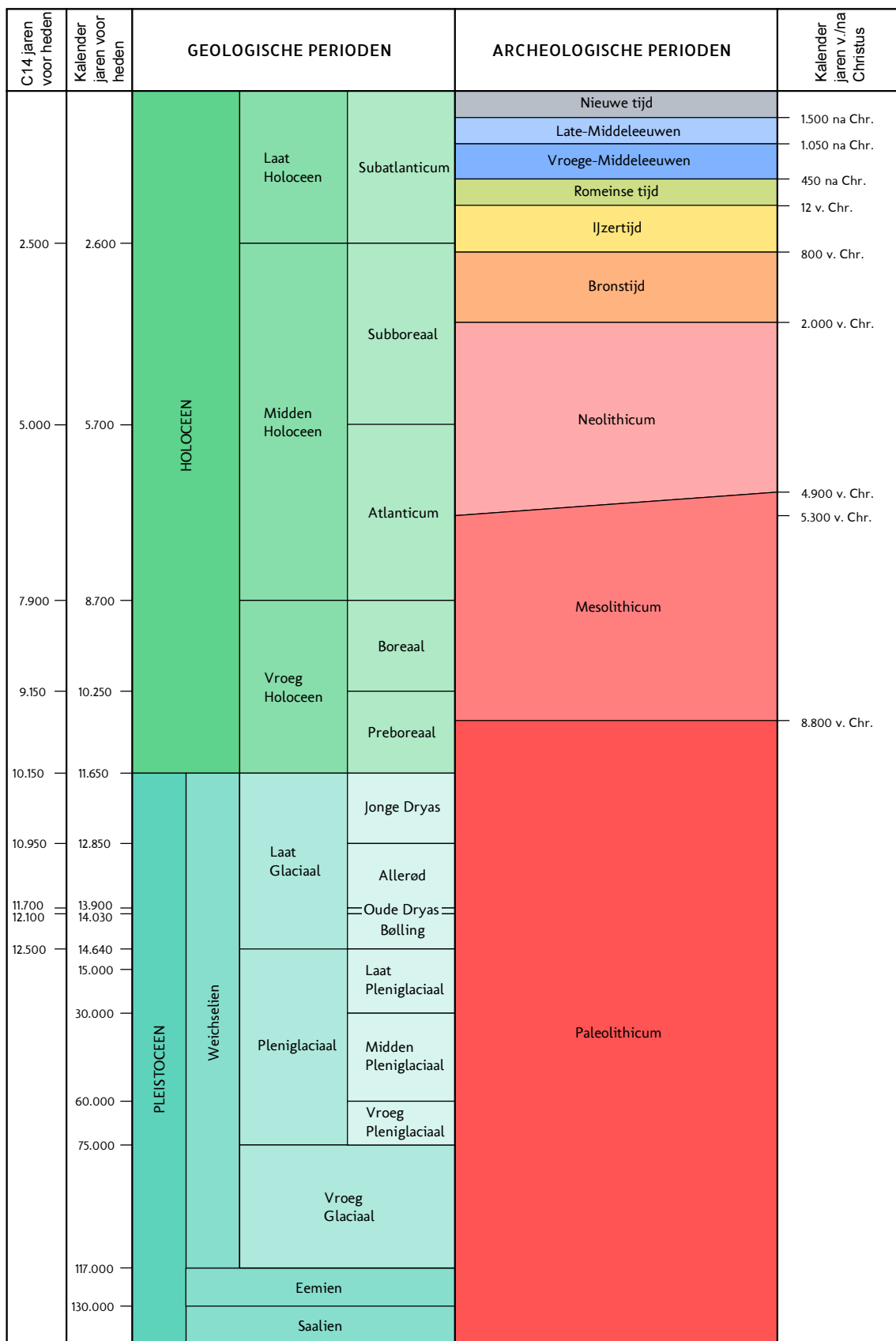
Project: V13-2538: Windpark Flyslan
 Rapport: V1098
 Datum: juni 2013
 Bron: RCE, RWS, Dienst der Hydrografie, Top250
 Tekenaar: BM
 Schaal: 1:100.000 / A4



KAART 6 - UITSNEDE ONTVANGEN GEGEVENS RCE, RWS, DIENST DER HYDROGRAFIE



Bijlage 1 Overzicht archeologische en geologische perioden



C14 ouderdommen en gekalibreerde ouderdommen van het Holocene volgens Van Geel et al. (1980/1981), C14 ouderdom van het Laat Glaciaal volgens Hoek (2001/2008) en gekalibreerde ouderdommen van het Laat Glaciaal volgens Rasmussen et al. (2006). Overige pleistocene chronostratigrafie volgens Westerhoff et al. (2003). Archeologische perioden van de prehistorie volgens Louwe Kooijmans et al. (2005) en overige archeologische perioden volgens Archis.

Periode	Van - tot
Vroeg-Paleolithicum	tot 300.000 voor Chr.
Midden-Paleolithicum	300.000-35.000 voor Chr.
Laat-Paleolithicum	35.000-8800 voor Chr.
Vroeg-Mesolithicum	88.00-7100 voor Chr.
Midden-Mesolithicum	7100-6450 voor Chr.
Laat-Mesolithicum	6450-4900 voor Chr.
Vroeg-Neolithicum	5300-4200 voor Chr.
Midden-Neolithicum	4200-2850 voor Chr.
Laat-Neolithicum	2850-2000 voor Chr.
Vroege-Bronstijd	2000-1800 voor Chr.
Midden-Bronstijd	1800-1100 voor Chr.
Late-Bronstijd	1100-800 voor Chr.
Vroege-IJzertijd	800-500 voor Chr.
Midden-IJzertijd	500-250 voor Chr.
Late-IJzertijd	250-12 voor Chr.
Vroeg-Romeinse tijd	12 voor-70 na Chr.
Midden-Romeinse tijd	70-270 na Chr.
Laat-Romeinse tijd	270-450 na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450-1050 na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050-1500 na Chr.
Nieuwe Tijd A	1500-1650 na Chr.
Nieuwe Tijd B	1650-1850 na Chr.
Nieuwe Tijd C	1850-1950 na Chr.

Bijlage 2: Toelichting archeologisch proces

Bureauonderzoek Waterbodems

(KNA Waterbodems 3.1 Deel II Protocol 4102)

Het doel van een bureauonderzoek is het verwerven van informatie, aan de hand van bestaande bronnen, over bekende of verwachte archeologische waarden, zowel onder als boven water, binnen een omschreven gebied. Het resultaat is een standaardrapport met een gespecificeerde archeologische verwachting, op basis waarvan een beslissing genomen kan worden ten aanzien van (eventueel) vervolgonderzoek.

Het rapport bevat, waar mogelijk, gegevens over aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden en aardwetenschappelijke eigenschappen (LS02wb t/m LS04wb). Afhankelijk van de omvang van de toekomstige (planologische) ingreep en werkzaamheden, de aard van de aanleiding tot het bureauonderzoek en de vraagstelling (LS01wb), zullen aanvullende gegevens moeten worden verzameld. Hierbij blijft de doelstelling van het bureauonderzoek (het komen tot een gespecificeerde verwachting) overeind (LS05wb). Vervolgens wordt het rapport opgesteld (LS06wb) en de gegevens aangeleverd bij Archis, waarna het proces kan worden afgesloten. Daarnaast dient de digitale documentatie binnen twee jaar na afronding van het standaardrapport overgedragen te worden aan het e-Depot Nederlandse archeologie (www.edna.nl) (DS05).

Het bureauonderzoek geldt als onderbouwing voor het door Vestigia BV *Archeologie & Cultuurhistorie* opgestelde advies. Dit advies gaat nader in op de eventuele risico's en benodigde vervolgstappen bij de verdere ruimtelijke ontwikkeling. Uit het advies kan volgen dat het archeologische verwachtingsmodel nader in het veld getoetst dient te worden. Dit kan door middel van een Inventariserend Veldonderzoek Waterbodems - Opwater, eventueel gevolgd door een Inventariserend Veldonderzoek Waterbodems - Onderwater. Indien specifieke gegevens over de waterbodem en objecten die verder onderzocht moeten worden als tijdens een Bureauonderzoek Waterbodems op tafel zijn gekomen, kan het Inventariserend Veldonderzoek Waterbodems - Opwater komen te vervallen. Het Inventariserend Veldonderzoek Waterbodems leidt of tot vrijgave van het onderzoeksgebied of tot een advies voor behoud van de vindplaats en indien niet mogelijk nader archeologisch onderzoek. Indien fysiek behoud niet mogelijk is, dient een Opgraving Waterbodems of Archeologische Begeleiding Waterbodems uitgevoerd te worden.

Voor een Inventariserend Veldonderzoek Waterbodems moet eerst een Programma van Eisen worden opgesteld. Dit Programma van Eisen dient goedgekeurd te worden door het bevoegd gezag.

Het is aan het bevoegd gezag om uiteindelijk te beslissen of na het bureauonderzoek nog andere archeologische werkzaamheden verricht dienen te worden. Het advies uitgebracht door Vestigia kan daarbij een belangrijke rol spelen en als zodanig ingebracht worden bij ruimtelijke plannen. Indien gewenst, draagt Vestigia zorg voor een adequate afstemming van de resultaten met het bevoegd gezag. Op deze wijze wordt voorkomen dat in een later stadium discussie ontstaat over de gemaakte analyses.

This text was set using the following freely available font software:

Allerta Copyright (c) 2010, Matt McInerney (<http://pixelspread.com>),
with Reserved Font Name Allerta.

Inconsolata_dz Copyright (c) 2006, Raph Levien (<http://www.levien.com>),
with Reserved Font Name <Inconsolata>.
Copyright (c) 2009, David Zhou (<http://blog.nodnod.net/>)
with Reserved Font Name <Inconsolata_dz>.

Molengo_Vestigia Copyright (c) 2007, Denis Moyogo Jacquerye,
with Reserved Font Name <Molengo>.
Copyright (c) 2011, Vestigia BV Archeologie & Cultuurhistorie (www.vestigia.nl),
with Reserved Font Name <Molengo_Vestigia>; available at www.vestigia.nl/fonts.



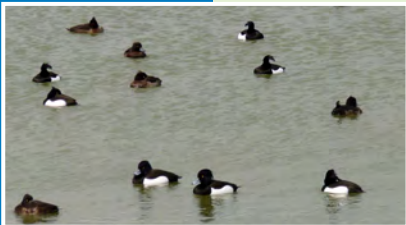
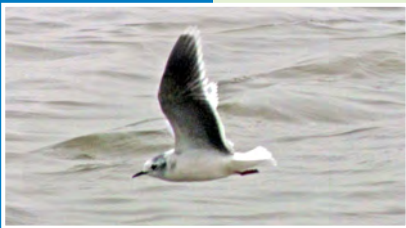
This Font Software is licensed under the SIL Open Font License, Version 1.1.
The license is available with a FAQ at: <http://scripts.sil.org/OFL>

BIJLAGE D-8 HUIDIGE SITUATIE NATUUR



Huidige natuurwaarden in plangebied windpark Fryslân

Achtergronddocument voor het m.e.r.



C. Heunks
R.G. Verbeek
B. van den Boogaard



Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap

Huidige natuurwaarden in plangebied windpark Fryslân
Achtergronddocument voor het m.e.r.

C. Heunks
R.G. Verbeek
B. van den Boogaard



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

opdrachtgever: Pondera consult bv

9 juli 2015
rapport nr. 13-076.3

Status uitgave: eindrapport
Rapport nr.: 13-076.3
Datum uitgave: 9 juli 2015
Titel: Huidige natuurwaarden in plangebied windpark Fryslân
Subtitel: Achtergronddocument voor het m.e.r.
Samenstellers: Ing. R.G. Verbeek
Ing. B. van den Boogaard
drs. C. Heunks

Foto's omslag: Bureau Waardenburg bv
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 165
Project nr.: 10-537
Projectleider: drs. C. Heunks
Naam en adres opdrachtgever: Pondera consult b.v.
Postbus 579, 7550 AN, Hengelo (Ov)
Referentie opdrachtgever: opdrachtbrief (dd. 12 maart 2012)
Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv
drs. H.A.M. Prinsen

Paraaf:



Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera consult b.v.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Windpark Fryslân BV (WPF) BV heeft het voornemen om in het noordelijke deel van het IJsselmeer een windpark te realiseren: windpark Fryslân. Er wordt gestreefd naar een omvang van circa 250-400 MW. Het zoekgebied voor het windpark is als volgt aangeduid: in het open water van IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk, tussen Kornwerderzand en Breezanddijk.

In verband met dit voornemen wordt door Pondera Consult in opdracht van WPF een m.e.r-procedure doorlopen. Bureau Waardenburg is gevraagd om de ecologische ondersteuning van de m.e.r. te leveren. In voorliggende rapportage geven wij op basis van de best ter beschikking staande gegevens een overzicht van de huidige natuurwaarden in het plangebied en de omgeving. Voorliggende rapportage is te beschouwen als één van de bouwstenen van de m.e.r-procedure. De rapportage is opgesteld op basis van de kennis en gegevens die in maart 2014 beschikbaar waren, tenzij anders vermeld. Deze informatie is gebruikt om de effecten van windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden te bepalen en beoordelen. De effectbepaling- en beoordeling (Heunks *et al.* 2015) vormt separaat aan voorliggende rapportage een achtergronddocument voor het m.e.r. van windpark Fryslân. Voor zover bij de effectbepaling gebruik is gemaakt van aanvullende, meer recente, kennis en gegevens over de natuurwaarden in het plangebied is dat in Heunks *et al.* (2015) expliciet aangegeven.

Binnen Bureau Waardenburg bestond het projectteam uit de volgende personen:

Rogier Verbeek	rapportage vogels en beschermde gebieden
Bas van den Boogaard	rapportage aquatische natuurwaarden
Lieuwe Anema	GIS ondersteuning
Camiel Heunks	projectleiding, rapportage, eindredactie

Vanuit de opdrachtgever werd het project begeleid door Martijn ten Klooster. Mennobart van Eerden (Waterdienst RWS) en Stef van Rijn (Delta projectmanagement) leverde een belangrijk deel van de benodigde telgegevens over watervogels en hebben een eerdere versie van dit rapport van commentaar voorzien. Binnen Bureau Waardenburg verleende Abel Gyimesi en Martin Poot aanvullingen voor het vogeldeel van de rapportage. Een eerdere versie is door Jan van der Winden van commentaar voorzien. Allen worden bedankt voor hun bijdrage.

Inhoud

Voorwoord	3
1 Inleiding	7
2 Bronnen	9
2.1 Vogels 9	
2.2 Vissen 11	
2.3 Driehoeks- en andere zoetwatermosselen	11
2.4 Waterplanten.....	11
3 Plangebied en omgeving.....	13
3.1 Plangebied	13
3.2 Onderzoeksgebied	14
3.3 Beschermde gebieden	15
3.3.1 Natura 2000-gebied IJsselmeer	15
3.3.2 Natura 2000-gebied Waddenzee	20
3.3.3 Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel	25
3.3.4 Natura 2000-gebied Duinen Vlieland	25
3.3.5 Natura 2000-gebied Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving	26
3.3.6 Beschermd Natuurmonument Waddenzee II.....	26
3.3.7 Beschermd Natuurmonument Friese IJsselmeerkust.....	27
3.3.8 Overige Beschermde Natuurmonumenten.....	27
3.4 Autonome ontwikkeling natuur IJsselmeer	27
4 Vogels in het onderzoeksgebied.....	31
4.1 Broedvogels	31
4.1.1 IJsselmeer	31
4.1.2 Waddenzee.....	35
4.1.3 Overige Natura 2000-gebieden	38
4.1.4 Broedvogels van de Rode Lijst.....	41
4.1.5 Broedvogels met jaarrond beschermde nestplaats.....	42
4.2 Niet-broedvogels.....	42
4.2.1 IJsselmeer	42
4.2.2 Waddenzee.....	74
4.3 Seizoenstrek	76
4.3.1 Dagtrek	76
4.3.2 Seizoenstrek in de nacht.....	78

5	Overige soortgroepen	79
5.1	Aquatische soortgroepen.....	79
5.1.1	Water- en oeverplanten	79
5.1.2	Zoetwatermosselen	80
5.1.3	Vissen	81
5.1.4	Zeehonden	87
5.2	Wettelijk beschermde vissoorten	88
5.3	Overige soortgroepen	89
6	Literatuur	91
Bijlagen	95	
Bijlage 1	Monitoring watervogels IJsselmeer (RWS).....	97
Bijlage 2	Tellingen watervogels op open water	101
Bijlage 3	Populatieberekening vogels op open water	105
Bijlage 4	Instandhoudingsdoelen overige Natura 2000-gebieden.....	109
Bijlage 5	Aantal watervogels in het IJsselmeer	115
Bijlage 6	Aantal watervogels in het Onderzoeksgebied.....	117
Bijlage 7	Populatieschatting van vogels op open water	119
Bijlage 8	Verspreidingskaarten van watervogels in het onderzoeksgebied.....	121

1 Inleiding

Windpark Fryslân BV (WPF) heeft het voornemen om in het noordelijke deel van het IJsselmeer een windpark te realiseren: windpark Fryslân. Er wordt gestreefd naar een omvang van circa 250-400 MW. Het zoekgebied voor het windpark is als volgt aangeduid: in het open water van het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk, tussen Kornwerderzand en Breezanddijk. De definitieve locatie en opstelling het windpark dient nog bepaald te worden. Hiervoor worden in de Milieu Effect Rapportage (m.e.r.) vier varianten onderzocht.

Het IJsselmeer is een vogelrijk gebied dat het hele jaar voor veel verschillende vogelsoorten van internationale betekenis is. Afhankelijk van de omvang van het beoogde windpark en de exacte locatie in het IJsselmeer zijn effecten op beschermde vogels te verwachten wanneer windturbines in de directe nabijheid van belangrijke broedgebieden, foerageergebieden en/of rustgebieden staan of wanneer windturbines op belangrijke vliegroutes staan die door vogels tijdens seizoenstrek en/of slaaptrek worden gebruikt. Ook voor andere soortgroepen, waaronder vleermuizen en vissen kunnen de geplande windturbines een effect hebben.

Voor de realisatie van het beoogde windpark wordt een m.e.r.- procedure doorlopen. Ten behoeve van deze procedure zullen de effecten van het geplande windpark op vogels, vleermuizen, vissen en andere soortgroepen en habitats bepaald worden. Hiervoor dienen eerst de huidige natuurwaarden in het plangebied en de omgeving hiervan in beeld te worden gebracht. In de voorliggende rapportage wordt op basis van de best ter beschikking staande gegevens een overzicht gegeven van het voorkomen, de aantalsontwikkeling en het gebiedsgebruik van vogels, vissen en andere aquatische soorten in het plangebied en de omgeving. Het huidige voorkomen en gebiedsgebruik van vleermuizen is reeds in 2012 onderzocht. De resultaten hiervan zijn apart gerapporteerd (Jansen *et al.* 2013). Het voorkomen van vleermuizen in het plangebied vormt derhalve geen onderdeel van voorliggend rapport.

Voorliggende rapportage vormt een achtergronddocument voor het m.e.r. van windpark Fryslân. Separaat van deze rapportage worden de effecten van windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden onderzocht (Heunks *et al.* 2015).

2 Bronnen

2.1 Vogels

Voorliggende rapportage is gebaseerd op telgegevens, bronnenonderzoek en informatie uit verschillende veldonderzoeken. Voor de beschrijving van de aantallen en verspreiding van vogels in de omgeving van het plangebied is gebruik gemaakt van verschillende overzichtsrapporten:

- Ecologie en Ruimte (Van Eerden *et al.* 2005).
- Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling (Noordhuis 2010).
- Doeluitwerking Natura 2000 IJsselmeergebied (Van Rijn *et al.* 2010).
- Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied (Van der Hut *et al.* 2007).
- Basisrapport beschermingsplan Duin- en kustvogels (Van der Winden *et al.* 2008).
- Watervogels in Nederland in 2010/2011 (Hornman *et al.* 2013).

Voor een volledig overzicht van de gepubliceerde bronnen die geraadpleegd zijn wordt verwezen naar de literatuurlijst.

Ten behoeve van de m.e.r. zijn door Bureau Waardenburg sinds 2008 verschillende veldonderzoeken verricht:

- Tellingen van watervogels op het open water in de winter van 2008/2009 (januari en februari) en 2011/2012 (januari en maart) en de nazomer van 2010 (augustus 2010). De resultaten zijn gerapporteerd in Smits *et al.* (2009), Poot *et al.* (2010) en Poot *et al.* (2012).
- Onderzoek naar dagconcentraties en nachtelijke vliegbewegingen van watervogels in de winter van 2008/2009 en winter 2012. De resultaten zijn gerapporteerd in Smits *et al.* (2009), Heunks *et al.* (2010).

Voor de beschrijving van de verspreiding en voorkomen van watervogels in het plangebied en directe omgeving zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Maandelijks tellingen van watervogels op het IJsselmeer vanuit een vliegtuig door de Waterdienst (box 1.1). Hierbij worden maandelijks alle kusten van het IJsselmeergebied afgevlogen en alle aanwezige watervogels geteld. Vogels op het open water worden tot maximaal enkele kilometers uit de kust steekproefsgewijs geteld in zgn. lussen (o.a. Van Eerden *et al.* 2005, box 1.1). Voor voorliggende rapportage zijn telgegevens voor de telseizoenen 2007/2008 t/m 2011/2012 verkregen. Voor het noordelijke deel van het IJsselmeer (ten noorden van de lijn Stavoren-Medemblik) zijn de gegevens op het laagste detail niveau beschikbaar. Voor het gehele IJsselmeer zijn voor desbetreffende seizoenen alleen totaal aantallen beschikbaar.
- Telgegevens van Bureau Waardenburg verzameld vanuit het vliegtuig tijdens onderzoek in de winter van 2008/2009 en 2011/2012 en de nazomer van 2010.

Informatie over vogelaantallen en patronen tijdens de jaarlijkse seizoenstrek is gebaseerd op de resultaten van het veldonderzoek op de Afsluitdijk (Van der Winden *et al.* 1999), diverse rapporten en het boek Vogeltrek over Nederland (Lensink *et al.* 2002).

Tenslotte zijn waarnemingen op internet geraadpleegd (www.waarneming.nl en www.trektellen.nl, september 2013). Aangezien deze gegevens doorgaans niet systematisch verzameld zijn dienen ze uitsluitend als aanvulling, ter verificatie, op eerder genoemde bronnen.

Box 1.1: Tellingen van vogels vanuit het vliegtuig

Monitoring Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat voert sinds 1979 een telprogramma uit waarbij de vogels van het IJsselmeer maandelijks geteld worden vanuit een vliegtuig. Het RWS telprogramma is vooral gericht op een totaaltelling van langs de kust rustende en foeragerende watervogels. In de oeverzone van het IJsselmeer zijn in totaal 74 teltrajecten begrensd. Binnen ieder traject worden maandelijks alle aanwezige watervogels geteld. De vogels die buiten de oeverzone op het open water verblijven worden steekproefsgewijs geteld. Hiervoor zijn over het IJsselmeer in totaal 12 lussen gedefinieerd (zie kaart in bijlage 1). Iedere lus wordt door Rijkswaterstaat als representatief beschouwd voor desbetreffend deel van het IJsselmeer. Op basis van de vastgestelde dichtheden in de lussen kan het totaal aantal vogels in het desbetreffende deelgebied berekend worden.

Aanvullende tellingen Bureau Waardenburg

In de opzet van deze vogelmonitoring van Rijkswaterstaat schuilt een kennisleemte ten aanzien van het aantal en de verspreiding van vogels op het open water. Om deze kennisleemte voor de m.e.r. van windpark Fryslân in te vullen heeft WPF bv aanvullende tellingen laten uitvoeren door Bureau Waardenburg. Anders dan de RWS monitoring heeft Bureau Waardenburg gekozen voor een onderzoeksopzet waarbij met een vliegtuig door middel van transecten het gehele IJsselmeer en Markermeer wordt gedekt en meerdere keren wordt uitgevoerd in de maanden dat de typische soorten van het open water aanwezig zijn. De informatie over de verspreiding van watervogels op het open water van het IJsselmeer is een belangrijke aanvulling op de dataset van RWS.

Het 'survey design' is zodanig gekozen dat het mogelijk is om in een later stadium verantwoorde analyses uit te voeren om dichtheden en verspreidingspatronen van de vogels met voldoende betrouwbaarheid vast te stellen (zie kaart in bijlage 2). Van belang hiervoor is dat ten eerste een voldoende dicht netwerk aan transecten wordt gevlogen en ten tweede dat deze transecten dwars op de dominerende gradiënten van verspreidingspatronen liggen. In het geval van het IJsselmeer en Markermeer betekent dit dwars op de kust en dwars op de ligging van de geulpatronen.

Op basis van een statistische analyse zijn de totale populaties van watervogels op het open water berekend (zie bijlage 3).

2.2 Vissen

Voor de actuele verspreiding en trends van vissen in het IJsselmeer is gebruik gemaakt van de rapportages van IMARES. Zij hebben verschillende langjarige monitoringprogramma's waarmee populatieschattingen en trends van vis worden berekend. De gegevens zijn onvoldoende om de betekenis van het noordelijk IJsselmeer voor de spiering in te schatten, de sleutelsoort voor watervogels. Gegevens uit de volgende monitoring programma's zijn gebruikt:

- Vismonitoring IJsselmeer en Markermeer in 2010. Dit betreft monitoring met de grote kuil en de electro stramienkor op het open water. Sinds 2007 is in dit programma ook de bemonstering van oeverzones opgenomen, dit wordt met het electro visapparaat en de zegen uitgevoerd (Van Overzee *et al.* 2011).
- Diadrome vissen in het IJsselmeer en Markermeer en de Waddenzee in 2010. Dit betreft een specifiek op zeldzame vis gerichte fuikmonitoring. Met name de zeldzamere trekkende vissoorten zijn focus van het onderzoek (Kuijs *et al.* 2012).

Tenslotte is ook gebruik gemaakt het rapport "Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling" (Noordhuis 2010). Hierin zijn gegevens over vis integraal gerapporteerd.

2.3 Driehoeks- en andere zoetwatermosselen

De verspreiding en dichtheden van driehoeksmosselen en andere zoetwatermosselen in het IJsselmeer zijn in 2012 gebiedsdekkend gekarteerd. Het onderzoek is onderdeel van langjarige monitoring van Rijkswaterstaat. De voorlaatste gebiedsdekkende kartering vond plaats in 2007, zodat ook uitspraken over de ontwikkeling van zoetwatermosselbestanden gedaan kunnen worden. De resultaten van de kartering zijn gerapporteerd in Bij de Vaate (2012). Betreffend rapport is gebruikt in het voorliggende onderzoek.

2.4 Waterplanten

Voor het in beeld brengen van de verspreiding en bedekkingen van waterplanten is gebruik gemaakt van de database van Rijkswaterstaat. Als onderdeel van het MWTL-programma wordt de verspreiding van waterplanten reeds vele jaren gemonitord. Op basis van gegevens behorend bij relevante bemonsteringslocaties is gekeken naar het voorkomen van waterplanten in en rondom het plangebied. Tevens is gebruik gemaakt van het rapport "Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling" (Noordhuis 2010). Hierin zijn gegevens over waterplanten integraal gerapporteerd.

3 Plangebied en omgeving

3.1 Plangebied

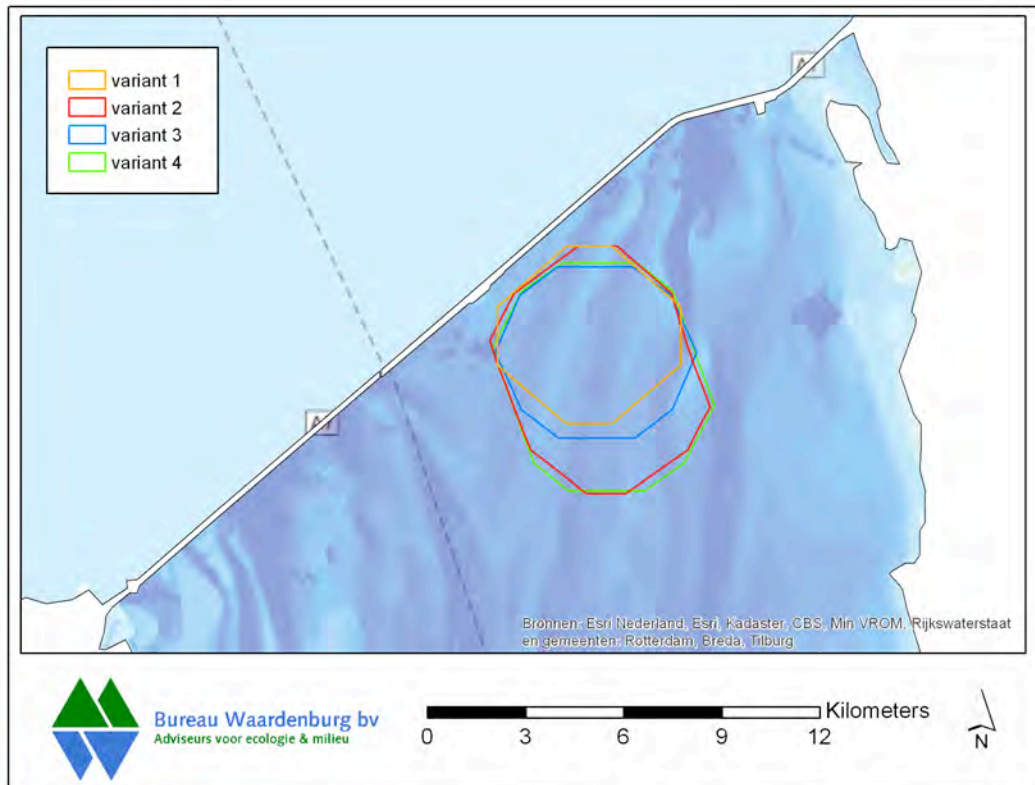
Het plangebied van het windpark is gelegen in het IJsselmeer, ten zuiden van het Friese deel van de Afsluitdijk in de gemeente Súdwest Fryslân nabij Breezanddijk (figuur 3.1). Voor de m.e.r. zijn vier verschillende varianten van het beoogde windpark gedefinieerd. De varianten variëren in omvang (2.265-3.553 ha), aantal turbines (47-100) en type turbines (4-6 Megawatt).

Nabij het plangebied bevindt zich het Kornwerderzand, bestaande uit ondermeer een spuicomplex en de Lorentzsluizen (spui- en schutsluizen). Over de Afsluitdijk loopt de rijksweg A7. Ook zijn enkele woningen bij het Kornwerderzand aanwezig. Halverwege de Afsluitdijk, nabij het plangebied, bevindt zich de Breezanddijk. Dit is een voormalige werkhaven en parkeerplaats waar eveneens een kleine camping is gesitueerd. Vanaf Breezanddijk worden sinds de vorige eeuw door Defensie af en toe schietoefeningen gehouden. Hierbij wordt munitie vanaf Breezanddijk in zuid en zuidwestelijke richting afgeschoten.

Ten oosten van het plangebied loopt een voor de beroepsvaart gemarkeerde vaargeul vanaf het sluizencomplex naar het zuiden. Het gehele IJsselmeer is vaargebied en er zijn geen verplichte routes. Ten zuiden van de Afsluitdijk bevindt zich nabij de dijk een opengesteld gebied voor de beroepsvisserij met behulp van fuiken.

Het plangebied en de omgeving heeft voor het grootste deel een waterdiepte van 3 tot 4,5 meter met lokaal enkele ondiepten tot 2 meter. Op locaties met kleiputten en voormalige getijdengeulen kan de diepte oplopen tot 6 à 7 meter. Het sediment bestaat grotendeels uit zand en plaatselijk uit leem.

De afstand van de windturbines tot de Afsluitdijk bedraagt minimaal 600 meter. Aan de noordzijde van de Afsluitdijk bevindt zich de Waddenzee en ten oosten van het plangebied bevindt zich op een afstand van minimaal 3 kilometer het vaste land van Fryslân. Hier bevinden zich diverse dorpen, zoals Cornwerd, Makkum en Gaast. Bij Makkum bevinden zich recreatieve voorzieningen, zoals jachthavens en vakantie-bungalows.

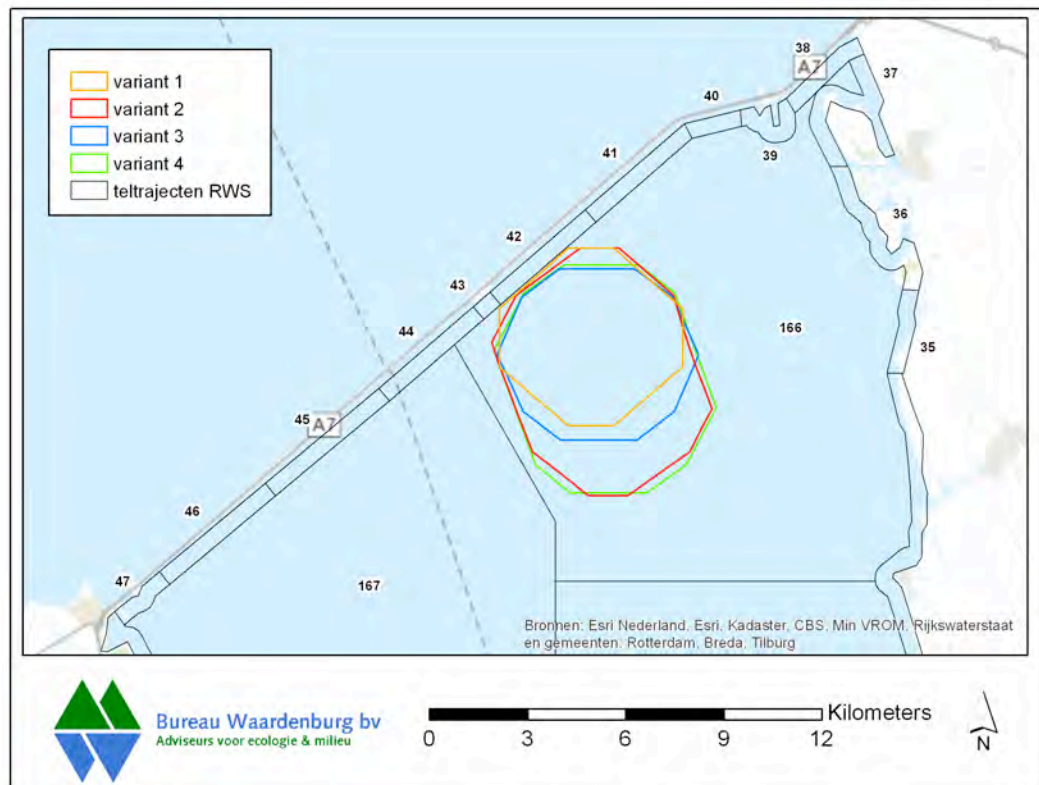


Figuur 3.1 Ligging van het plangebied van windpark Fryslân in het water van het IJsselmeer. Weergegeven zijn de buitenste contouren van de vier varianten die voor de m.e.r. onderzocht worden.

3.2 Onderzoeksgebied

Het noordoostelijke deel van het IJsselmeer wordt voor voorliggende rapportage als onderzoeksgebied beschouwd (figuur 3.2). Het onderzoeksgebied wordt gevormd door het plangebied van de windturbines en een ruime zone hier omheen. Daarnaast is ook Breezanddijk deel van het onderzoeksgebied. Ten einde een representatieve weergave van de huidige natuurwaarden in het plangebied te verkrijgen is een ruime zone rondom het plangebied van de windturbines aangehouden. De ruime zone vormt de mogelijke beïnvloedingszone van het windpark op natuurwaarden. De Afsluitdijk (excl. Breezanddijk) maakt geen onderdeel uit van het onderzoeksgebied.

Het onderzoeksgebied vormt de focus van het onderzoek naar natuurwaarden. Indien relevant wordt ook aandacht besteed aan natuurwaarden buiten het onderzoeksgebied.



Figuur 3.2 Het plangebied voor windpark Fryslân (inclusief 4 varianten) en het onderzoeksgebied voor het beschrijven van de huidige natuurwaarden. Weergegeven zijn de telvakken die Rijkswaterstaat gebruikt tijdens de monitoring van watervogels. De focus van de beschrijving van huidige natuurwaarden ligt in telvakken 35 t/m 44 en 166.

3.3 Beschermde gebieden

3.3.1 Natura 2000-gebied IJsselmeer

Het plangebied ligt geheel binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer.

(Afkomstig uit: 'Besluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, LNV 2009):

Het IJsselmeer in zijn huidige vorm is ontstaan door afsluiting van de voormalige Zuiderzee door de aanleg van de Afsluitdijk (1932), de aanleg van de IJsselmeerpolders (1968) en tenslotte van de Houtribdijk (1976). Na de aanleg van de Afsluitdijk is het water binnen enkele maanden verzoet, en sindsdien ontbreekt een brakke overgangszone naar de zee. De faunagemeenschappen verdwenen binnen enkele jaren en werden vervangen door een zoetwater gemeenschap met twee in de voedselketen cruciale sleutelsoorten: de driehoeksmossel en de spiering.

Het grootste deel van het water wordt aangevoerd door de IJssel. Het mondingsgebied is meer dynamisch met geulen tot zeven meter diep en grotendeels zandig sediment. Het doorzicht wordt voor een groot deel bepaald door algen en is in het algemeen relatief hoog. Het waterpeil is gefixeerd, maar door het grote oppervlak

van het meer kan de wind echter een aanzienlijke scheefstand (ordegrootte van een meter) veroorzaken die tevens resulteert in een zekere peildynamiek.

Het gebied heeft een weids en open karakter en de kusten vormen op veel plaatsen een afwisselende overgang naar het binnenland. Ten zuiden van Mirns ligt een klifkust. Verder is er langs de Friese IJsselmeerkust (voormalig intergetijdengebied) sprake van substantiële ondieptes met waterplanten en buitendijkse slikken en platen. De buitendijkse kweldergebieden hebben zilte en brakke milieus. In de natte terreindelen treedt moerasvorming op in de vorm van biezenstroken. Op de overgang van water en land en op de laagliggende delen van de oude platen komt rietland voor. Bij verdere successie verruigt het rietland en vindt opslag van wilg plaats. Vooral op de hogere delen ontwikkelen zich struwelen en bos. De graslanden zijn soortenrijk, vooral op kalkrijk vochtig substraat.

Het IJsselmeer is aangewezen voor diverse soorten habitattypen, soorten van Bijlage II Habitatrichtlijn, broedvogels en niet-broedvogels. In tabel 3.1 tot en met 3.4 zijn de instandhoudingsdoelen weergegeven.

Tabel 3.1 Habitattypen waarvoor IJsselmeer is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: besluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, LNV 2009; wijzigingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, ELI 2012).

Naam	doel omvang	doel kwaliteit
H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	behoud	behoud
H6430 Ruigten en zomen – subtype A en B	behoud	behoud
H7140 Overgangs- en trilvenen -subtype A	behoud	behoud

Tabel 3.2 Soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn waarvoor IJsselmeer is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: besluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, LNV 2009; wijzigingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, ELI 2012).

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie
Rivierdonderpad	behoud	behoud	behoud
Noordse woelmuis	uitbreiding	behoud	uitbreiding
Groenknolorchis	behoud	behoud	behoud

Tabel 3.3 Soorten broedvogels waarvoor IJsselmeer is aangewezen, instandhoudingsdoelen en trend (Bron: besluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, LNV 2009; wijzigingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, ELI 2012; sovon.nl 2015). Legenda trend: ++ significante sterke toename van >5% per jaar; + significante matige toename van < 5% per jaar; 0 stabiel, geen significante trend; - matige significante afname van < 5% per jaar; -- sterke significante afname van >5% per jaar; ? onzeker, geen betrouwbare trendindicatie mogelijk.

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor ten minste)	trend sinds 2004
Aalscholver	behoud	behoud	8.000 paar ¹	++
Roerdomp	uitbreiding	en/of verbetering	7 paar / territoria	0
Lepelaar	behoud	behoud	25 paar	+
Bruine kiekendief	behoud	behoud	25 paar	0
Porseleinhoen	uitbreiding	en/of verbetering	18 paar	?
Bontbekplevier	uitbreiding	en/of verbetering	13 paar	?
Kemphaan	uitbreiding	en/of verbetering	20 paar	--
Visdief	behoud	behoud	3.300 paar	+
Snor	behoud	behoud	40 paar	?
Rietzanger	behoud	behoud	990 paar	0

Tabel 3.4 Soorten niet-broedvogels waarvoor IJsselmeer is aangewezen, instandhoudingsdoelen en trend (Bron: besluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, LNV 2009; wijzigingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer, ELI 2012; datum raadplegen website 12 september 2013; sovon.nl 2015). Onder de kolom functie is vermeld op welke functie het instandhoudingsdoel gebaseerd is (f = foerageergebied, s = slaappleaats, f/s = beide). Legenda trend: ++ significante sterke toename van >5% per jaar; + significante matige toename van < 5% per jaar; 0 stabiel, geen significante trend; - matige significante afname van < 5% per jaar; -- sterke significante afname van >5% per jaar; ? onzeker, geen betrouwbare trendindicatie mogelijk.

¹ De aalscholver heeft een regionale doelstelling die betrekking heeft op de Natura 2000-gebieden IJsselmeer, Markermeer & IJmeer, Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen.

Naam	functie	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor; seizoensgemiddelde, tenzij anders vermeld)	trend sinds 2003/2004
Fuut	f	uitbreiding	en/of verbetering	2.200 ex.	-
Aalscholver	f	behoud	behoud	8.100 ex.	+
Lepelaar	f	behoud	behoud	30 ex.	+
Kleine zwaan	f/s	behoud	behoud	20 ex. f, 1.600 ex. s (seizoensmaximum)	++
Toendrarietgans	s	behoud	behoud	-	?
Kleine rietgans	f	behoud	behoud	30 ex.	--
Kolgans	f/s	behoud	behoud	4.400 ex. f, 19.900 ex. s (seizoensmaximum)	?
Grauwe gans	f	behoud	behoud	580 ex.	++
Brandgans	f/s	behoud	behoud	1.500 ex. f; 26.200 ex. s (seizoensmaximum)	+
Bergeend	f	behoud	behoud	210 ex.	-
Smient	s	behoud	behoud	10.300 ex.	?
Krakeend	f	behoud	behoud	200 ex.	++
Wintertaling	f	behoud	behoud	280 ex.	?
Wilde eend	f	behoud	behoud	3.800 ex.	-
Pijlstaart	f	behoud	behoud	60 ex.	?
Slobeend	f	behoud	behoud	60 ex.	?
Tafeleend	f	behoud	behoud	310 ex.	+
Kuifeend	f	behoud	behoud	11.300 ex.	?
Topper	f	behoud	behoud	15.800 ex.	?
Brilduiker	f	behoud	behoud	310 ex.	?
Nonnetje	f	uitbreiding	en/of verbetering	180 ex.	?
Grote zaagbek	f	uitbreiding	en/of verbetering	1.850 ex.	?
Meerkoet	f	behoud	behoud	3.600 ex.	0
Kluut	f	behoud	behoud	20 ex.	++
Goudplevier	f	behoud	behoud	9.700 ex. (seizoensmaximum)	+
Kemphaan	f/s	behoud	behoud	2.100 ex. f (seizoensmaximum); 17.300 ex. s (seizoensmaximum)	--
Grutto	f/s	behoud	behoud	290 ex. f, 2.200 ex. s (seizoensmaximum)	?
Wulp	f/s	behoud	behoud	310 ex. f, 3.500 ex. s (seizoensmaximum)	?
Dwergmeeuw	f	uitbreiding	en/of verbetering	85 ex.	?

Reuzenster	f/s	behoud	behoud	40 ex. (seizoensmaximum)	?
Zwarte stern	f/s	uitbreiding	en/of verbetering	73.200 (seizoensmaximum)	?

De habitats en soorten met instandhoudingsdoelen zoals weergegeven in de tabellen 3.1 tot en met 3.4 zijn in een aantal gevallen sterk afhankelijk van specifieke voedselbronnen in het IJsselmeer. De voedselbronnen zijn niet direct beschermd in het kader van de Natuurbeschermingswet en kennen derhalve geen instandhoudingsdoelen. Uitzondering hierop vormt het habitatype H3150 (meren met krabbescheer en fonteinkruiden). Belangrijke voedselbronnen in het IJsselmeer zijn verschillende soorten waterplanten en waterplantengemeenschappen, zoetwatermosselen (driehoeks- en quaggamossel) en vis. In hoofdstuk 5 is het voorkomen en de verspreiding van waterplanten, zoetwatermosselen en vis in het IJsselmeer en het plangebied beschreven. In tabel 3.5 is een samenvatting gegeven van de verschillende voedselgroepen en soorten welke van belang zijn voor (vogel)soorten met instandhoudingsdoelen. Tevens zijn wettelijk beschermde vissoorten opgenomen die voorkomen in het IJsselmeer.

Tabel 3.5 Voedselgroepen en soorten relevant voor instandhoudingsdoelen in het IJsselmeer. Bron: Noordhuis (2010).

Voedselgroep/soort	relevantie	wettelijke status
<i>Waterplanten</i>		
- fonteinkruiden	kleine zwaan, tafeleend, meerkoet,	
- kranswieren	kleine zwaan, tafeleend, meerkoet,	
- drijvende waterplanten	krakeend, wintertaling, wilde eend, pijlstaart, slobbeend,	
<i>Zoetwatermosselen</i>		
- driehoeks- en quaggamossel	tafeleend, kuifeend, topper, brilduiker	
<i>Vis</i>		
- spiering	nonnetje, grote zaagbek, fuut, visdief, zwarte stern, dwergmeeuw,	
- baars	fuut, aalscholver, grote zaagbek,	
- blankvoorn	aalscholver, grote zaagbek,	
- pos	fuut, aalscholver, dwergmeeuw,	
- kleine modderkruiper		ff-wet; tabel 2
- rivierdonderpad		HR-soort; ff-wet: tabel 2
- houting		ff-wet; tabel 3
- rivierprik		HR-soort (Waddenzee); ff-wet: tabel 3
- zeeprik		HR-soort (Waddenzee)
- witvingrondel		ff-wet; tabel 2
- bittervoorn		ff-wet; tabel 3
- fint		HR-soort (Waddenzee)
- aal		ff-wet, tabel 2

3.3.2 Natura 2000-gebied Waddenzee

Het onderzoeksgebied grenst aan het Natura 2000-gebied Waddenzee.

(Afkomstig uit: 'Besluit Natura 2000-gebied Waddenzee', LNV 2008a):

De Nederlandse Waddenzee is onderdeel van het internationale waddengebied dat zich uitstrekt van Den Helder tot Esbjerg (Denemarken). Het is een natuurlijk en dynamisch zoutwatergetijdengebied dat bestaat uit een complex van diepe geulen en ondiep water met zand- en slibbanken, waarvan grote delen bij eb droog vallen. Deze banken worden doorsneden door een fijn vertakt stelsel van geulen.

Langs het vasteland en op de eilanden liggen verspreid kweldergebieden, die door grote verschillen in vocht- en zoutgehalte bijdragen aan een zeer diverse flora en vegetatie. De kwelders langs de vastelandskust zijn tot stand gekomen door menselijk

ingrijpen in de kwelderbodem. Op de overgang van de hoge, groene kwelders en de lager gelegen, nattere landaanwinningskwelders ligt een natuurlijke afslagrand, de zogenaamde kwelderklif. De kwelders op de waddeneilanden hebben een natuurlijke geomorfologie, met geleidelijke hoogtegradiënten, meanderende kwelderkreken en afwisseling in de mate van natuurlijke drainage. De bodem is over het algemeen zandig, mede door de invloed van stuivend zand uit de nabijgelegen duingebieden. De geleidelijke overgangen van het wad richting duin leveren een grote biodiversiteit op. Enkele voorbeelden hiervan zijn de Boschplaat op Terschelling, Nieuwlandsreid (Zoute Weide) op Ameland en de Oosterkwelder op Schiermonnikoog.

Er is een nagenoeg ongestoorde hydrodynamiek en geomorfologie aanwezig, waarin natuurlijke processen zorgen voor instandhouding en ontwikkeling van karakteristieke ecotopen en habitats en de grenzen van land en water voortdurend wijzigen. Dit is ook duidelijk zichtbaar aan diverse 'wandellende' eilanden zoals Rottummerplaat. Tussen Harlingen en Terschelling ligt het door een dijklichaam beschermde eiland Griend dat belangrijke vogelkolonies herbergt. Het landschap kenmerkt zich door zijn vrijwel ongerepte en weidse en open karakter. De identiteit van het Waddengebied wordt mede bepaald door de natuurlijke samenhang tussen Waddenzee, waddeneilanden, Noordzeekustzone en de vastelandkust en de karakteristieke overgangen tussen land en zee, zoet en zout en droog en nat.

De Waddenzee is aangewezen voor diverse soorten habitattypen, soorten van Bijlage II Habitatrichtlijn, broedvogels en niet-broedvogels. In tabel 3.6 tot en met 3.9 zijn de instandhoudingsdoelen weergegeven.

Tabel 3.6 *Habitattypen waarvoor de Waddenzee is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: besluit Natura 2000-gebied Waddenzee, LNV 2008a).*

Naam	doel omvang	doel kwaliteit
H1110 Permanent overstromde zandbanken – subtype A <i>getijdengebied</i>	behoud	verbetering
H1140 Slik- en zandplaten – subtype A <i>getijdengebied</i>	behoud	verbetering
H1310 Zilte pionierbegroeiingen	behoud	behoud
H1320 Slijkgrasvelden	behoud	behoud
H1330 Schorren en zilte graslanden – subtype A <i>buitendijks</i>	behoud	verbetering
H1330 Schorren en zilte graslanden – subtype B <i>binnendijks</i>	behoud	behoud
H2110 Embryonale duinen	behoud	behoud
H2120 Witte duinen	behoud	behoud
H2130 Grije duinen - subtype A <i>kalkrijk</i>	behoud	behoud
H2130 Grije duinen - subtype B <i>kalkarm</i>	behoud	verbetering
H2160 Duindoornstruwelen	behoud	behoud
H2190 Vochtige duinvalleien – subtype B <i>kalkrijk</i>	behoud	behoud

Tabel 3.7 *Soorten van Bijlage II van de Habitatrictlijn waarvoor de Waddenzee is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: besluit Natura 2000-gebied Waddenzee, LNV 2008a).*

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie
Nauwe korfslak	behoud	behoud	behoud
Zeeprik	behoud	behoud	uitbreiding
Rivierprik	behoud	behoud	uitbreiding
Fint	behoud	behoud	uitbreiding
Grijze zeehond	behoud	behoud	behoud
Gewone zeehond	behoud	behoud	uitbreiding

Tabel 3.8 *Soorten broedvogels waarvoor de Waddenzee is aangewezen, instandhoudingsdoelen en trend (Bron: besluit Natura 2000-gebied Waddenzee, LNV 2008a; sovon.nl 2015). Legenda trend: ++ significante sterke toename van >5% per jaar; + significante matige toename van < 5% per jaar; 0 stabiel, geen significante trend; - matige significante afname van*

< 5% per jaar; -- sterke significante afname van >5% per jaar; ? onzeker, geen betrouwbare trendindicatie mogelijk.

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor ten minste)	trend sinds 2004
Lepelaar	behoud	behoud	430 paar	?
Eider	behoud	verbetering	5.000 paar	?
Bruine kiekendief	behoud	behoud	30 paar	0
Blauwe kiekendief	behoud	behoud	3 paar	?
Kluut	behoud	verbetering	3.800 paar	-
Bontbekplevier	behoud	behoud	60 paar	?
Strandplevier	uitbreiding	en/of verbetering	50 paar	-
Kleine mantelmeeuw	behoud	behoud	19.000 paar	0
Grote stern	behoud	behoud	16.000 paar	-
Visdief	behoud	behoud	5.300 paar	--
Noordse stern	behoud	behoud	1.500 paar	?
Dwergstern	uitbreiding	en/of verbetering	200 paar	?
Velduil	behoud	behoud	5 paar	?

Tabel 3.9 Soorten niet-broedvogels waarvoor de Waddenzee is aangewezen, instandhoudingsdoelen en trend (Bron: besluit Natura 2000-gebied Waddenzee, LNV 2008a; sovon.nl 2015). Onder de kolom functie is vermeld op welke functie het IHD gebaseerd is (f=foerageergebied, s=slaapplaats, f/s=beide). Legenda trend: ++ significante sterke toename van >5% per jaar; + significante matige toename van < 5% per jaar; 0 stabiel, geen significante trend; - matige significante afname van < 5% per jaar; -- sterke significante afname van >5% per jaar; ? onzeker, geen betrouwbare trendindicatie mogelijk.

Naam	functie	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor; seizoensgemiddelde, tenzij anders vermeld) in ex.	trend sinds 2003/2004
Fuut	f	behoud	behoud	310	?
Aalscholver	f/s	behoud	behoud	4.200	?
Lepelaar	s	behoud	behoud	520	++
Kleine zwaan	s	behoud	behoud	1.600 (seizoensmaximum)	?
Toendrarietgans	s	behoud	behoud	-	?
Grauwe gans	f/s	behoud	behoud	7.000	+
Brandgans	f/s	behoud	behoud	36.800	?
Rotgans	f/s	behoud	behoud	26.400	0
Bergeend	f/s	behoud	behoud	38.400	+
Smient	f/s	behoud	behoud	33.100	?
Krakeend	f	behoud	behoud	320	+
Wintertaling	f	behoud	behoud	5.000	?
Wilde eend	f	behoud	behoud	25.400	0
Pijlstaart	f	behoud	behoud	5.900	+
Slobeend	f	behoud	behoud	750	?
Topper	f	behoud	verbetering	3.100	?
Eider	f	behoud	verbetering	90000–115000 (midwinteraantal)	0
Brilduiker	f	behoud	behoud	100	-
Middelste zaagbek	f	behoud	behoud	150	?
Grote zaagbek	f	behoud	behoud	70	?
Slechtvalk	f	behoud	behoud	40 (seizoensmaximum)	+
Scholekster	f/s	behoud	verbetering	140.000 – 160.000	-
Kluut	f/s	behoud	behoud	6.700	0
Bontbekplevier	f/s	behoud	behoud	1.800	+
Goudplevier	f/s	behoud	behoud	19.200	0
Zilverplevier	f/s	behoud	behoud	22.300	0
Kievit	f/s	behoud	behoud	10.800	?
Kanoet	f/s	behoud	verbetering	44.400	?
Drieteenstrandloper	f/s	behoud	behoud	3.700	+
Krombekstrandloper	f/s	behoud	behoud	2.000 (seizoensmaximum)	++

Bonte strandloper	f/s	behoud	behoud	206.000	0
Grutto	f/s	behoud	behoud	1.100	?
Rosse grutto	f/s	behoud	behoud	54.400	0
Wulp	f/s	behoud	behoud	96.200	0
Zwarte ruiter	f/s	behoud	behoud	1.200	-
Tureluur	f/s	behoud	behoud	16.500	0
Groenpootruiter	f/s	behoud	behoud	1.900	+
Steenloper	f/s	behoud	verbetering	2.300 – 3.000 ex.	0
Zwarte stern	s	behoud	behoud	23.000 ex.	--
(seizoensmaximum)					

3.3.3 Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel

Het Natura 2000-gebied Texel ligt op meer dan 20 km afstand van het onderzoeksgebied. In tabel 3.10 is een selectie van soorten broedvogels weergegeven waarvoor Texel is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen. In bijlage 4 zijn de overige instandhoudingsdoelen opgenomen. Deze soorten kunnen (in theorie) het onderzoeksgebied vanaf de broedlocaties bereiken om te foerageren.

Tabel 3.10 Selectie van soorten broedvogels waarvoor Texel is aangewezen, instandhoudingsdoelen en trend. Alleen soorten zijn geselecteerd die (in theorie) het onderzoeksgebied kunnen bereiken (Bron: besluit Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel, LNV 2008b; sovon.nl 2015). In bijlage 4 zijn de overige instandhoudingsdoelen opgenomen. Legenda trend: ++ significante sterke toename van >5% per jaar; + significante matige toename van < 5% per jaar; 0 stabiel, geen significante trend; - matige significante afname van < 5% per jaar; -- sterke significante afname van >5% per jaar; ? onzeker, geen betrouwbare trendindicatie mogelijk.

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor ten minste)	trend sinds 2004
Lepelaar	behoud	behoud	120 paar	+
Kleine mantelmeeuw	behoud	behoud	14.000 paar	?

3.3.4 Natura 2000-gebied Duinen Vlieland

Het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland ligt op meer dan 30 km afstand van het onderzoeksgebied. In tabel 3.11 is een selectie van soorten broedvogels weergegeven waarvoor Duinen Vlieland is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen. In bijlage 4 zijn de overige instandhoudingsdoelen opgenomen. Deze soorten kunnen (in theorie) het onderzoeksgebied vanaf de broedlocaties bereiken om te foerageren.

Tabel 3.11 Selectie van soorten broedvogels waarvoor Duinen Vlieland is aangewezen, instandhoudingsdoelen en trend. Alleen soorten zijn geselecteerd die (in theorie) het onderzoeksgebied kunnen bereiken (Bron: besluit Natura 2000-gebied Duinen Vlieland, LNV 2008c; sovon.nl 2015).

In bijlage 4 zijn de overige instandhoudingsdoelen opgenomen. Legenda trend: ++ significante sterke toename van >5% per jaar; + significante matige toename van < 5% per jaar; 0 stabiel, geen significante trend; - matige significante afname van < 5% per jaar; -- sterke significante afname van >5% per jaar; ? onzeker, geen betrouwbare trendindicatie mogelijk.

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor ten minste)	trend sinds 2004
Kleine mantelmeeuw	behoud	behoud	2.500 paar	+

3.3.5 Natura 2000-gebied Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving

Het Natura 2000-gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving' ligt op meer dan 15 km afstand van het onderzoeksgebied. De soorten en habitattypen waar het gebied voor is aangewezen hebben geen relatie met het onderzoeksgebied. Op een dergelijke grote afstand is de kans op effecten op beschermde natuurwaarden op voorhand nihil. In bijlage 4 zijn de instandhoudingsdoelen opgenomen. Indien nodig wordt er in de effectinschatting van het windpark nader aandacht besteed aan het gebied.

3.3.6 Beschermd Natuurmonument Waddenzee II

Het Beschermd Natuurmonument Waddenzee II ligt direct aangrenzend aan het onderzoeksgebied aan de noordzijde van de Afsluitdijk. Het gebied kent de volgende doelen (LNV 2008a):

- het natuurschoon (waaronder het weidse en open karakter, de rust en de beperkte invloed van de menselijke activiteiten);
- de natuurwetenschappelijke betekenis;
- de geomorfologische en hydrografische processen;
- het water;
- de onderwaterbodems van permanent onder water staande gebieden;
- de wadplaten;
- de kwelders met zoutminnende vegetaties;
- de functie van het gebied voor broedvogels;
- de functie van het gebied voor voedselzoekende vogels;
- de functie van het gebied voor overtijende en ruiende vogels (hoogwatervluchtplaatsen en ruigebieden);
- de functie van het gebied voor zeehonden.

Een nadere specificatie van de doelen is opgenomen in het Aanwijzingsbesluit Waddenzee (LNV 2008a). Deze specificatie is te uitvoerig om hier op te nemen.

3.3.7 Beschermd Natuurmonument Friese IJsselmeerkust

Het Beschermd Natuurmonument Friese IJsselmeerkust ligt aangrenzend aan het onderzoeksgebied aan de westzijde van Friese land. Het gebied omvat de volgende doelen (LNV 2009):

- het natuurschoon;
- de natuurwetenschappelijke betekenis;
- de door verscheidenheid van milieuomstandigheden ontstane levensgemeenschappen incl. plantengemeenschappen;
- de functie van het gebied voor broedvogels;
- de functie van het gebied voor voedselzoekende vogels;
- de functie van het gebied voor rustende en ruiende vogels;
- de geomorfologisch zeer waardevolle klifkusten;
- de aan de vorming ten grondslag liggende hydrologische en sedimentaire processen en de geomorfologische en bodemkundige structuur.

Een nadere specificatie van de doelen is opgenomen in het aanwijzingsbesluit Friese IJsselmeerkust (LNV 2009). Deze specificatie is te uitvoeren om hierop te nemen.

3.3.8 Overige Beschermden Natuurmonumenten

De Beschermden Natuurmonumenten 'Waddenzee I' en 'Stoekherne' liggen op respectievelijk meer dan 12 en 6 km afstand van het onderzoeksgebied. Voor wat betreft de vogelsoorten met een actieradius die tot in het plangebied van Windpark Fryslân reikt zijn de doelen van deze beschermden Natuurmonumenten overgenomen in het aanwijzingsbesluit van de Waddenzee als Natura 2000. Hiermee komen de doelen voor deze soorten in betreffende Beschermden natuurmonument te vervallen. Overige soorten (met een kleinere actieradius) hebben geen binding met het plangebied. Daarom zijn de doelen niet in dit hoofdstuk opgenomen.

3.4 Autonome ontwikkeling natuur IJsselmeer

Processen in het IJsselmeer

Belangrijke sleutelfactoren voor de beschermden natuurwaarden in het IJsselmeer zijn de kwaliteit en omvang van voedsel en rust (draagkracht). Dit betreft voornamelijk waterplanten, mosselen, vis en broedgelegenheid voor vogels. Processen als de ontwikkeling van water- en bodemkwaliteit, peildynamiek en klimaatverandering zijn hierin sturend (Noordhuis *et al.* 2010; van Rijn *et al.* 2010).

In het IJsselmeer is in recente jaren de voedselrijkdom van het water verminderd. Het is moeilijk te voorspellen hoe in de toekomst de waterkwaliteit zich verder zal ontwikkelen en wat de ecologische consequenties daarvan zullen zijn. De toekomstige ontwikkeling van de waterkwaliteit is met name afhankelijk van de kwaliteit van het aangevoerde rivierwater uit de IJssel (Noordhuis *et al.* 2010).

De dichtheid en verspreiding van waterplanten langs de Friese kust fluctueert jaarlijks sterk. De omstandigheden voor waterplanten zijn hier in recente jaren verbeterd. De toekomstige ontwikkeling is mede afhankelijk van de waterkwaliteit uit de IJssel, maar het toenemende slibprobleem is van (negatieve) invloed op de waterplanten (van Rijn *et al.* 2010).

De populatie van enkele vissoorten, waaronder voor vogels een belangrijke soort als spiering, vertoont in recente jaren een negatieve trend. Het is de vraag in hoeverre de slechte spieringstand wordt veroorzaakt door klimaateffecten (opwarming), door beroepsvisserij (ANT studies, Noordhuis *et al.* in prep) en / of door de waterkwaliteit, alsmede ook door vertroebeling die door verslibbing en activiteiten door mensen zoals zandwinning en baggeren worden veroorzaakt en hoe de negatieve trend kan worden gekeerd. Het is daarom onduidelijk hoe de visstand zich in de toekomst zal ontwikkelen (Noordhuis *et al.* 2010).

De hoeveelheid mossels (waaronder driehoeksmossels) vertoont in recente jaren een negatieve trend in het IJsselmeer. Als oorzaak voor de negatieve trend wordt een combinatie van oligotrofiëring (minder voedselrijk water) en klimaatverandering genoemd. Nader onderzoek (ANT studies, Noordhuis *et al.* in prep) moet hierover meer duidelijkheid verschaffen. Het is vooralsnog onduidelijk hoe de mosselstand zich in de toekomst zal ontwikkelen (Noordhuis *et al.* 2010).

Mede door de geringe peildynamiek is de broedgelegenheid voor vogels van kale en schaars begroeide gronden als eilanden en zandplaten afhankelijk van menselijk ingrijpen. Zolang het (maai)beheer van de broedgebieden gewaarborgd is, blijft er voldoende broedgelegenheid voor deze vogels. Ook de broedomstandigheden van moerasvogels zijn afhankelijk van het (riet)maai-beheer. Ook inrichtingsmaatregelen als verlaging van maaiveld/vernating kunnen nodig zijn omdat op basis van de huidige peildynamiek op den duur verdroging kan optreden (van Rijn *et al.* 2010).

Voor watervogels spelen ook andere factoren in het IJsselmeer een rol. Sinds de jaren '80 zijn de winters gemiddeld zachter geworden. Dit gaat hoofdzakelijk samen met een geleidelijke toename van het aantal vogels door herverdeling en groei van internationale populaties. Voor sommige soorten resulteren klimaatveranderingen in veranderingen in het onderlinge belang van overwinteringsgebieden (verschuiving naar het noorden), die op zijn beurt invloed hebben op de aantallen in Nederland (zoals grote zaagbek en nonnetje). Voor broedvogels kan gelden dat klimaatveranderingen in het buitenland een negatief effect hebben op het broedsucces, wat van invloed kan zijn op de aantallen vogels die op het IJsselmeer overwintert. Voor een gering aantal soorten zijn op dit moment aanwijzingen dat klimaatverandering tot aantalsafname van die soorten binnen Nederland en het IJsselmeergebied leidt (terugtrekking in het noorden en minder migratiegedrag). Voor de meeste soorten lijkt het netto effect van de zachtere winters echter voorlopig tot een aantalstoename te leiden (Noordhuis *et al.* 2010).

Voor een aantal soorten is sprake van een negatieve trend. Er is onderzoek gedaan naar deze soorten wat heeft geresulteerd in een advies over de haalbaarheid en betaalbaarheid van de Natura 2000 doelen en van een robuust, toekomstbestendig

ecologisch systeem in het IJsselmeergebied (ANT-studie Noordhuis *et al.* 2014.). Analyse van internationale en nationale aspecten van vogeltrends geeft aan dat een deel van de neergaande trends in het aantal vogels in het IJsselmeergebied mede verbonden is met klimaat gestuurde verschuivingen van overwinteringsgebieden en veranderingen in de omvang van de internationale populaties. Een ander deel van de neergaande trends (met name enkele mosselelers) is verbonden met een verbeterde draagkracht in andere gebieden (Randmeren). Verschillen in timing en omvang van veranderingen in aantallen geven echter aan dat de oorzaken van neergaande trends in de eerste plaats moeten worden gezocht in lokale processen. Oorzaken liggen in de primaire productie en de kwaliteit van fytoplankton, afname van (beschikbare) spiering.

In het advies worden voorstellen gedaan voor realistische doelen voor de in het ANT onderzoek beschouwde vogelsoorten. Deze voorstellen zijn gebaseerd op schattingen van de draagkracht die door maatregelen kan worden bereikt.

Ruimtelijke ontwikkelingen en beheermaatregelen in het IJsselmeer

Aan de westrand van de Noordoostpolder wordt op dit moment het Windpark Noordoostpolder gerealiseerd. Het windpark bestaat uit 86 windturbines en is in 2015 gereed. Het windpark heeft voor enkele soorten vogels negatieve effecten op vogels door verstoring, barrièrewerking en sterfte. Door de mitigerende maatregelen (scheepvaartveiligheidsvoorziening met natuurontwikkeling bij Rotterdamse Hoek) zullen netto geen negatieve effecten optreden. Het totale effect van de windparken (inclusief mitigatie) zal tenminste neutraal zijn en voor sommige soorten mogelijk licht positief (Pondera 2010).

In het Natura 2000-beheerplan (concept 2013) zijn beheer- en inrichtingsmaatregelen opgenomen om bepaalde instandhoudingsdoelen te behalen. De maatregelen hebben vooral betrekking op het terreinbeheer van de oevergebieden (zoals Friese IJsselmeerkust). Het gaat om herstel en beheer van rietmoerassen en beheer van kale gronden (o.a. De Kreupel). Op eiland de Kreupel wordt sinds 2004 jaarlijks in de winter wilgenopslag verwijderd en vuil geruimd door vrijwilligers. De maatregelen zijn bedoeld voor broedvogels. In het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW) worden daarnaast maatregelen genomen gericht op het verbeteren van de mogelijkheden van vissoorten/populaties om uit te wisselen tussen het IJsselmeer en Markermeer, IJsselmeer en Waddenzee en IJsselmeer en regionale wateren. Dit betreft de aanleg van vispassages (zo mogelijk een vismigratierivier) en het instellen van een visvriendelijk sluisbeheer (Beheerplan voor Rijkswateren BRRW²). De maatregelen worden voorzien langs de Afsluitdijk, Houtribdijk en andere locaties. Hier profiteren visetende watervogels van omdat populaties in omvang kunnen toenemen. Eventueel kunnen locaties van foerageergebieden verplaatsen omdat bepaalde gebieden aantrekkelijker worden.

² http://www.rijkswaterstaat.nl/water/plannen_en_projecten/bprw/documenten/index.aspx

4 Vogels in het onderzoeksgebied

In dit hoofdstuk is het voorkomen en gebiedsgebruik van alle relevante soorten vogels in het onderzoeksgebied beschreven. Dit betreft vogelsoorten die zijn aangewezen voor de omliggende Natura 2000-gebieden, vogelsoorten van de Rode Lijst en andere vogelsoorten die in belangrijke aantallen voorkomen. De vogels zijn als volgt ingedeeld.

- *Broedvogels*: vogels die op dat moment in de directe omgeving van het plangebied broeden en hier in de broedtijd foerageren of rusten.
- *Niet-broedvogels*: vogels die op dat moment niet deelnemen aan het broedproces maar wel in het plangebied rusten of foerageren.
- *Seizoenstrek*: vogels die onderweg zijn tussen broedgebied en overwinteringsgebied en het gebied alleen twee keer per jaar vliegend passeren.

Van de broedvogels is per Natura 2000-gebied het voorkomen en gebiedsgebruik beschreven. Aansluitend is het voorkomen van broedvogels van de Rode Lijst beschreven en de broedvogels met een (krachtens de Flora- en faunawet) jaarrond beschermde nestplaats. In de paragraaf "*niet-broedvogels*" is het voorkomen en gebiedsgebruik van alle niet-broedende vogels in het onderzoeksgebied opgenomen. Voor alle relevante soorten is in bijlage 8 een verspreidingskaart opgenomen. Tenslotte zijn onder *seizoenstrek* het voorkomen, de aantallen en de ruimtelijke patronen van vogels die tijdens de seizoenstrek het onderzoeksgebied passeren beschreven.

4.1 Broedvogels

4.1.1 IJsselmeer

Het IJsselmeer is aangewezen voor tien soorten broedvogels. Vrijwel al deze soorten broeden op eilanden en langs de oevers van het IJsselmeer. Veel soorten broedvogels gebruiken het open water van het IJsselmeer ook als foerageergebied. Recente populatiegroottes wijken soms af van de doelen die voor het IJsselmeer gesteld zijn (tabel 4.1).

Aalscholver

De aalscholver broedt in kolonies in moerasbos en op de grond. De aalscholver heeft in het IJsselmeer broedkolonies in de Ven (Enkhuizen), de Kreupel en langs de Houtribdijk (nabij de Trintelhaven). De Ven vormt met enkele duizenden broedparen de grootste kolonie. Sinds 2005 is een belangrijk deel verhuisd naar de Kreupel, vanaf 2008 is er ook een kolonie gevestigd in De Vooroever (Andijk) (Van Rijn *et al.* 2010). In het gehele IJsselmeer broeden gemiddeld bijna 5.000 paar (tabel 4.1). Bovendien broeden er aalscholvers in de omgeving die in het IJsselmeer foerageren (o.a. Oostvaardersplassen).

De broedvogels van de kolonies in het IJsselmeer en aangrenzende gebieden, foerageren in de wijde omgeving. Het IJsselmeer speelt hier gezien de ligging en voedselsituatie de belangrijkste rol in, ook worden de binnenwateren van Noord-Holland en het Markermeer benut (Van Rijn *et al.* 2010). Het onderzoeksgebied wordt gebruikt door foeragerende aalscholvers. De aantallen in het onderzoeksgebied lopen in het broedseizoen gemiddeld op tot meer dan 1.000 exemplaren (zie § 4.2.1). Tijdens het broedseizoen maken de aalscholvers dagelijks foerageervluchten van de kolonies naar de foerageergebieden. Een deel van deze vluchten kruist het plangebied.

De aalscholver consumeert in het IJsselmeer in belangrijke mate vis. Daarnaast worden ook andere soorten vis zoals spiering geconsumeerd. In recente jaren treden er steeds vaker problemen op in de voedselvoorziening voor aalscholvers in het IJsselmeer. Vertroebeling, algenbloei, verslechterde visstand en een verminderde bereikbaarheid van vis worden als mogelijke oorzaken gezien. Dit kan in sommige jaren grote gevolgen hebben voor de broedende aalscholvers. Zo verlieten in 2007 het overgrote deel van de broedende aalscholvers in het IJsselmeer de nesten omdat er onvoldoende vis bemachtigd kon worden (Noordhuis 2010).

Roerdomp

De roerdomp broedt in natte rietmoerassen. De roerdomp komt binnen het IJsselmeer vooral voor in de buitendijkse gebieden van de Friese IJsselmeerkust (Makkumerwaarden, Kooiwaard). Ook komt de roerdomp bij Onderdijk voor (Van Rijn *et al.* 2010). In het gehele IJsselmeer broeden gemiddeld 5 paar (tabel 4.1).

De roerdomp foerageert met name in moerassen en ruigten, doorgaans op maximaal enkele kilometers van het nest (Van der Hut 2001). Het onderzoeksgebied vormt geen geschikt foerageergebied en ligt daarnaast te ver van het broedgebied.

Lepelaar

De lepelaar broedt in natte rietmoerassen en op eilanden met ruigte. In het IJsselmeer broedt de lepelaar bij Onderdijk met gemiddeld 74 paar en incidenteel op de Kreupel. De aantallen nemen in recente jaren toe. Net buiten het IJsselmeer is sinds enkele jaren een kolonie bij Den Oever aanwezig (Van Rijn *et al.* 2010).

Lepelaars foerageren en rusten in ondiep water en slikkige terreinen van onder andere de Vooroever bij Onderdijk, de Kreupel en de Friese IJsselmeerkust (Van Rijn *et al.* 2010, eigen observaties J. van der Winden). De foerageerafstand die de lepelaars vanaf de broedkolonie kunnen afleggen bedraagt maximaal 40 km (Schutte & den Boer 1999). De aantallen langs de Afsluitdijk lopen direct na het broedseizoen (juli) gemiddeld op tot ruim 150 exemplaren (zie § 4.2.1). Het merendeel van deze vogels foerageert aan de westzijde nabij Den Oever aan de Waddenzeezijde en kleinere aantallen langs de Friese IJsselmeerkust. Mogelijk zijn deze afkomstig uit genoemde kolonies.

Bruine kiekendief

De bruine kiekendief broedt met name in ruigten en rietmoerassen. In het IJsselmeer broedt de bruine kiekendief in de buitendijkse gebieden van de Friese IJsselmeerkust maar ook lokaal langs de kust van Noord-Holland. De bruine kiekendief broedt niet op of langs de Afsluitdijk (Van Rijn *et al.* 2010). Er zijn van recente jaren geen totale aantallen van het IJsselmeer bekend.

De bruine kiekendief foerageert in moerassen, ruigten, graslanden en akkers; doorgaans op maximaal 5 kilometers van het nest (Brenninkmeijer *et al.* 2006). Het onderzoeksgebied vormt geen geschikt foerageergebied en ligt daarnaast op te grote afstand van het broedgebied.

Porseleinhoen

Het porseleinhoen broedt in de buitendijkse gebieden langs de Friese IJsselmeerkust in natte moerasvegetaties en ondergelopen graslanden (Van Rijn *et al.* 2010), en recent ook op de Kreupel (eigen observatie J. van der Winden). Er zijn van recente jaren geen totale aantallen van het IJsselmeer bekend.

Het gebiedsgebruik van het porseleinhoen beperkt zich in het broedseizoen tot het broedgebied en de directe omgeving (Van der Vliet *et al.* 2011). Van het open water in het onderzoeksgebied wordt geen gebruik gemaakt.

Bontbekplevier

De bontbekplevier broedt op rustig gelegen, zandige, liefst schelpenrijke, of stenige oeverzones. De belangrijkste gebieden in het IJsselmeer zijn de Kreupel, Onderdijk, de Ven en de Friese IJsselmeerkust. Ook aan de IJsselmeerszijde van de Afsluitdijk (ten westen van Kornwerderzand en ten westen van Breezanddijk) broeden enkele paren bontbekplevier (Van Rijn *et al.* 2010). In het gehele IJsselmeer broeden gemiddeld 12 paar (NEM 2013).

De bontbekplevier foerageert op maximaal 3 km van het nest (Van der Hut *et al.* 2007). Alleen de randen van de Afsluitdijk vormen geschikt foerageergebied; het open water in het onderzoeksgebied is ongeschikt voor deze soort.

Kemphaan

De kemphaan broedt in de natte graslanden langs de Friese IJsselmeerkust. In 2005 en 2006 waren nog enkele broedparen aanwezig, in de jaren hierna is de kemphaan verdwenen (Van Rijn *et al.* 2010).

Het gebiedsgebruik van de kemphaan beperkt zich in het broedseizoen tot het broedgebied en de directe omgeving (Van der Vliet *et al.* 2011). Van het onderzoeksgebied wordt geen gebruik gemaakt.

Visdief

De visdief broedt in het IJsselmeer op (zand)platen, eilandjes en buitendijkse graslanden. De kolonies in het IJsselmeer liggen op de Kreupel, langs de Friese IJsselmeerkust en in de Ven, en in de directe omgeving op industrieterreinen en daken. Het totaal aantal broedpaar bedraagt gemiddeld bijna 5.500 (tabel 4.1). De Kreupel vormt met duizenden broedparen de grootste kolonie in het IJsselmeer. De aantallen op Kreupel zijn de laatste jaren sterk in beweging; in 2009 broedden 4.000 paar, in 2010 7.000 paar (Van der Winden *et al.* 2011). De uitwisseling tussen de verschillende kolonies is echter sterk; het totale aantal visdieven in IJsselmeer, Eemmeer en Gooimeer, Markermeer en Waddenzee blijft min of meer constant, maar de verdeling over de vier betreffende Natura 2000-gebieden varieert (Van Rijn *et al.* 2010).

De visdief foerageert in het IJsselmeer voornamelijk op spiering, en in mindere mate op baars, voorns, pos en snoekbaars. Het lage broedsucces in recente jaren van de kolonie op De Kreupel is waarschijnlijk het gevolg van de beperkte beschikbaarheid van (voldoende grote) spiering (Van der Winden *et al.* 2011).

De visdief foerageert in augustus boven het gehele IJsselmeer (figuur 4.57). Het gros (90% of meer) van de broedende visdieven foerageert tot 12 km afstand van grote kolonies (>1.000 broedparen) of tot op een afstand van 8, respectievelijk 10 km van kleine kolonies (<100 broedparen), respectievelijk middelgrote kolonies (100-1.000 broedparen) (Van der Hut *et al.* 2007). De niet broedende visdieven foerageren boven het gehele IJsselmeer. In augustus zijn er zowel substantiële aantallen broedvogels als niet-broedvogels aanwezig. Het zwaartepunt van de verspreiding ligt in de omgeving De Kreupel. Ook het plangebied wordt als foerageergebied benut. Het oostelijk deel van het onderzoeksgebied ligt binnen het bereik van visdieven van de kolonies langs het noordelijk deel van de Friese IJsselmeerkust. In het noordoostelijke deel van het IJsselmeer foerageren in de nazomer overdag naar schatting 1.500 visdieven (§ 4.2.1).

Snor

De snor broedt in natte rietmoerassen. In het IJsselmeer broeden de meeste snorren langs de Friese IJsselmeerkust, voor het overgrote deel in de Makkumerwaarden. In Onderdijk en de Ven broeden slechts enkele paren (Van Rijn *et al.* 2010). Er zijn van recente jaren geen totale aantallen van het IJsselmeer bekend.

Het gebiedsgebruik van de snor beperkt zich in het broedseizoen tot het broedgebied en de directe omgeving. Van het open water in het onderzoeksgebied wordt geen gebruik gemaakt.

Rietzanger

De rietzanger is een broedvogel van rietmoerassen en –oevers. De vogel broedt langs de Friese IJsselmeerkust (Makkumerwaarden, Kooiwaard en Mirnserklif) en Noord-

Holland (Vooroever bij Onderdijk, de Ven) (Van Rijn *et al.* 2010). Er zijn van recente jaren geen totale aantallen van het IJsselmeer bekend.

Het gebiedsgebruik van de rietzanger beperkt zich in het broedseizoen tot het broedgebied en de directe omgeving. Van het open water in het onderzoeksgebied wordt geen gebruik gemaakt.

Tabel 4.1 Soorten broedvogels waarvoor IJsselmeer is aangewezen, het actuele populatieniveau (2007 t/m 2011), instandhoudingsdoel en voorkomen in onderzoeksgebied. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, RWS, CBS).

Soort	2007	2008	2009	2010	2011	gemiddeld	IHD	voorkomen
Aalscholver	4.029	3.816	4.893	7.074	4.727	4.908	regiodoel	x
Roerdomp	4	5	6	-	-	5	7	
Lepelaar	58	85	74	84	67	74	25	x
Bruine kiekendief	-	-	-	-	-	-	25	
Porseleinhoen	-	-	-	-	-	-	18	
Bontbekplevier	15	-	8	-	-	12	13	
Kemphaan	0	0	-	-	-	0	20	
Visdief	5.344	5.408	3.792	7.642	5.245	5.486	3.300	x
Snor	-	-	-	-	-	-	40	
Rietzanger	-	-	-	-	-	-	990	

4.1.2 Waddenzee

Bontbekplevier

De voornaamste broedgebieden van de bontbekplevier in de Waddenzee liggen op de Waddeneilanden en langs de Friese IJsselmeerkust. Er broeden gemiddeld 52 paar (tabel 4.2). Langs de Waddenzijde van de Afsluitdijk (ter hoogte van Kornwerderzand) komt één broedpaar voor (Rijkswaterstaat Waterdienst 2011). De bontbekplevier foerageert op maximaal 3 km van de broedlocatie (Van der Hut *et al.* 2007). De randen van de Afsluitdijk vormen geschikt foerageergebied, het open water in het onderzoeksgebied is ongeschikt voor deze soort.

Strandplevier

De strandplevier broedt bij voorkeur op rustige zandstranden, in primaire duinen en op schelpenstranden. Er broeden gemiddeld 15 paar in de Waddenzee (tabel 4.2). De voornaamste broedgebieden van de strandplevier in de Waddenzee liggen op de Waddeneilanden. Langs de Waddenzijde van de Afsluitdijk komen enkele broedparen voor ter hoogte van Breezanddijk en ten westen hier van (Rijkswaterstaat Waterdienst 2011). De strandplevier foerageert op maximaal 3 km van de broedlocatie (Van der Hut *et al.* 2007). Het plangebied vormt geen geschikt foerageergebied.

Kluut

De kluut broedt in open landschappen met schaars begroeide of vrijwel kale terreinen in de directe omgeving van slikkige gebieden aan het water. De broedgebieden liggen

op de Waddeneilanden en langs de kust van het vasteland. Langs de Afsluitdijk broeden geen kluten (Rijkswaterstaat Waterdienst 2011). Er broeden gemiddeld 1.312 paar in de Waddenzee (tabel 4.2).

De foerageer afstand die de kluut vanaf de broedlocatie kunnen afleggen bedraagt maximaal 5 km (Van der Hut *et al.* 2007). Het plangebied vormt geen geschikt foerageergebied en ligt daarnaast op te grote afstand van het broedgebied.

Blauwe kiekendief, bruine kiekendief

In de Waddenzee komen slechts enkele paren blauwe kiekendief tot broeden, met als enige regelmatige broedplaats de Boschplaat op Terschelling (Rijkswaterstaat Waterdienst 2011). De bruine kiekendief is met gemiddeld 42 paar talrijker (tabel 4.2). De blauwe kiekendief broedt met name in duinvalleien en rietmoerassen; de bruine kiekendieven in rietmoerassen en ruigten (Rijkswaterstaat Waterdienst 2011). Beide soorten broeden niet langs de Afsluitdijk.

Zowel de bruine als de blauwe kiekendief foerageren tot maximaal 5 km van de broedlocatie (Brenninkmeijer *et al.* 2006). Beide soorten broeden niet in de nabijheid van het onderzoeksgebied.

Dwergstern, noordse stern, visdief

De voornaamste broedgebieden van de dwergstern en noordse stern liggen op de Waddeneilanden. De visdief en noordse stern broeden ook op Griend (Waddenzee) en langs de kust van het vasteland. De soorten broeden in kolonies in rustige, schaars begroeide en dynamische milieus (Rijkswaterstaat Waterdienst 2011). De visdief broedt met ruim 3.100 paar in de Waddenzee, de dwergstern en noordse stern met resp. ruim 200 en 1.000 paar.

Deze sterns foerageren allen op kleine vissoorten als zandspiering en jonge haring binnen een straal van maximaal 10 km van het broedgebied. De kustzone van de Afsluitdijk valt buiten het bereik van deze sterns.

Grote stern

De grote stern broedt in kolonies op de Waddeneilanden en op Griend. De soort broedt in schaars begroeide gebieden, vaak samen met kokmeeuwen. Er broeden gemiddeld ruim 11.000 paar in de Waddenzee (tabel 4.2).

De grote stern foerageert op maximaal 30 kilometer van de broedkolonie (Van der Hut *et al.* 2008). De grote stern foerageert in zowel de Waddenzee als in de Noordzee (Rijkswaterstaat Waterdienst 2011). De kustzone voor de Afsluitdijk ligt binnen het bereik van de grote sterns van de kolonie op Griend welke op circa 23 kilometer afstand ligt. Er maken slechts kleine aantallen grote sterns gebruik van de kustzone. De grote sterns maken slechts incidenteel gebruik van het (zoete) IJsselmeer als rust en foerageergebied (waarneming.nl, NEM 2012).

Kleine mantelmeeuw

In het Natura 2000-gebied Waddenzee broedt de kleine mantelmeeuw in enkele kolonies op de eilanden (Terschelling, Ameland, Schiermonnikoog, Rottumeroog en Rottumerplaat) en het vasteland (Balgzand). Er broeden gemiddeld bijna 25.000 paar in de Waddenzee (tabel 4.2).

Het foerageergebied van de kleine mantelmeeuw strekt zich uit van de kustzone van de Noordzee tot het IJsselmeer en het vaste land van Friesland en Noord-Holland. De soort foerageert tot op zeer grote afstand van de kolonie, doorgaans binnen een straal van 135 km van de kolonie, maar afstanden tot 200 km zijn ook bekend (Rijks-waterstaat Waterdienst 2011).

De kleine mantelmeeuwen van de kolonies van Texel en Vlieland maken weinig gebruik van het onderzoeksgebied (zie § 4.1.3). Ook vogels van de andere kolonies zullen niet of nauwelijks gebruik maken van het onderzoeksgebied, omdat deze verder weg liggen dan Texel en Vlieland.

Lepelaar

De lepelaar broedt in kolonies in vernatte en verruigde eilandkwelders, in struiken in duinvalleien. Op alle eilanden in de Waddenzee zijn kolonies aanwezig, met uitzondering van Griend en enkele zandplaten. Ook op Balgzand is een kolonie aanwezig, evenals bij de haven van Den Oever. Op het vasteland van Friesland en Groningen zijn geen kolonies aanwezig. Er broeden gemiddeld 746 paar in de Waddenzee (tabel 4.2).

De foerageerafstand die de lepelaars vanaf de broedkolonie kunnen afleggen bedraagt maximaal 40 km (Schutte & den Boer 1999). Het onderzoeksgebied (open water) vormt geen geschikt foerageergebied voor de lepelaar. Wel ligt het gebied binnen het bereik van de kolonie van Texel. Net buiten het onderzoeksgebied langs de Afsluitdijk (ter hoogte van Breezanddijk) foerageren lepelaars (Van Rijn *et al.* 2010); mogelijk zijn deze afkomstig uit genoemde kolonies.

Eider

De eider broedt op de Waddeneilanden en langs de vaste kust in kwelders en duinen grenzend aan zee. Langs de Afsluitdijk wordt niet gebroed. Er broeden gemiddeld 2.434 paar in de Waddenzee (tabel 4.2).

De eider foerageert met kleine jongen in de nabijheid van de broedlocatie. Het onderzoeksgebied en het aangrenzende deel van de Waddenzee liggen tijdens het broedseizoen buiten het bereik van de eider.

Velduil

De velduil is een grondbroeders van ruige terreinen met open plekken zoals duinvalleien, rietmoerassen en hoogvenen. De velduil broedt her en der in het waddengebied op de eilanden en langs het vasteland. Er broeden gemiddeld 11 paar in de Waddenzee (tabel 4.2).

De velduil foerageert in de omgeving van de broedlocatie. De Afsluitdijk biedt weinig geschikt foerageergebied en ligt buiten het bereik van broedende velduilen.

Tabel 4.2 Soorten broedvogels waarvoor de Waddenzee is aangewezen als Natura 2000-gebied. Per soort is de gemiddelde populatieomvang (aantal broedparen) berekend op basis van de populatieomvang in de periode 2007 t/m 2011 (Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, RWS, CBS). Voor iedere soort is tevens het instandhoudingsdoel (IHD) opgenomen. In de laatste kolom is per soort aangegeven of deze tijdens het broedseizoen een binding heeft met het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (ofwel het onderzoeksgebied).

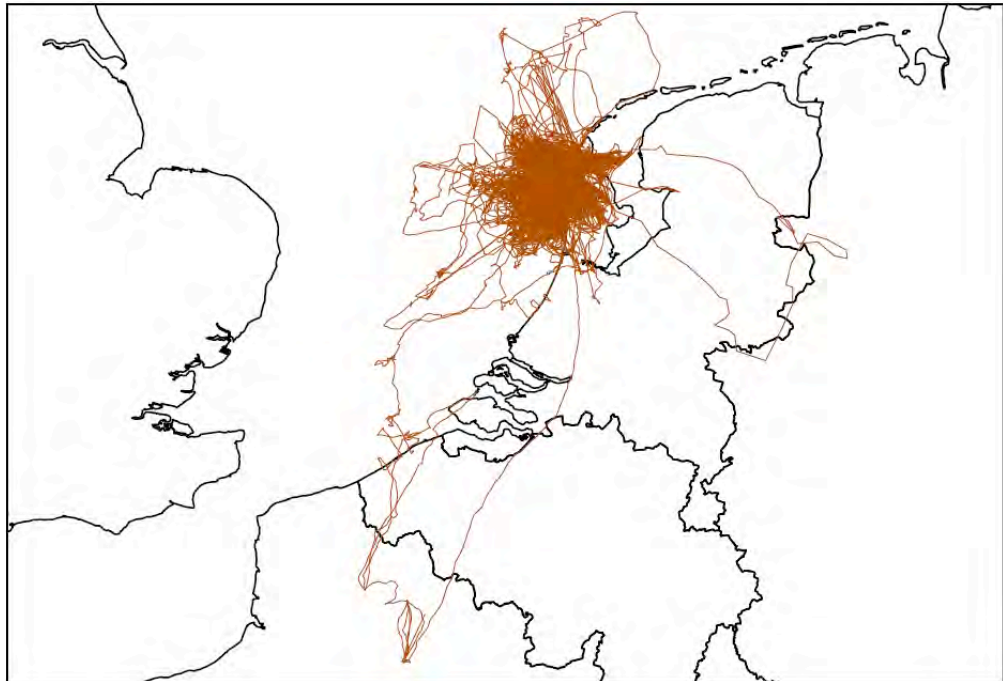
Soort	2007	2008	2009	2010	2011	gemiddeld	IHD	binding met IJsselmeer
Lepelaar	781	775	811	786	576	746	430	x
Eider	3.150	-	1.601	2.550	-	2.434	5.000	
Bruine kiekendief	42	39	36	43	48	42	30	
Blauwe kiekendief	1	1	1	0	0	1	3	
Kluut	1.569	1.380	1.490	1.070	1.050	1.312	3.800	
Bontbekplevier	65	42	51	48	-	52	60	x
Strandplevier	15	16	20	-	9	15	50	x
Kleine mantelmeeuw	24.739	-	-	-	-	24.739	19.000	x
Grote stern	11.608	12.270	11.246	8.814	13.137	11.415	16.000	x
Visdief	3.659	-	2.560	-	-	3.110	5.300	
Noordse stern	1.267	862	889	-	-	1.006	1.500	
Dwergstern	137	241	259	-	-	212	200	
Velduil	9	9	15	9	12	11	5	

4.1.3 Overige Natura 2000-gebieden

Texel

Kleine mantelmeeuw

De kleine mantelmeeuw broedt met ruim 14.000 paar op Texel (tabel 4.3). Vogels van de kolonie op Texel foerageren in de ruime omgeving. De vliegbewegingen van kleine mantelmeeuwen die op Texel broeden zijn in detail in kaart gebracht (Camphuysen 2011). Hieruit blijkt dat in 2010 geen enkele vogel van Texel de Afsluitdijk passeerde. Wel vlogen kleine mantelmeeuwen nabij het onderzoeksgebied aan de Waddenzee-kant van de Afsluitdijk (figuur 4.1). Drie vogels (uitsluitend vrouwtjes) vlogen regelmatig tot de dijk maar niet verder. Waarschijnlijk gebruikten deze vogels de dijk als rustplaats. Hieruit kan geconcludeerd worden dat kleine mantelmeeuwen broedend op Texel geen gebruik kunnen maken van het onderzoeksgebied.



Figuur 4.1 Vliegroutes van alle op Texel gezenderde kleine mantelmeeuwen (n = 14) in 2010 (Camphuysen 2011).

Lepelaar

De lepelaar broedt in kolonies in vernatte en verruigde eilandkwelders, in struiken in duinvalleien. Op Texel is een broedkolonie aanwezig. Er broeden gemiddeld ruim 350 paar in de Waddenzee (tabel 4.3).

De foerageerafstand die de lepelaars vanaf de broedkolonie kunnen afleggen bedraagt maximaal 40 km (Schutte & den Boer 1999). Het onderzoeksgebied ligt binnen het bereik van de kolonie van Texel. Langs de Afsluitdijk (ter hoogte van Breezanddijk) foerageren lepelaars (Van Rijn *et al.* 2010); mogelijk zijn deze afkomstig uit genoemde kolonies.

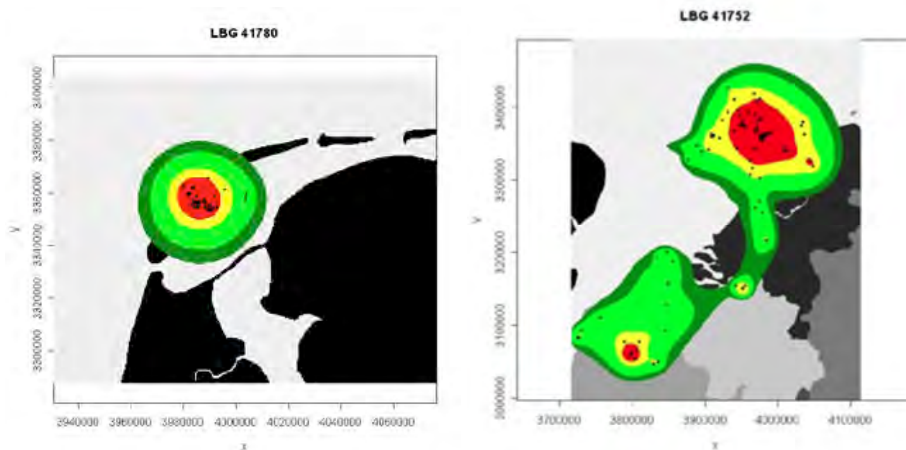
Tabel 4.3 Soorten broedvogels waarvoor Duinen en Lage Land Texel is aangewezen, het actuele populatieniveau (2007 t/m 2011), instandhoudingsdoel, en voorkomen in het onderzoeksgebied. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, RWS, CBS).

Soort	2007	2008	2009	2010	2011	gem- iddeld	IHD	voor- komen
Lepelaar	268	300	332	401	461	352	120	
Kleine mantelmeeuw	13.424	-	-	15.338	-	14.381	14.000	

Vlieland – kleine mantelmeeuw

De kleine mantelmeeuw broedt met ruim 4.500 paar op Vlieland (tabel 4.4). Vogels van de kolonie op Vlieland foerageren in de ruime omgeving. Het gebiedsgebruik is recent onderzocht door middel van satellietzenders. In 2007 werden 14 adulte kleine mantelmeeuwen uitgerust met een satellietzender met een dataopslagfrequentie van

één tot enkele uren. Resultaten van 13 van deze vogels zijn in 2008 uitgewerkt (Ens *et al.* 2008). Het habitatgebruik en de vliegafstanden van kleine mantelmeeuwen verschillen substantieel tussen individuen (figuur 4.2).



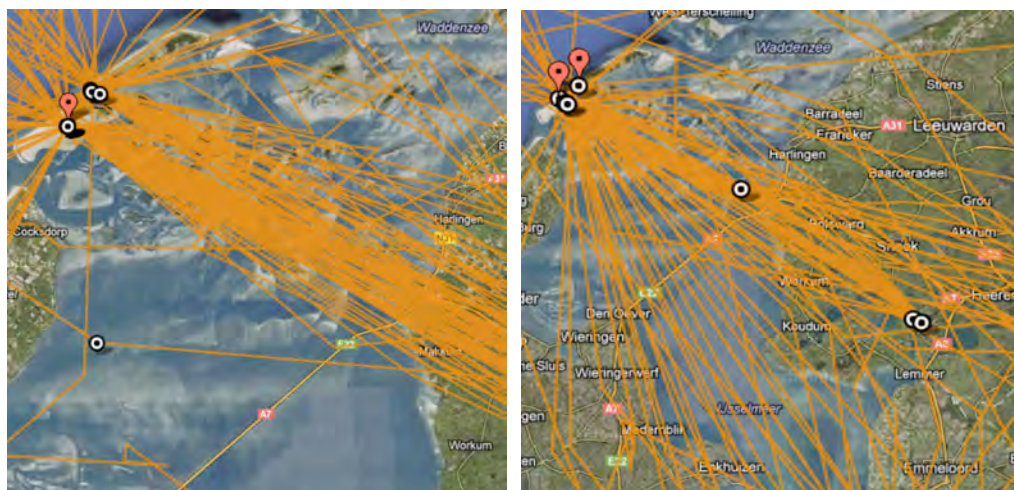
Figuur 4.2 Kleine mantelmeeuwen gezenderd op Vlieland in 2007 met de kleinste (links) en de grootste (rechts) foerageerafstanden. Bron: Ens *et al.* (2008). Kleuren geven de mate van gebruik aan. Donker groen is 95% bereik, groen 90%, geel 70% en rood 50% ('core area'). Afbeeldingen afkomstig uit Ens *et al.* (2008).

De gemiddelde vliegafstand van kleine mantelmeeuwen van de kolonie op Vlieland tot de foerageergebieden bedroeg 65 km (\pm 82 km standaarddeviatie). Gemiddeld vlogen de individuele kleine mantelmeeuwen tot maximaal 180 km (\pm 112 km standaarddeviatie). De Afsluitdijk ter hoogte van het onderzoeksgebied ligt op ongeveer 30 km afstand. Het onderzoeksgebied ligt dus binnen het bereik van de kleine mantelmeeuwen voor dagelijkse foerageervluchten.

Drie van de 13 kleine mantelmeeuwen (23%) foerageerden niet op het vaste land. Twee andere individuen incidenteel (ca. 1-2% van de tijd), en nog een individu minder dan 10% (ca. 8%) van de tijd. De resterende zeven individuen (54%) vlogen geregeld naar het vaste land en hebben daar meer dan 10% van hun tijd doorgebracht. Voor één individu was het vaste land zelfs het belangrijkste foerageergebied (64% van alle tijd). Over alle individuen berekend is gemiddeld 20% van de tijd op het vaste land doorgebracht. Hier waren weilanden het belangrijkste foerageerhabitat en voor één individu een vuilstortplaats.

Om deze binnenlandlocaties te bereiken gebruiken meeuwen vaste routes. Vooral als het om bekende foerageerlocaties gaat, wordt de route meestal in een rechte lijn afgelegd (Gyimesi *et al.* 2011). Kleine mantelmeeuwen die geregeld naar het vaste land van Friesland vliegen kunnen dus mogelijk het plangebied kruisen (figuur 4.3 en 4.4). Drie van deze vogels kozen bijna uitsluitend een route die ten noorden loopt van de planlocatie, en de Afsluitdijk pas ten oosten van Kornwerderzand (en dus de planlocatie) passeerden (figuur 4.3). Slechts één van deze vogels vloog geregeld over de planlocatie. Ook deze vogel bezocht naar schatting 25% van de gevallen mariene locaties. In de resterende tijd vloog deze vogel naar het vaste land om diverse locaties

te bezoeken. De vliegroute naar Friesland lag doorgaans ten noorden van het plangebied. Van alle vliegroutes naar foerageerlocaties in Flevoland en het westelijk deel van Friesland passeerde ca. 10% wel het plangebied (figuur 4.4).



Figuur 4.3/4.4. Vliegroutes van een tweetal gezenderde kleine mantelmeeuwen tussen de broedkolonie op Vlieland en Friesland in de periode 2007 – 2011. Bron: SOVON: (<http://s1.NEM/onderzoek/esa>).

Wanneer we aannemen dat de resultaten van deze vogels representatief zijn voor het habitatgebruik van kleine mantelmeeuwen die op Vlieland broeden dan kan geconcludeerd worden dat naar schatting 7% van de meeuwen bij ca. 10% van hun gebruikte vliegroutes vanuit de kolonie het onderzoeksgebied passeert. Er broeden in 2010 3.819 paren kleine mantelmeeuwen in het Natura 2000-gebied (tabel 4.4). Volgens bovenstaande berekening zouden ca. 535 vogels per jaar het onderzoeksgebied passeren.

Tabel 4.4 Soorten broedvogels waarvoor het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland is aangewezen, het actuele populatieniveau (2007 t/m 2011), instandhoudingsdoel, en voorkomen in het onderzoeksgebied. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, RWS, CBS).

Soort	2007	2008	2009	2010	2011	gem- iddeld	IHD	voor- komen
Kleine mantelmeeuw	4.861	-	-	4.262	4.407	4.510	2.500	x

4.1.4 Broedvogels van de Rode Lijst

De Afsluitdijk biedt voor een beperkt aantal soorten geschikt broedgebied. Behalve algemene soorten zoals scholekster broeden er ook minder algemene vogels van de Rode Lijst. Op de stortstenen aan de buitenzijde van de Afsluitdijk en de strekdammen broeden enkele paren bontbekplevier en strandplevier (NEM 2013). In het Noord-Hollandse deel (ten westen van Breezanddijk) broeden plaatselijk de veldleeuwerik en graspieper op het grastalud (Scharringa *et al.* 2010). Deze kunnen ook in het Friese deel van de Afsluitdijk verwacht worden. Langs de gehele Afsluitdijk broeden patrijs en

kneu (Emond & Reitsma 2006). De Afsluitdijk (met name de bermen van de rijksweg) is foerageergebied voor onder andere kerkuil en ransuil die in de nabijheid broeden.

4.1.5 Broedvogels met jaarrond beschermde nestplaats³

De grazige delen van de Afsluitdijk en Breezandijk vormen geen geschikt broedbiotoop voor vogelsoorten waarvan het nest krachtens de Flora- en faunawet jaarrond beschermd is. In de bebouwing in Kornwerderzand en Breezanddijk broeden ringmus, huismus en huiszwaluw (Emond & Reitsma 2006). Op de camping van Breezandijk is in 2013 een beschermd nest van een ransuil met jongen aangetroffen (Witteveen & Bos 2015),

4.2 Niet-broedvogels

4.2.1 IJsselmeer

In deze paragraaf wordt het voorkomen van niet-broedvogels in het onderzoeksgebied beschreven. In box 4.1 is een overzicht van de fenologie (voorkomen gedurende het jaar van soorten) van watervogels in onderzoeksgebied opgenomen; box 4.2 geeft een overzicht van het aandeel vogels op open water in het noordelijke deel van het IJsselmeer ten opzichte van de oeverzone. In bijlage 5 en 6 zijn overzichten opgenomen van de aantallen watervogels in respectievelijk het IJsselmeer en het onderzoeksgebied.

Ganzen

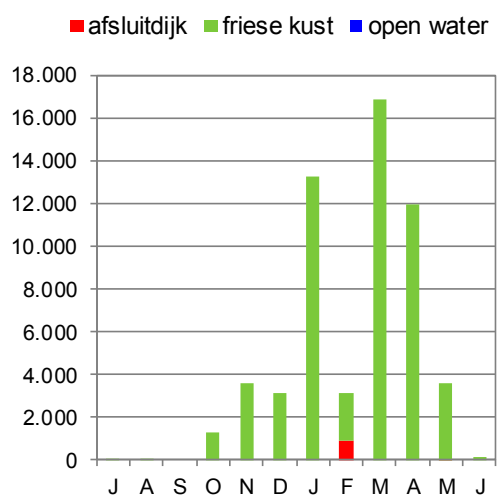
In het IJsselmeer komen grote aantallen ganzen voor. De aantallen van grauwe gans, brandgans en kolgans lopen in het winterhalfjaar op tot tienduizenden exemplaren. In het zomerhalfjaar zijn de aantallen ganzen met uitzondering van grauwe gans veel lager. De ganzen gebruiken het IJsselmeer voornamelijk als slaapplek. De ganzen slapen 's nachts in de kustzone, met name langs de Friese IJsselmeerkust en de kust van Noord-Holland. De belangrijkste foerageergebieden liggen op binnendijs gras- en bouwland in Friesland, Noord-Holland en Flevoland. De aantallen ganzen nemen de laatste decennia toe (NEM 2013; bijlage 5).

Het noordoostelijk deel van het IJsselmeer wordt door ganzen als rustgebied gebruikt. De brandgans is hier de talrijkste ganzensoort; de aantallen in het onderzoeksgebied lopen gemiddeld op tot meer dan 16.000 exemplaren in maart. De kolgans is de wintermaanden het talrijkst; de aantallen lopen in maart gemiddeld op tot ruim 5.000 exemplaren. Het aantal van de grauwe gans is in het onderzoeksgebied vooral in de (na)zomer hoog met een gemiddeld aantal oplopend tot ruim boven de 2.000 ex. in de ruiperiode in juni. De ganzensoorten komen vooral voor langs de Friese

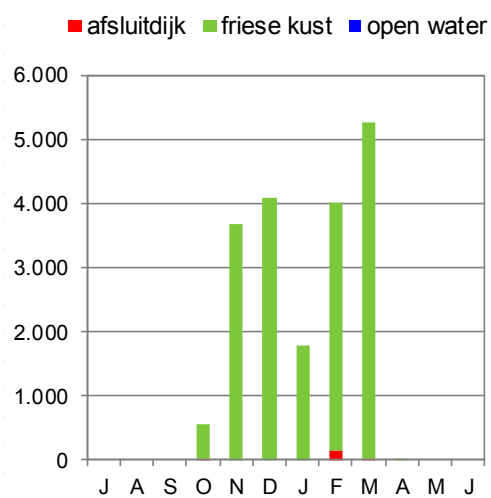
³ Op grond van door het ministerie van LNV verstrekte handreikingen worden nesten van de volgende soorten als jaarrond beschermde nestplaatsen beschouwd: boomvalk, buizerd, gierzwaluw, grote gele kwikstaart, havik, huismus, kerkuil, oehoe, ooievaar, ransuil, roek, slechtvalk, sperwer, steenuil, wespandief, zwarte wouw.

IJsselmeerkust; hier is veel rust en beschutting aanwezig en er is vlakbij binnendijks foerageergebied gelegen. Soms gebruiken enkele honderden ganzen in de wintermaanden de kust voor de Afsluitdijk. De kleine rietgans komt in het onderzoeksgebied met aantallen (gemiddeld) tot enkele honderden exemplaren voor in oktober langs de Friese IJsselmeerkust. De toendrarietgans komt hooguit met enkele exemplaren in de wintermaanden langs de Friese IJsselmeerkust voor.

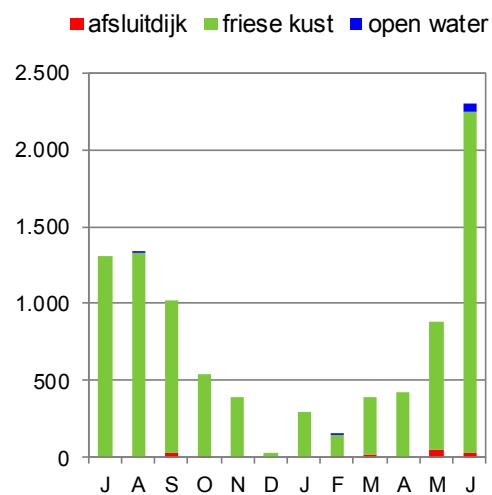
brandgans



kolgans



grauwe gans

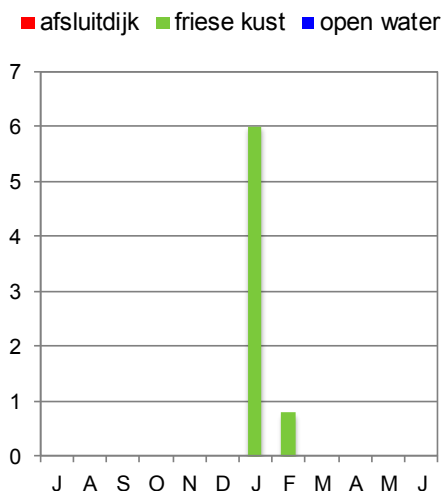


kleine rietgans



Figuur 4.5 t/m 4.8 Seizoensverloop van brandgans, kolgans, grauwe gans en kleine rietgans langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven.

rietgans spec.



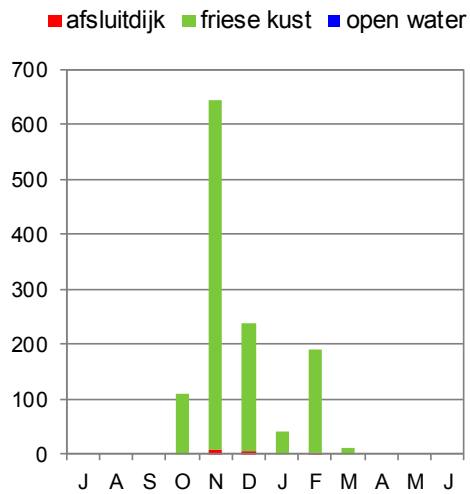
Figuur 4.9 Sezoensverloop van rietgans (spec.) langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven.

Zwanen

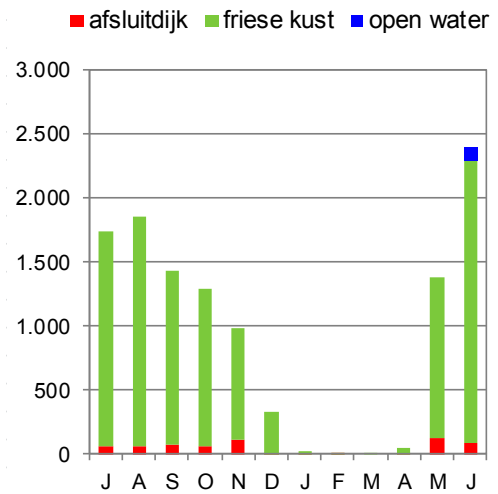
Zwanen komen jaarrond voor met aantallen tot enkele duizenden exemplaren in het IJsselmeer. De zwanen gebruiken het IJsselmeer als foerageergebied en als slaapplek. De kleine zwaan is in het winterhalfjaar aanwezig. De knobbelzwaan is het gehele jaar aanwezig, maar vooral van juli tot en met november en in april. De Friese IJsselmeerkust herbergt het leeuwendeel van de aantallen zwanen. De zwanen slapen en foerageren hier in de waterplantenrijke ondiepe kustzone en foerageren in het najaar en winter in de achterliggende gras- en bouwlanden. De knobbelzwaan komt in juli tot en met september ook langs de Afsluitdijk voor. De meeste knobbelzwanen bevinden zich langs de Friese IJsselmeerkust in de vegetatierijke ondieptes van de Makkumer Noordwaard. In deze maanden vindt de rui plaats en zijn knobbelzwanen niet in staat het gebied te verlaten. In deze periode zijn ze gevoelig voor verstoring. De aantallen nemen de laatste decennia toe (NEM 2013; bijlage 5).

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer komt de kleine zwaan vooral langs de Friese IJsselmeerkust voor. De aantallen in het winterhalfjaar lopen gemiddeld op tot meer dan 600 kleine zwanen in november. In november en december slapen gemiddeld enkele tientallen exemplaren langs de kust van de Afsluitdijk (nabij kust Noord-Holland en/of Friesland). De grootste aantallen van de knobbelzwaan komen langs de Friese IJsselmeerkust voor. In de (na)zomer, wanneer er veel waterplanten aanwezig zijn, lopen de aantallen in dit deel van het onderzoeksgebied gemiddeld op tot bijna 2.000 exemplaren. Langs de Afsluitdijk verblijven gemiddeld slechts enkele tientallen exemplaren.

kleine zwaan



knobbelzwaan

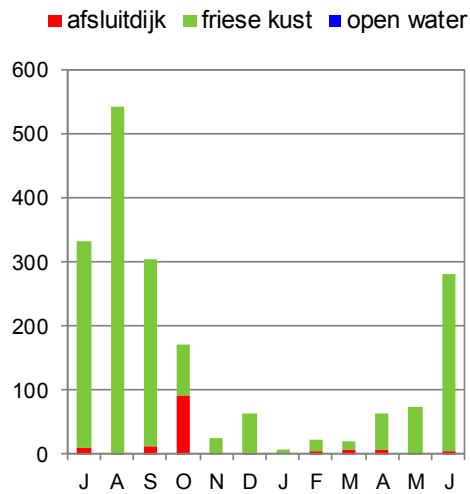


Figuur 4.10 en 4.11 Seizoensverloop van kleine zwaan en knobbelzwaan langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven.

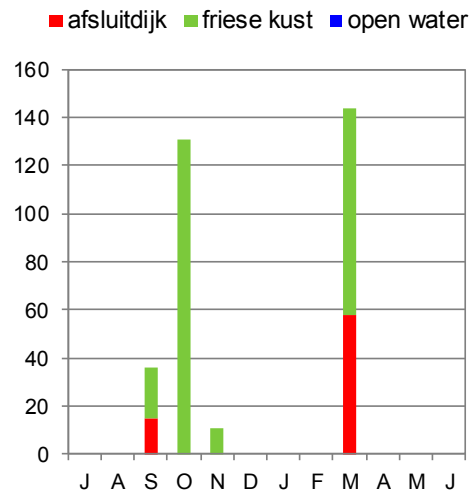
Herbivore eenden

Herbivore eenden komen jaarrond met vele duizenden exemplaren in het IJsselmeer voor. Het IJsselmeer wordt gebruikt als foerageergebied en als slaappleaats. Van herbivore eenden zijn de aantallen het hoogst in augustus tot en met oktober, wanneer veel waterplanten in het IJsselmeer benut kunnen worden. Belangrijke concentraties van herbivore eenden bevinden zich in de ondiepe, waterplantenrijke zones van de Friese IJsselmeerkust en de Vooroever bij Andijk. In het plangebied is geen aanbod van relevante waterplanten voor eenden (zie §5.1). De smient gebruikt het IJsselmeer voornamelijk als slaappleaats en foerageert 's nachts in binnendijkse graslanden. De smient is in de wintermaanden het talrijkst. De aantallen van de smient, meerkoet en krakeend nemen de laatste decennia toe, de aantallen wilde eend nemen echter af. Het aantal wintertalingen en pijlstaarten vertoont grote schommelingen van jaar op jaar (bijlage 5). De pijlstaart komt in het onderzoeksgebied alleen in het najaar (september, oktober) en begin voorjaar (maart) voor. De aantallen van de pijlstaart langs de Friese IJsselmeerkust lopen gemiddeld op tot meer dan 100 exemplaren; langs de Afsluitdijk (rond Kornwerderzand) blijven de aantallen beperkt tot gemiddeld enkele tientallen exemplaren in het vroege voorjaar (maart). De krakeend komt het gehele jaar voor maar is het talrijkst in de (na)zomermaanden en najaar. Binnen het onderzoeksgebied verblijven dan langs de Friese IJsselmeerkust gemiddeld enkele honderden exemplaren. Langs de Afsluitdijk (vooral rond Kornwerderzand) komen in het najaar tot gemiddeld enkele tientallen exemplaren voor.

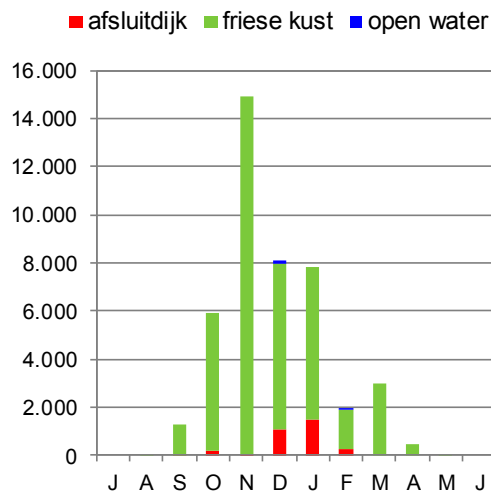
krakeend



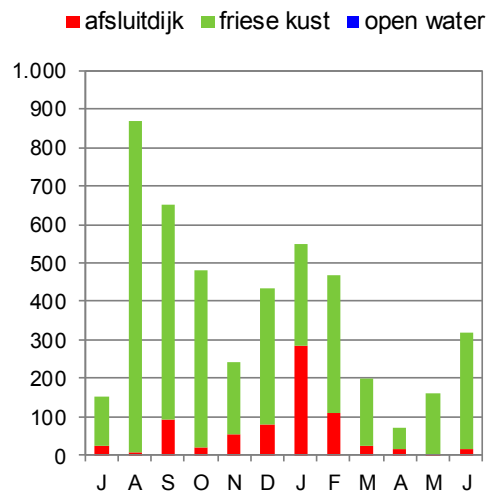
pijlstaart



smient

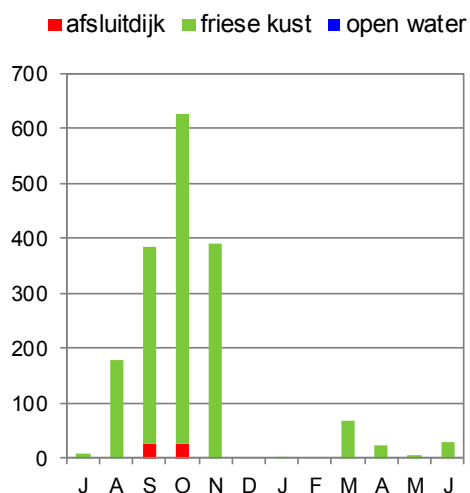


wilde eend



Figuur 4.12 t/m 4.15 Seizoensverloop van krakeend, pijlstaart, smient en wilde eend langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven.

wintertaling

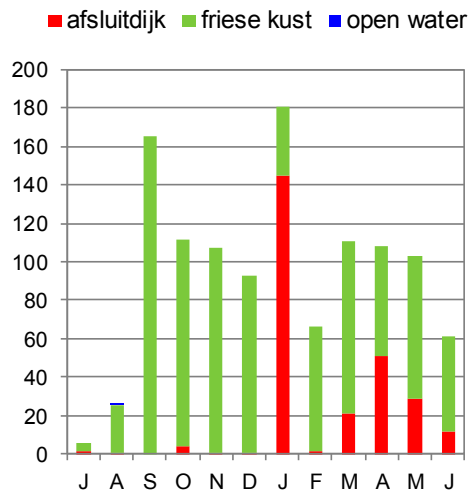


Figuur 4.16 Seizoensverloop van wintertaling langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven.

Bergeend

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer komt de bergeend vooral langs de Friese IJsselmeerkust voor. Het aantal bergeenden in het IJsselmeer is de afgelopen jaren min of meer stabiel (NEM 2013). De bergeend is het gehele jaar aanwezig, met name van september tot en met juni. De aantallen lopen hier dan gemiddeld op tot enkele honderden exemplaren. Langs de Afsluitdijk komen in enkele maanden van het jaar bergeenden voor; in januari zijn de aantallen het hoogst (gemiddeld tot 150 exemplaren).

bergeend



Figuur 4.17 Seizoensverloop van bergeend langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven.

Box 4.1: fenologie watervogels in het onderzoeksgebied

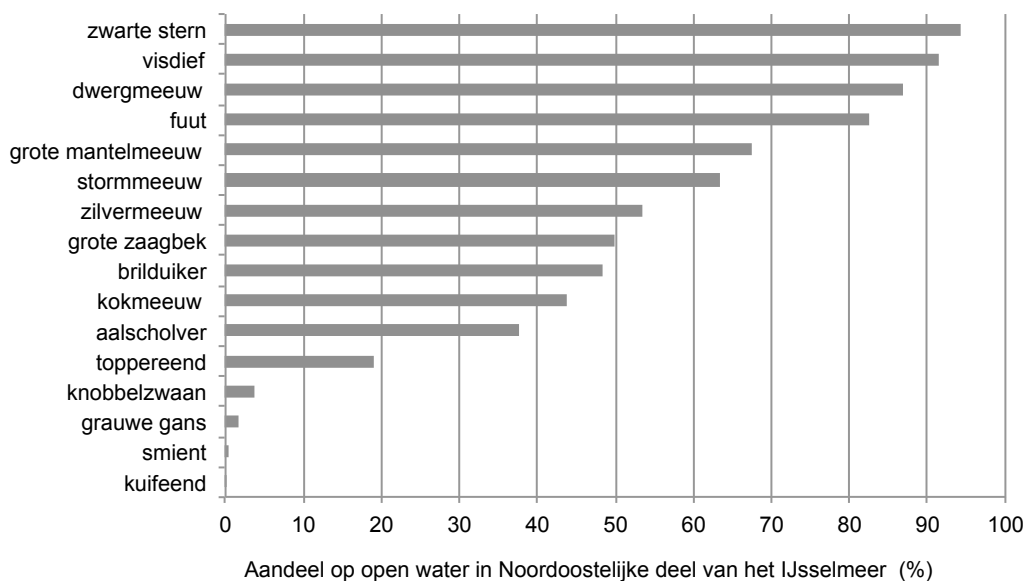
Op basis van de RWS-vogeltellingen is per soort de fenologie (het voorkomen gedurende het jaar) in beeld gebracht (figuur 4.18). Op basis van de telgegevens uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 is voor iedere soort per maand het gemiddeld aantal vogels in het onderzoeksgebied berekend. Dit maandgemiddelde is uitgedrukt als fractie (%) van het maandgemiddelde van de maand met de hoogste aantallen dat voor de betreffende soort is vastgesteld (grijs: 25-50%, lichtblauw: 50-75%, blauw: 75-90% en donkerblauw: >90% van maximum). Het maximum aantal (ofwel het hoogste maandgemiddelde) is tevens opgenomen (Nmax). Als onderzoeksgebied zijn hier drie deelgebieden gezamenlijk in beschouwing genomen: 1) het oevergebied langs de Afsluitdijk (traject 39-44), 2) het oevergebied langs de Friese IJsselmeerkust tussen Stavoren en Kornwerderzand (traject 35-38) en 3) het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (traject 166).

Soort	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	max N
Aalscholver													2.705
Bergeend													181
Blauwe reiger													107
Bonte strandloper													536
Brandgans													16.856
Brilduiker													251
Casarca													0
Dodaars													0
Dwergmeeuw													149
Eidereend													1.780
Fuut													2.823
Goudplevier													2.640
Grauwe gans													2.295
Grote Canadese gans													271
Grote mantelmeeuw													63
Grote zaagbek													2.344
Grote zilverreiger													6
Grutto													922
Indische gans													0
Kemphaan													118
Kievit													1.352
Kleine jager													0
Kleine mantelmeeuw													97
Kleine rietgans													160
Kleine zilverreiger													0
Kleine zwaan													645
Kluut													29
Knobbelzwaan													2.391
Kokmeeuw													2.955
Kolgans													5.258
Krakeend													542
Kuifeend													3.076
Lachstern													0
Lepelaar													197
Meerkoet													12.948
Middelste zaagbek													44
Nijlgans													26
Nonnetje													292
Noordse stern													0
Overloper													0
Pijlstaart													144
Regenwulp													44
Reuzenster													21
Rietgans spec.													6
Rosse grutto													6
Scholekster													508
Slobeend													148
Smient													14.941
Sneeuwgans													0
Soepeend													1
Soegans													23
Stormmeeuw													1.301
Tafeleend													688
Toppereend													37.407
Tureluur													1
Visdief													1.202
Watersnip													1
Wilde eend													869
Wilde zwaan													3
Wintertaling													626
Wulp													2.323
Zilvermeeuw													122
Zwarte stern													132

Figuur 4.18 *Overzicht van de fenologie van verschillende vogelsoorten in het onderzoeksgebied, uitgedrukt per maand als fractie (%) ten opzichte van de maand met hoogste aantallen. In de laatste kolom is het maandgemiddelde van de maand met de hoogste aantallen weergegeven.*

Box 4.2: vogels op open water

Op basis van de RWS-vliegtuigtellingen is per soort berekend welk aandeel overdag op het open water verblijft (figuur 4.19). Hiervoor is voor het noordelijke IJsselmeer het gemiddeld seizoensmaximum in de oevertrajecten (traject 29 t/m 47) vergeleken met het gemiddeld seizoensmaximum in vier open water lustrajecten (165 t/m 168 met bijstellingen door RWS). Hiervoor is een groter gebied gehanteerd dan strikt het onderzoeksgebied omdat dit een representatiever beeld geeft van de ecologie van de verschillende vogelsoorten. Per soort is het aandeel (%) berekend van de vogels die op open water geteld zijn. Het oevertraject betreft de zone tot ca. 500 meter uit de oever. Het deel van het IJsselmeer dat op meer dan 500 meter van de oever ligt wordt als open water beschouwd.



Figuur 4.19 *Aandeel vogels op open water (%) in het noordelijke deel van het IJsselmeer (traject 29 t/m 55; zie bijlage 1). In het overzicht is een aantal soorten buiten beschouwing gelaten. Dit betreft soorten die 1) op het open water van in het onderzoeksgebied schaars zijn (gemiddeld seizoensmaximum in RWS-traject 166 < 1) en/of 2) exoten (o.a. nijlgans, canadese gans en zwarte zwaan).*

De vogels op het open water worden tijdens de monitoring steekproefsgewijs geteld. In deze opzet schuilt een kennisleemte ten aanzien van het aantal en de verspreiding van vogels op het open water. Om deze kennisleemte voor de m.e.r. van windpark Fryslân in te vullen heeft Windpark Fryslân bv aanvullende tellingen door Bureau

Waardenburg laten uitvoeren in de periode waarin de hoogste aantallen in het IJsselmeer verblijven.

Om een indruk te krijgen van de verschillen tussen de gegevens van RWS en de aanvullende tellingen worden in bijlage 7 het aantal vogels dat volgens beide datasets in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer verblijft met elkaar vergeleken. Aangezien de telgegevens van RWS niet voor iedere afzonderlijke telling beschikbaar zijn worden de seizoensmaxima van RWS vergeleken met de populatieschattingen in desbetreffende seizoen. Deze vergelijking is alleen relevant voor de vogelsoorten die talrijk zijn in het onderzoeksgebied en waarvoor in de winter (januari t/m maart) of nazomer (augustus) de hoogste aantallen in het IJsselmeer verblijven. In winter zijn dat de volgende soorten: fuut, brilduiker, topper, grote zaagbek en nonnetje. In de nazomer zijn dat: aalscholver, kokmeeuw, visdief en zwarte stern.

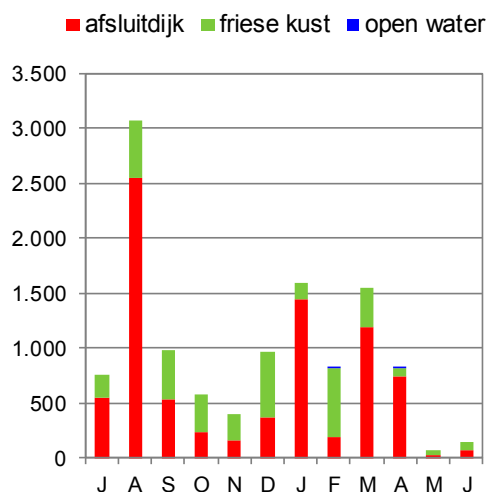
Benthivore watervogels

Benthivore watervogels komen jaarrond met vele duizenden exemplaren in het IJsselmeer voor. Het IJsselmeer wordt gebruikt als foerageergebied en als slaapplek. De hoogste aantallen benthivore watervogels zijn aanwezig in het winterhalfjaar. Benthivore watervogels foerageren onder water op schelpdieren. Belangrijke dagconcentraties van benthivore watervogels bevinden zich op windluwe locaties langs de kust van Noord-Holland, de Afsluitdijk en nabij de Steile Bank aan de zuidkant van Friesland. Overdag gebruiken de vogels deze locaties om te rusten; 's nachts wordt er gevoerageerd in de wijde omgeving van de rustplekken. Met name in het zuidelijk deel van het IJsselmeer zijn veel driehoeks- en quaggamosselen aanwezig (Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen 2012).

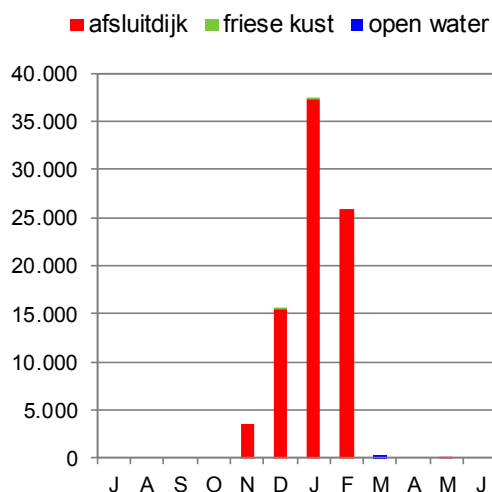
De kuifeend komt het gehele jaar voor; de grootste aantallen zijn aanwezig in augustus (ruiperiode) en in de wintermaanden. Driehoeksmosselen vormen een belangrijk aandeel in het dieet van de kuifeend (de Leeuw 1997; de Leeuw & van Eerden 1995). Recente voedselstudies laten zien dat kuifeenden in het IJsselmeer in de winter ook veel andere prooien eten, waaronder erwtenmossel, vlokreeft en verschillende soorten kieuwslakken (Van Rijn *et al.* 2012). De dieetsamenstelling varieert per locatie in het IJsselmeer. In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer zijn slechts beperkte hoeveelheden (driehoeks)mosselen aanwezig (§5.2; Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen, 2012). De kuifeenden die hier overdag rusten zullen ter plaatse 's nachts andere voedselbronnen benutten of elders op driehoeksmosselen foerageren. De overdag rustende kuifeenden langs de Afsluitdijk foerageren 's nachts mogelijk voor de kust van Makkum (Friese IJsselmeerkust) waar meer driehoeksmossels aanwezig zijn. Gedurende onderzoek in de winter van 2008/2009 vlogen in het IJsselmeer ten zuiden van Breezanddijk duikeenden, welke mogelijk kuifeenden betroffen, in noordoostelijke richting in de richting van Makkum om daar waarschijnlijk voor de kust te gaan foerageren (Smits *et al.* 2009). Evenals in 2008/2009 was in 2012 geen sprake van een massale vliegbeweging van duikeenden vanaf de dagrustplaatsen langs de Afsluitdijk in de richting van het zoekgebied (Heunks *et al.* 2012). Buiten de winter bestaat het voedsel van de kuifeend uit andere mossels en

kreeftjes (o.a. van der Kamp 1994). De aantallen in het onderzoeksgebied lopen dan op tot gemiddeld 2.500 exemplaren in augustus. Het merendeel van de kuifeenden bevindt zich langs de Afsluitdijk, tot enkele honderden kuifeenden gebruiken de Friese IJsselmeerkust.

kuifeend



toppereend

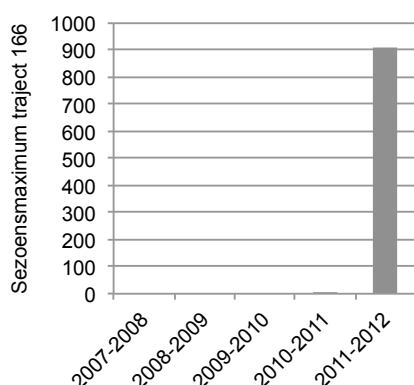


Figuur 4.20 en 4.21 Seizoensverloop van kuifeend en toppeer langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

De topper komt in de wintermaanden voor langs de Afsluitdijk. De aantallen lopen gemiddeld op tot bijna 40.000 exemplaren in januari. De toppers foerageren 's nachts op zoutwatermosselen in de Waddenzee of in het noordwestelijk deel van het IJsselmeer op driehoeksmosselen en, in mindere mate, op Quaggamossels (Noordhuis 2010, Van Rijn *et al.* 2012). Gedurende onderzoek in de winter van 2008/2009 werden in 's nachts vermoedelijke toppers waargenomen die vanaf de Waddenzee het IJsselmeer opvlogen of die verder de Waddenzee opvlogen. Totaal ging het om maximaal vele honderden vogels (Smits *et al.* 2009). Gedurende onderzoek in 2012 zijn vanaf de afsluitdijk geen vliegbewegingen van toppers waargenomen (Heunks *et al.* 2012).

Op basis van de tellingen van Rijkswaterstaat kunnen we afleiden dat ca. 20% van de toppers zich concentreert op het open water buiten de oeverzones (box 4.2). Langs de kusten en dijken ligt het zwaartepunt in de verspreiding overdag langs de Afsluitdijk (ook vaak aan de Waddenkant). Het gaat langs de Afsluitdijk vaak om meer dan 60.000 tot soms meer dan 80.000 vogels. Langs de kust van de Wieringermeer zijn het met enige regelmaat 20.000 tot 30.000 rustende toppers. Andere belangrijke aantallen rusten op het open water van het noordelijk IJsselmeer, vooral de twee westelijk gelegen teltrajecten van RWS op open water, 167 (met meestal duizenden tot soms 15.000 dieren) en 168 (met vaak wel 10.000 tot 20.000 vogels). In het

noordoostelijke deel van het IJsselmeer (traject 166) zijn de aantallen laag en sterk fluctuerend van jaar op jaar. De afgelopen vijf jaar verbleven hier maximaal 900 toppers (zie figuur 4.22). Volgens de tellingen van Rijkswaterstaat bedraagt het gemiddeld seizoenmaximum in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (traject 166) minder dan 200. Voor een soort als de topper, die een verspreiding in grote groepen kent, zijn de getallen van Rijkswaterstaat als de meest volledige schatting van het werkelijke aantal te beschouwen. Tijdens de tellingen van RWS worden in principe alle grote groepen geteld, ook wanneer deze buiten de steekproef vallen.

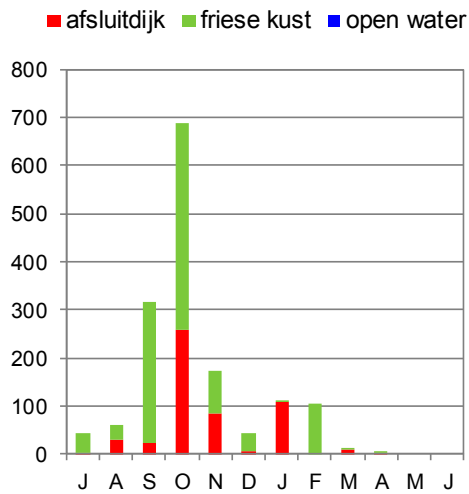


Figuur 4.22 Seizoensmaxima van toppers op open water op basis van de telgegevens van Rijkswaterstaat. Weergegeven zijn de maximum aantallen in traject 166 met bij-schattingen door RWS (zie kaart in bijlage 1 of figuur 3.2).

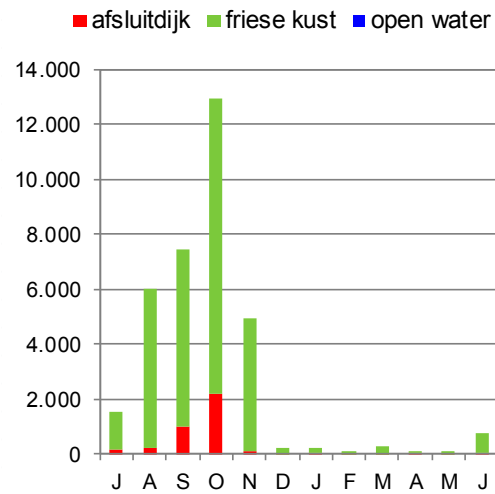
Tafeleend, meerkoet en brilduiker

De tafeleend, meerkoet en brilduiker foerageren niet alleen op dierlijk materiaal (benthos), maar ook op plantaardig materiaal. De tafeleend komt voornamelijk in september en oktober voor met aantallen tot gemiddeld 700 exemplaren. Tafeleenden foerageren ook op planten, of op macrofauna tussen die planten, zoals slakken of insectenlarven. Het merendeel van de tafeleenden bevindt zich in september en oktober langs de Friese IJsselmeerkust, waar veel waterplanten aanwezig zijn. In de wintermaanden zijn de aantallen in het onderzoeksgebied beperkt tot gemiddeld circa 100 exemplaren. De meerkoet komt van juni tot en met november met gemiddeld vele duizenden exemplaren voor langs de Friese IJsselmeerkust. Langs de Afsluitdijk verblijven in het najaar gemiddeld enkele duizenden meerkoeten. De brilduiker en tafeleend nemen de laatste decennia af, de aantallen kuifeend en topper zijn gelijk gebleven (NEM 2013; bijlage 5).

tafeleend



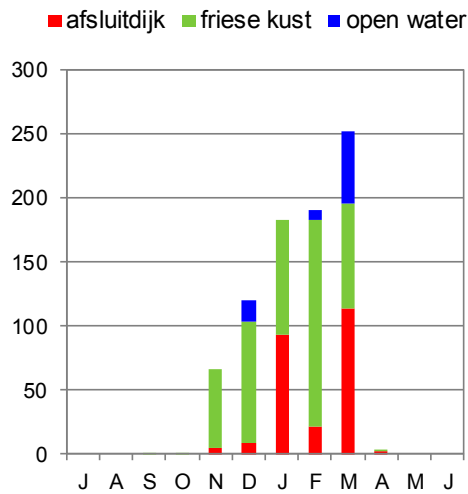
meerkoet



Figuur 4.23 en 4.24 Seizoensverloop van tafeleend en meerkoet langs de afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

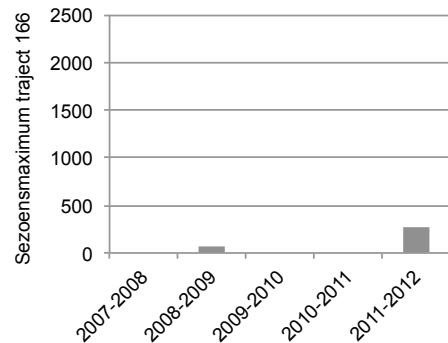
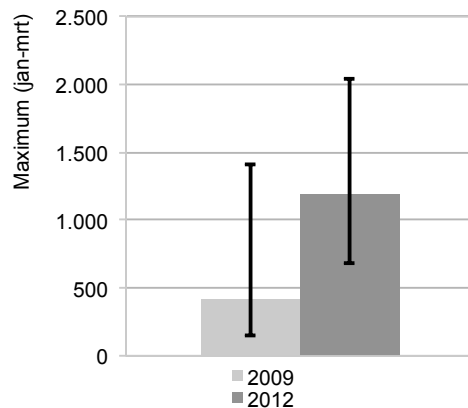
In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer komt de brilduiker van november tot en met maart voor. In het noordelijke deel van het IJsselmeer foerageren de brilduikers voornamelijk op driehoeksmosselen (Van Rijn *et al.* 2012). Op basis van de tellingen van Rijkswaterstaat kunnen we afleiden dat bijna de helft van de brilduikers zich concentreert op het open water buiten de oeverzones (box 4.2). De monitoring van Rijkswaterstaat laat zien dat de aantallen van jaar op jaar sterk schommelen. Volgens de tellingen van Rijkswaterstaat bedraagt het gemiddeld seizoensmaximum bijna 70 brilduikers. Aanvullende tellingen hebben laten zien dat het aantal brilduikers dat in het onderzoeksgebied verblijft veel hoger is dan op basis van de steekproef van RWS wordt aangenomen. Het aantal brilduikers dat in de winter op het open water in en rond het plangebied verblijft bedraagt enkele honderden tot bijna 1.200 vogels (box 4.2 en figuur 4.26).

brilduiker



Figuur 4.25 Seizoensverloop van brilduiker de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

brilduiker



Figuur 4.26 (links) Populatieschattingen van brilduikers op het open water in het onderzoeksgebied in de winter van 2009 en 2012 (met 95% betrouwbaarheidsinterval) op basis van een extrapolatie door middel van een Distance analyse (zie bijlage 3). Per jaar is het maximum uit twee tellingen weergegeven. Het aantal in het onderzoeksgebied betreft het aantal op het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (overeenkomstig traject 166 van Rijkswaterstaat, zie figuur 1).

Figuur 4.27 (rechts) Seizoensmaxima van brilduikers op open water op basis van de telgegevens van Rijkswaterstaat. Weergegeven zijn de maximum aantallen in traject 166 met bijstellingen door RWS (zie kaart in bijlage 1 of figuur 3.2). Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

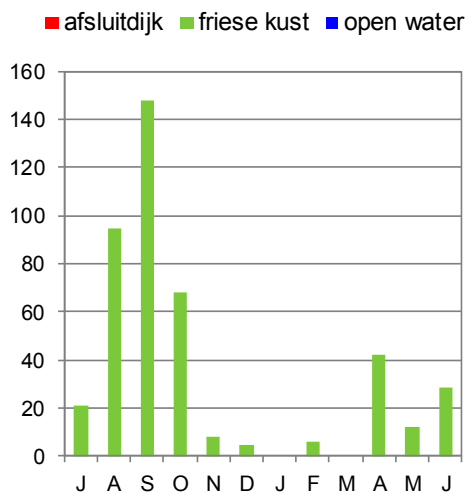
Slobeend

De slobeend komt jaarrond met aantallen tot enkele honderden exemplaren voor in het IJsselmeer. De slobeend bevindt zich vrijwel uitsluitend langs de kust van Noord-Holland (in en rond de Vooroever) en de Friese IJsselmeerkust. De slobeend

foerageert in zeer ondiepe wateren op macrofauna en zaden van waterplanten. De aantallen van slobbeend fluctueren jaarlijks sterk (NEM 2013; bijlage 5).

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer komt de slobbeend alleen langs de Friese IJsselmeerkust voor. In de zomer en najaar (juni tot en met oktober) zijn de grootste aantallen aanwezig, gemiddeld oplopend tot 150 exemplaren in september. In het voorjaar zijn de aantallen beperkt tot gemiddeld enkele tientallen slobbeenden.

slobbeend



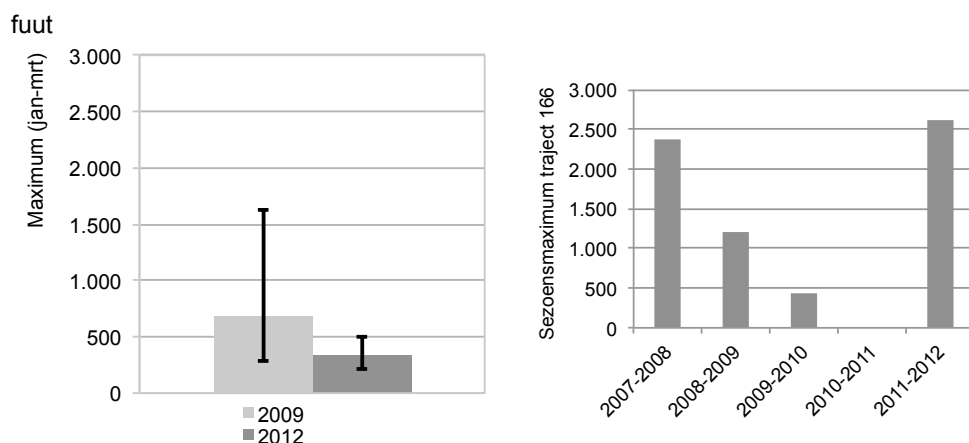
Figuur 4.28 Seizoensverloop van slobbeend langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

Visetende watervogels

Visetende watervogels komen in het winterhalfjaar met vele duizenden exemplaren in het IJsselmeer voor. Het IJsselmeer wordt gebruikt als foerageergebied en als slaappleaats. De watervogels duiken in het open water naar vis. Visetende watervogels bevinden zich verspreid over het open water en kustzone van het IJsselmeer. Relatief grote aantallen van viseters aan de zuidkant van de Friese IJsselmeerkust en de kust van Noord-Holland. Ook langs de Afsluitdijk zijn grote aantallen viseters aanwezig. De aantallen van de fuut nemen de laatste decennia af, de aantallen van de middelste zaagbek en aalscholver nemen juist toe (NEM 2013). Het aantal grote zaagbekken en nonnetjes fluctueert sterk van jaar op jaar (bijlage 5).

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer komt de fuut het gehele jaar voor. In de wintermaanden en voorjaar is de fuut het talrijkst, met maxima tot meer dan 2.500 exemplaren in januari. De meeste futen komen op het open water voor, waaronder in het plangebied. In het onderzoeksgebied verblijven gemiddeld enkele honderden futen langs de Afsluitdijk en de Friese IJsselmeerkust.

Op basis van de tellingen van Rijkswaterstaat kunnen we afleiden dat ruim 80% van de verspreiding van de futen zich concentreert op het open water buiten de oeverzones (gemiddeld ruim 80%, box 4.2). Het aantal fluctueert sterk van jaar op jaar met maxima oplopend tot ruim 2.500 (2011/2012, zie figuur 4.30). Volgens de tellingen van Rijkswaterstaat bedraagt het gemiddeld seizoensmaximum ruim 1.300 futen. Dit is echter naar verwachting een overschatting wanneer we dit vergelijken met de populatieschatting van de aanvullende vliegtuigtellingen. De winterpopulatie futen die op het open water in het plangebied en de omgeving verblijft wordt op basis van de aanvullende tellingen geschat op maximaal 700 vogels (figuur 4.29). Gezien de opzet (survey design) van de aanvullende tellingen specifiek gericht op soorten van open water en de wijze waarop de populatie geschat wordt, wordt aangenomen dat dit de meest betrouwbare schatting van het aantal is.

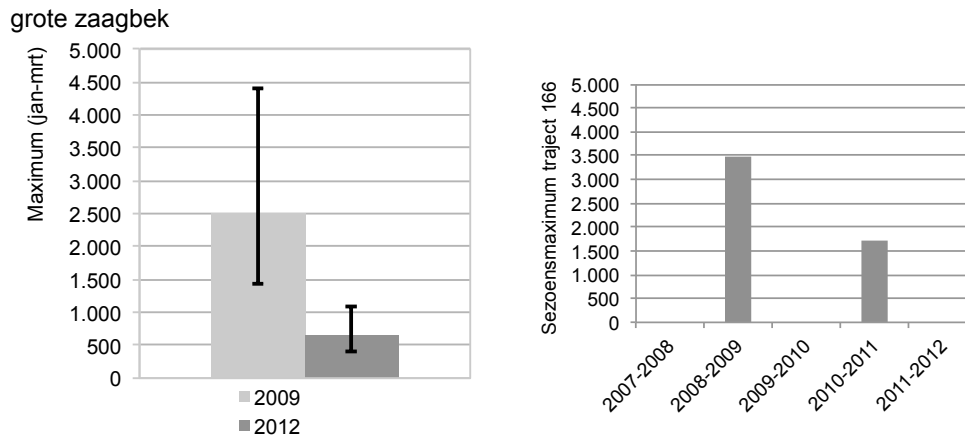


Figuur 4.29 (links) Populatieschattingen van futen op het open water in het onderzoeksgebied in de winter van 2009 en 2012 (met 95% betrouwbaarheidsinterval) op basis van een extrapolatie door middel van een Distance analyse (zie bijlage 3). Per jaar is het maximum uit twee tellingen weergegeven. Het aantal in het onderzoeksgebied betreft het aantal op het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (overeenkomstig traject 166 van RWS, zie kaart in bijlage 1 of figuur 3.2))

Figuur 4.30 (rechts) Seizoensmaxima van futen op open water op basis van de telgegevens van Rijkswaterstaat. Weergegeven zijn de maximum aantallen in traject 166 met door RWS (zie kaart in bijlage 1 of figuur 3.2). Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

De grote zaagbek komt in de wintermaanden in het onderzoeksgebied voor. Op basis van de tellingen van Rijkswaterstaat kunnen we afleiden dat ongeveer de helft van de grote zaagbekken zich concentreert op het open water buiten de oeverzones (box 4.2). Het aantal fluctueert sterk van jaar op jaar met maxima oplopend tot ruim 3.400 ex. Volgens de tellingen van Rijkswaterstaat bedraagt het gemiddeld seizoensmaximum ruim 1.000 grote zaagbekken. Aanvullende tellingen hebben laten zien dat het aantal grote zaagbekken dat in het onderzoeksgebied verblijft waarschijnlijk hoger is dan op basis van de steekproef van RWS wordt aangenomen (bijlage 3). Gezien de opzet (survey design) van de aanvullende tellingen specifiek gericht op soorten van open water en de wijze waarop de populatie geschat wordt,

wordt aangenomen dat dit de meest betrouwbare schatting van het aantal is. Het aantal grote zaagbekken dat in de winter op het open water in en rond het plangebied verblijft bedraagt enkele honderden tot ruim 2.500 vogels (figuur 4.31).



Figuur 4.31 (links) Populatieschattingen van grote zaagbekken op het open water in het onderzoeksgebied in de winter van 2009 en 2012 (met 95% betrouwbaarheidsinterval) op basis van een extrapolatie door middel van een Distance analyse (zie bijlage 3). Per jaar is het maximum uit twee tellingen weergegeven. Het aantal in het onderzoeksgebied betreft het aantal op het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (overeenkomstig traject 166 van RWS, zie kaart in bijlage 1 of figuur 3.2)

Figuur 4.32 (rechts) Sezoensmaxima van grote zaagbekken op open water op basis van de telgegevens van Rijkswaterstaat. Weergegeven zijn de maximum aantallen in traject 166 met bijschattingen door RWS (zie kaart in bijlage 1 of figuur 3.2). Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

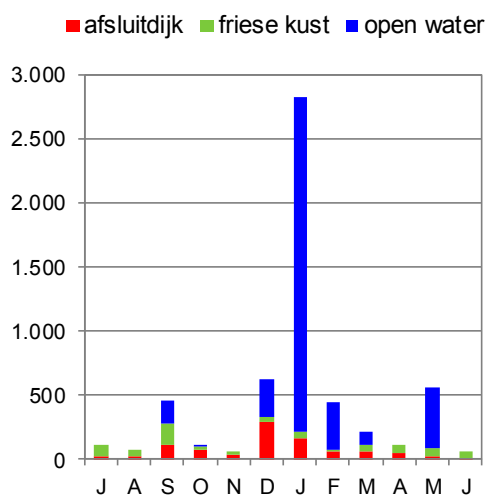
De middelste zaagbek komt in de winter en het vroege voorjaar in het onderzoeksgebied voor. De aantallen lopen op tot gemiddeld bijna 50 exemplaren in december. De middelste zaagbek komt binnen het onderzoeksgebied vrijwel alleen voor langs de Friese IJsselmeerkust en langs de Afsluitdijk. De middelste zaagbek is op het open water ten zuiden en westen van het plangebied veel talrijker (zie bijlage 5). Het nonnetje komt uitsluitend in de wintermaanden in het onderzoeksgebied voor. In het onderzoeksgebied lopen de aantallen in december gemiddeld op tot bijna 300 exemplaren.

Tijdens de tellingen van Rijkswaterstaat worden op het open water incidenteel nonnetjes waargenomen. Het zwaartepunt van de verspreiding ligt in de oeverzone langs de Friese IJsselmeerkust en de Afsluitdijk. Tijdens de aanvullende tellingen vanuit het vliegtuig werden op open water tot maximaal enkele tientallen nonnetjes geteld. De vogels zitten verspreid op het water in groepjes tot maximaal tien vogels. Het aantal waarnemingen in het onderzoeksgebied was onvoldoende om een betrouwbare populatieschatting te doen. In plaats daarvan is een ruwe schatting gemaakt met behulp van het Distance programma (zie bijlage 3). Deze laat zien dat maximaal ca. 90 nonnetjes op het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer verblijven.

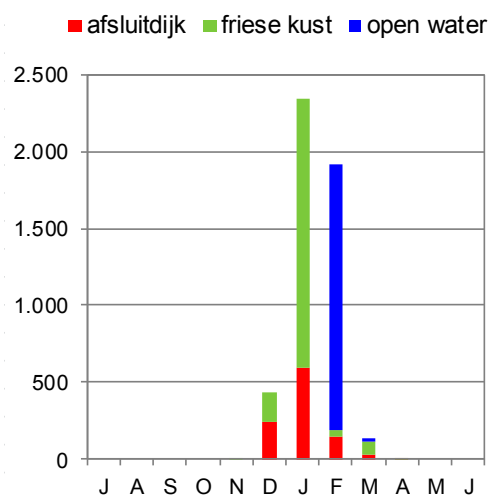
De aalscholver komt het gehele jaar op het IJsselmeer voor, de grootste aantallen zijn aanwezig in de (na)zomer. De aantallen in het onderzoeksgebied lopen dan op tot gemiddeld bijna 3.000 exemplaren in september. Groepen aalscholvers foerageren dan op het open water, waaronder in het plangebied (Poot *et al.* 2010). In het winterhalfjaar en het voorjaar zijn de aantallen aalscholvers beperkt tot maximaal 1.000 exemplaren. Buiten het broedseizoen zijn slaappleatsen van aalscholvers aanwezig bij Den Oever, de Kreupel, Kornwerderzand en langs de Friese IJsselmeerkust (www.sovon.nl 2013). Vliegroutes van en naar deze slaappleatsen kunnen door het onderzoeksgebied lopen.

Op basis van de tellingen van Rijkswaterstaat kunnen we afleiden dat ruim 35% van de verspreiding van de aalscholvers zich concentreert op het open water buiten de oeverzones (box 4.2). Volgens de tellingen van Rijkswaterstaat bedraagt het gemiddeld seizoensmaximum ca. 700 aalscholvers in het onderzoeksgebied (bijlage 6). Dit is opvallend hoog wanneer we dit vergelijken met de populatieschatting van de aanvullende vliegtuigtellingen (bijlage 7). De populatie aalscholvers die in de nazomer op het open water in het plangebied en de omgeving verblijft wordt op basis van de aanvullende tellingen geschat op maximaal enkele tientallen exemplaren (bijlage 7). Dit is waarschijnlijk een onderschatting die veroorzaakt wordt door het groepsgewijs voorkomen van de soort. Dit maakt dat de populatieschattingen volgens de Distance analyse een grote variantie kennen met grote betrouwbaarheidsintervallen.

fuut

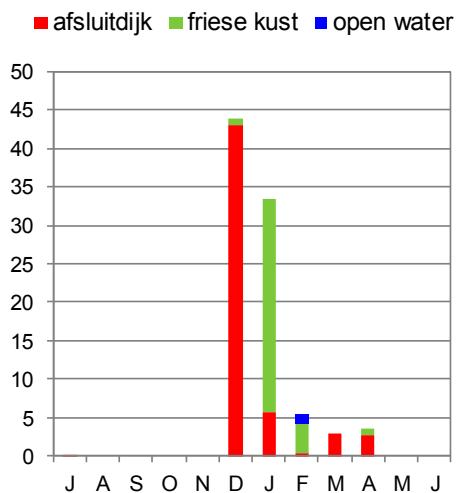


grote zaagbek

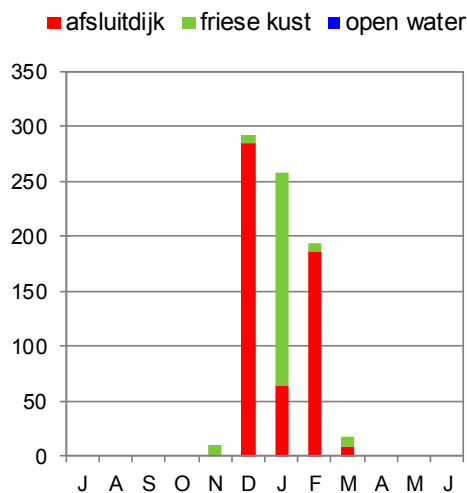


Figuur 4.33 en 4.34 Seizoensverloop van fuut en grote zaagbek langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

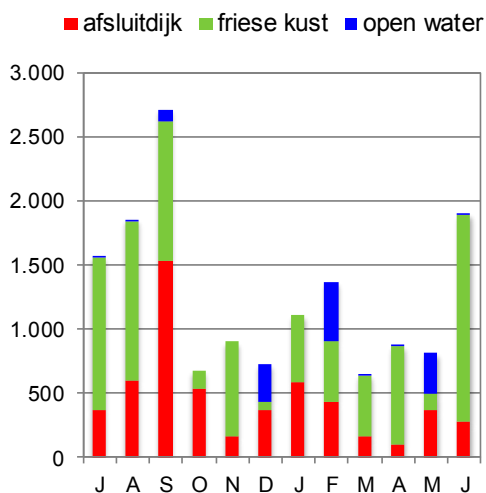
middelste zaagbek



nonnetje



aalscholver



Figuur 4.35 t/m 4.37 Seizoensverloop van middelste zaagbek, nonnetje en aalscholver langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

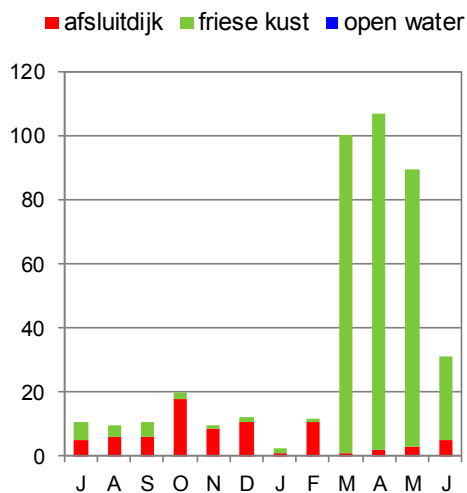
Waadvogels

De blauwe reiger, grote zilverreiger en lepelaar komen met respectievelijk tientallen tot honderden exemplaren in het IJsselmeer voor. De blauwe reiger en grote zilverreiger zijn voornamelijk in het winterhalfjaar aanwezig, de lepelaar daarentegen in het zomerhalfjaar. De soorten komen vooral langs de Friese IJsselmeerkust voor, waar veel ondiepten aanwezig zijn waar gefoerageerd kan worden. Ook de Vooroever (Noord-Holland) vormt een belangrijk gebied. De aantallen van de lepelaar en grote zilverreiger zijn de laatste decennia sterk toegenomen. De laatste vijf jaren fluctueren

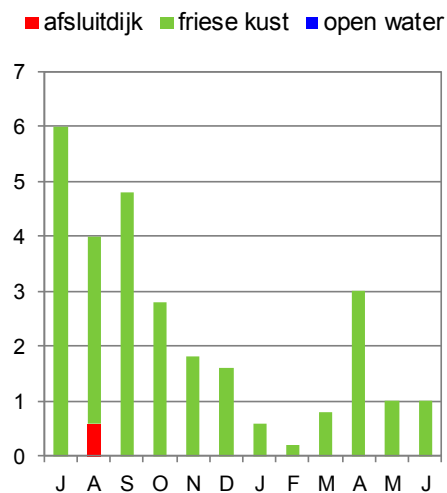
de aantallen van deze soorten, de aantallen van blauwe reiger nemen echter af (bijlage 5).

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer foerageren in het voorjaar gemiddeld meer dan honderd blauwe reigers langs de Friese IJsselmeerkust. Tot enkele tientallen blauwe reigers foerageren langs de gehele lengte van de Afsluitdijk. In de rest van het jaar zijn de aantallen beperkt tot hooguit 10 exemplaren. De grote zilverreiger is het gehele jaar aanwezig, met nadruk op de nazomer en het najaar. Er komen slechts enkele exemplaren voor; vrijwel alleen de Friese IJsselmeerkust wordt als foerageer- en rustgebied gebruikt. De hoogste aantallen lepelaars komen in de ondiepte ten noorden van de Makkumer Noordwaard voor; de aantallen lopen gemiddeld op tot enkele honderden exemplaren in juli. Enkele lepelaars foerageren geregeld langs de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk.

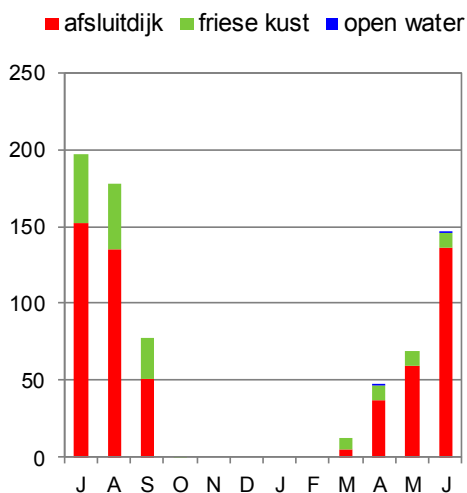
blauwe reiger



grote zilverreiger



lepelaar



Figuur 4.38 t/m 4.40 Seizoensverloop van blauwe reiger, grote zilverreiger en lepelaar langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

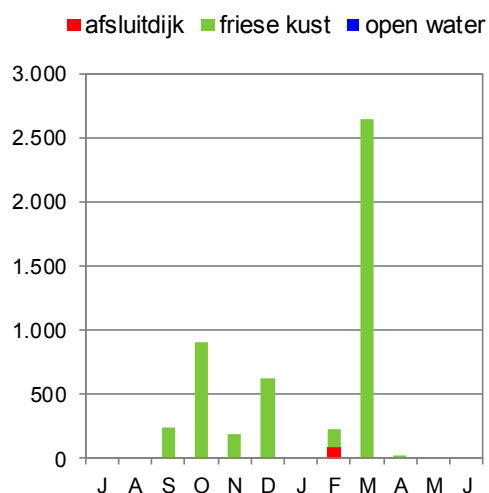
Steltlopers

Steltlopers komen met aantallen tot enkele duizenden exemplaren in het IJsselmeer voor. Het hele jaar zijn er steltlopers in het IJsselmeer aanwezig. Enkele soorten steltlopers zoals wulp, scholekster en Kievit, komen in een deel van het jaar met grote aantallen voor. Het voorkomen van de steltlopers is vrijwel beperkt tot ondiepten en slikken langs de Friese IJsselmeerkust en lokaal langs de kust van de Noordoostpolder, Noord-Holland en het eiland de Kreupel. De aantallen van goudplevier, wulp en kluut zijn de laatste decennia sterk toegenomen; de aantallen

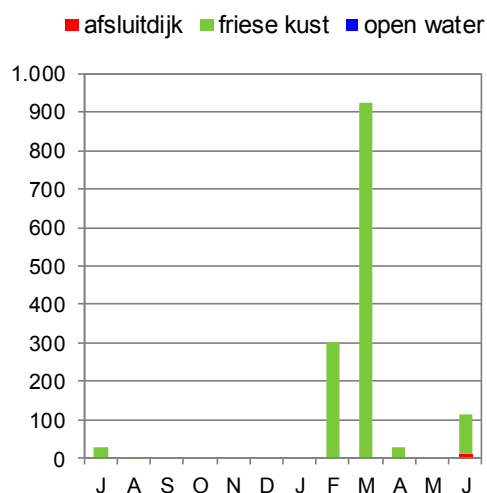
van de kempfaan daarentegen zijn juist afgenomen (NEM, 2013). Het aantal van de overige soorten schommelt sterk van jaar op jaar (zie bijlage 5).

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer foerageren en rusten in het hele winterhalfjaar enkele duizenden goudplevieren langs de Friese IJsselmeerkust. De grutto is met aantallen tot gemiddeld duizend exemplaren in het vroege voorjaar (februari, maart) en in de zomer (juni, juli) aanwezig; vrijwel alleen de Friese IJsselmeerkust wordt gebruikt. De kievit is van september tot en met maart aanwezig; vooral langs de Friese IJsselmeerkust. De aantallen lopen gemiddeld op tot vele duizenden exemplaren in februari. De scholekster komt vrijwel alleen in de wintermaanden voor; met lang de Friese IJsselmeerkust. De aantallen lopen gemiddeld op tot vele honderden exemplaren in maart. De wulp is vooral in het najaar, winter en voorjaar in het onderzoeksgebied aanwezig. De wulp gebruikt de Friese IJsselmeerkust met aantallen tot duizenden exemplaren. In december tot en met februari zijn er ook tot duizend exemplaren langs de Afsluitdijk ter hoogte van Kornwerderzand aanwezig. Langs de Friese IJsselmeerkust komen tot enkele tientallen kluten voor. Het voorkomen is beperkt tot de periode maart tot en met oktober. De kempfaan trekt langs de Friese IJsselmeerkust in de maanden september, maart en april. Er verblijven dan in het gebied tot vele duizenden exemplaren in maart.

goudplevier

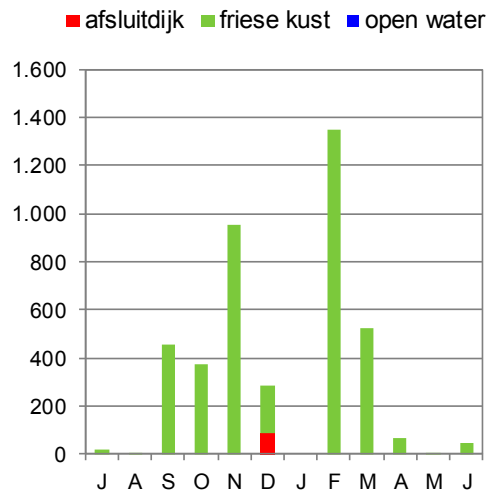


grutto

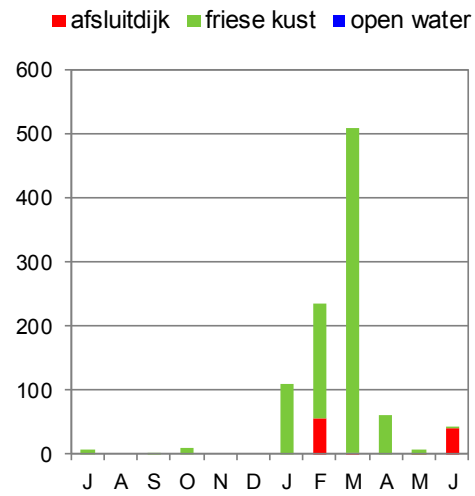


Figuur 4.41 en 4.42 Seizoensverloop van goudplevier en grutto langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

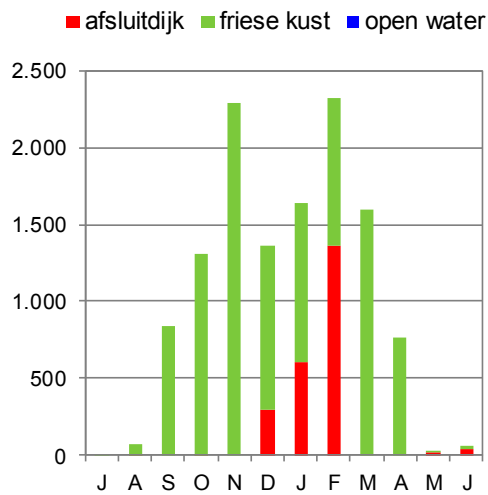
kievit



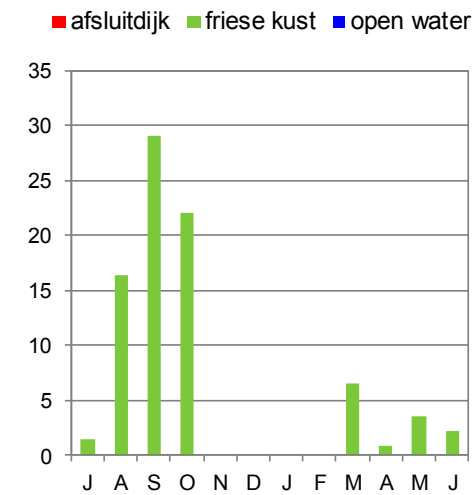
scholekster



wulp

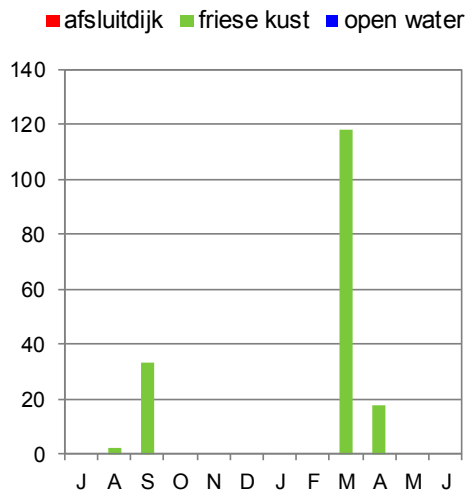


kluut



Figuur 4.43 t/m 4.46 Seizoensverloop van kievit, scholekster, wulp en kluut langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

kemphaan



Figuur 4.47 Seizoensverloop van kemphaan langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

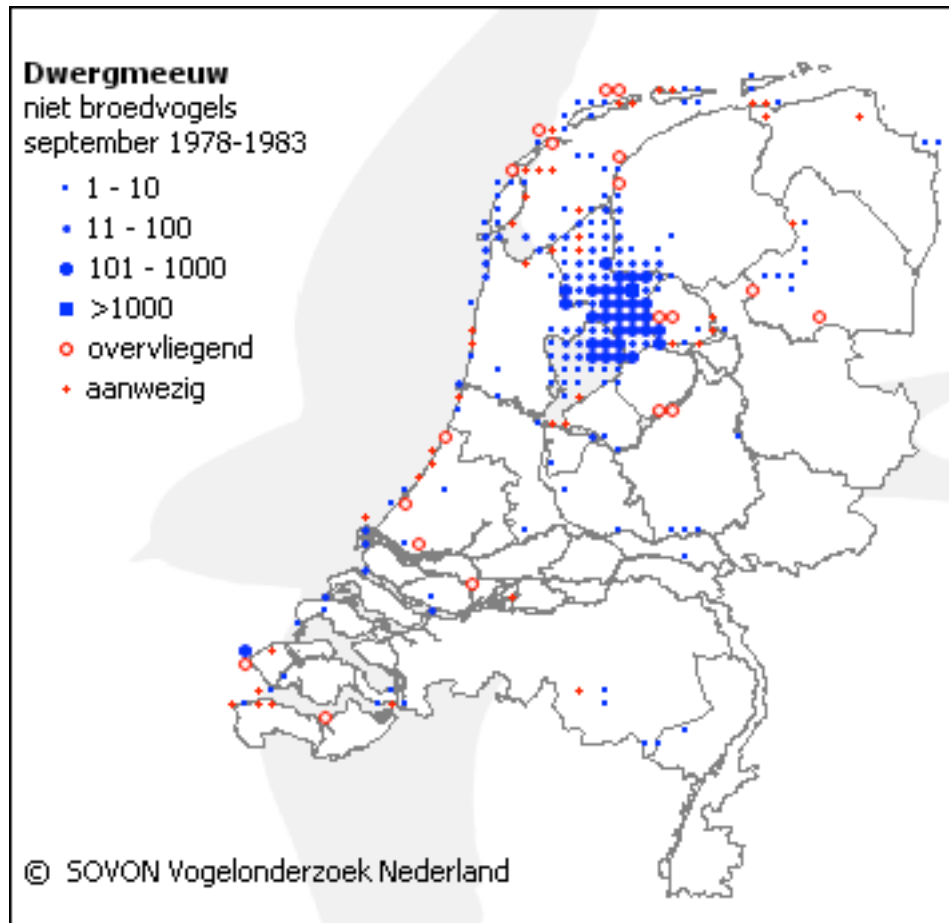
Meeuwen

Meeuwen komen met vele duizenden exemplaren in het IJsselmeer voor. Het hele jaar zijn meeuwen in het IJsselmeer aanwezig; de stormmeeuw, zilvermeeuw, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw komen vooral in het winterhalfjaar voor, de kokmeeuw en kleine mantelmeeuw juist in het zomerhalfjaar. Talrijke soorten zijn de kok- en stormmeeuw die met vele duizenden exemplaren voorkomen. De meeuwen gebruiken het IJsselmeer als slaappleats en als foerageergebied. De meeuwen foerageren met name langs de kusten, het open water wordt minder gebruikt. De kokmeeuw (tot tienduizend paar, o.a. de Kreupel, Friese IJsselmeerkust), kleine mantelmeeuw, zwartkopmeeuw (honderden paren op o.a. de Kreupel) alsmede enkele paren dwergmeeuw, stormmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw broeden ook in het IJsselmeer. De aantallen van de stormmeeuw zijn in het IJsselmeer sinds 1980 toegenomen (sovon.nl 2013); de aantallen van de kokmeeuw zijn juist stabiel. De afgelopen jaren vertonen kleine mantelmeeuw en kokmeeuw een toename; de stormmeeuw en zilvermeeuw vertonen een fluctuatie in aantallen (bijlage 5).

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer foerageren en rusten in grote delen van het jaar enkele duizenden kokmeeuwen. Langs de Afsluitdijk komen de grootste aantallen voor. In de zomer en het najaar lopen de aantallen hier op tot 2.000 exemplaren in augustus. Ook op het open water wordt dan door veel kokmeeuwen gefoerageerd. In het plangebied zijn de aantallen laag (Poot *et al.* 2010). In het voorjaar (maart, april en juni) ligt de kern van de verspreiding langs de Friese IJsselmeerkust. Hier verblijven dan gemiddeld ruim 1.000 kokmeeuwen. In de Makkumerwaarden is een broedkolonie met duizenden paren aanwezig (NEM 2013).

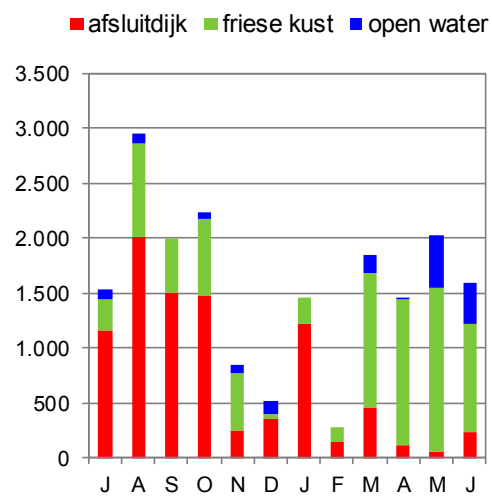
De kleine mantelmeeuw is met maximaal enkele honderden exemplaren aanwezig in het zomerhalfjaar. De Friese IJsselmeerkust herbergt de grootste aantallen; tot slechts enkele tientallen exemplaren gebruiken de kust voor de Afsluitdijk. Er zijn geen broedkolonies in het onderzoeksgebied aanwezig (NEM 2013). De stormmeeuw komt met de grootste aantallen in het winterhalfjaar voor; de aantallen lopen gemiddeld op tot duizenden exemplaren in oktober. Zowel de kust voor de Afsluitdijk, het open water (waaronder het onderzoeksgebied) en de Friese IJsselmeerkust worden als foerageergebied benut. In het zomerhalfjaar zijn de aantallen gemiddeld lager, alleen in mei foerageren vele honderden vogels op het open water (waaronder het onderzoeksgebied). Mogelijk zijn deze afkomstig van in het binnenland gelegen broedkolonies; in het onderzoeksgebied zelf zijn geen kolonies aanwezig (NEM 2013). De zilvermeeuw is het talrijkst in de periode van maart tot en met oktober. De aantallen lopen dan gemiddeld op tot 120 exemplaren in april. De zilvermeeuw is sterk gebonden aan de kust van de Afsluitdijk en de Friese IJsselmeerkust; het open water (waaronder het plangebied) wordt slechts door kleine aantallen gebruikt. In het onderzoeksgebied en de directe omgeving zijn geen broedkolonies van de zilvermeeuw aanwezig (NEM 2013). De grote mantelmeeuw komt het gehele jaar voor met maximaal enkele tientallen exemplaren langs de kust van de Afsluitdijk en de Friese IJsselmeerkust. In het najaar en het begin van de winter is de soort het meest talrijk. In september foerageren enkele tientallen grote mantels op het open water van het noordelijk deel van het IJsselmeer, waaronder ook het plangebied. In de beschikbare brongegevens is het aantal in sommige maanden sterk overschat en andere maanden sterk onderschat (med. Stef van Rijn). Het aantal dat gemiddeld in de piekmaand (september) op het open water van het onderzoeksgebied verblijft wordt geschat op 20-40 vogels (med. Stef van Rijn). Tot enkele paren broeden langs de Friese IJsselmeerkust (NEM 2013). Tot enkele honderden dwergmeeuwen overwinteren in december en januari op het open water van het noordelijk deel van het IJsselmeer, waaronder in het onderzoeksgebied. In april trekken tot enkele tientallen dwergmeeuwen door het noordelijk deel van het IJsselmeer. Gezien de korte periode waarin de vogels doortrekken en een verspreiding die zich concentreert op open water is niet uit te sluiten dat het aantal dwergmeeuwen dat tijdens de reguliere monitoring wordt geteld onderschat wordt⁴. Specifieke tellingen vanaf het water leverden bijvoorbeeld in september 1978-1983 ongeveer 5.000 vogels op (figuur 4.48). De meeste dwergmeeuwen bevonden zich toen in de het zuidelijk deel van het IJsselmeer en in het Markermeer. Dit stemt overeen met het verspreidingspatroon in recente jaren (Poot *et al.* 2010). De dwergmeeuw foerageert hoofdzakelijk op spiering boven het open water.

⁴ Ten behoeve van het m.e.r. is deze kennisleemte in het voorjaar van 2014 nader onderzocht met aanvullende tellingen vanuit het vliegtuig. De resultaten hiervan zijn gebruikt bij de effectbepaling – en beoordeling (Heunks *et al.* 2015).

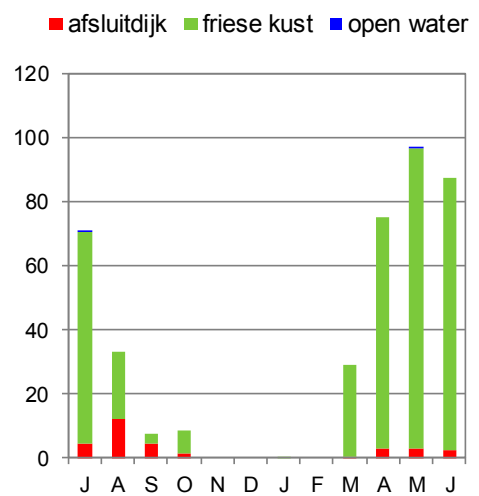


Figuur 4.48 Aantallen doortrekkende dwergmeeuwen in september in de jaren 1978-1983. De tellingen van de dwergmeeuw werden in het IJsselmeer uitgevoerd vanaf boten op het open water. Bron: www.sovon.nl 2014.

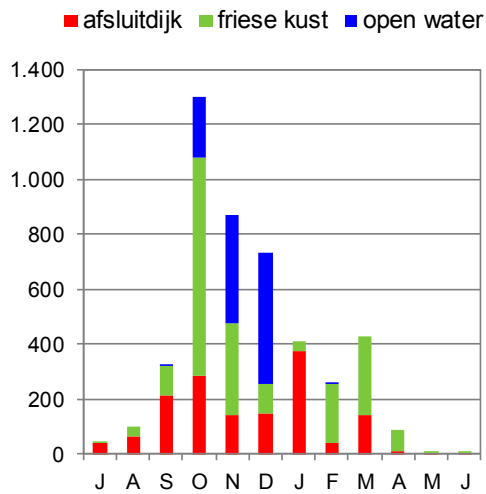
kokmeeuw



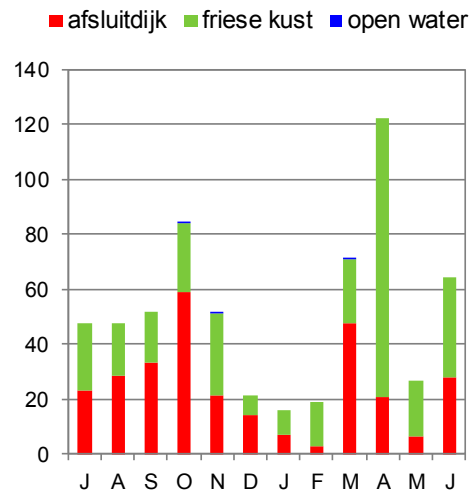
kleine mantelmeeuw



stormmeeuw

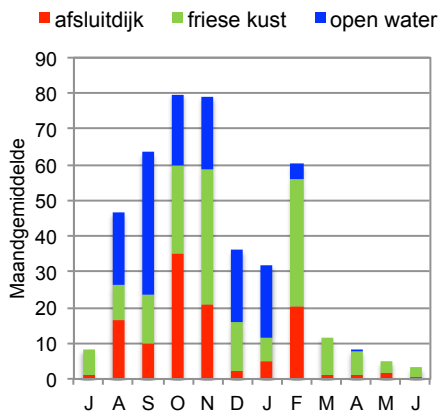


zilvermeeuw

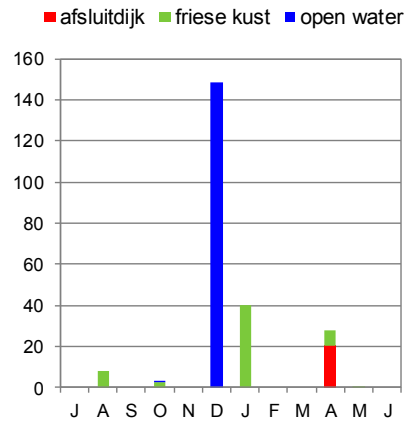


Figuur 4.49 t/m 4.52 Seizoensverloop van kokmeeuw, kleine mantelmeeuw, stormmeeuw en zilvermeeuw langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

grote mantelmeeuw



dwergmeeuw



Figuur 4.53 en 4.54 Seizoensverloop van grote mantelmeeuw en dwergmeeuw langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

Sterns

Sterns komen met vele duizenden exemplaren in het zomerhalfjaar in het IJsselmeer voor. Met name de visdief en zwarte stern zijn talrijk; de aantallen van de reuzenster zijn in nationaal perspectief groot. De visdief en zwarte stern foerageren boven open

water naar met name spiering; de soorten kunnen in het hele IJsselmeer worden aangetroffen.

De zwarte sterns gebruiken het IJsselmeer om op te vetten voor de trek naar Afrika (Van der Winden 2002). De zwarte stern foerageert boven het open water in het gehele IJsselmeer, waaronder in het onderzoeksgebied. De grootste aantallen foerageren in de omgeving van de slaappleaats op de Kreupel (Poot *et al.* 2010; figuur 4.5). De visdief komt zowel in het voorjaar (vooral mei) als in de (na)zomer (juni tot en met september) voor. De visdief foerageert boven het open water in het gehele onderzoeksgebied. In augustus en september gebruiken veel visdieven het IJsselmeer om op te vetten voor de trek naar Afrika (Van der Winden & Klaassen 2008). In deze maanden foerageren de grootste aantallen visdieven in de omgeving van de slaappleaats Kreupel (Poot *et al.* 2010; figuur 4.6). Vooral tot en met juli zijn veel foeragerende visdieven afkomstig van broedvogelkolonies uit de Ven, de Kreupel en langs de Friese IJsselmeerkust (zie § 4.1.1.). De reuzenster komt alleen voor langs de Friese IJsselmeerkust. In augustus en september kunnen de aantallen oplopen tot enkele tientallen exemplaren; buiten deze maanden is de reuzenster niet aanwezig.

Enkele tientallen reuzensterms slapen en foerageren langs de Friese IJsselmeerkust; dit is het merendeel van de aantallen die in Nederland verblijven (Van Winden & Klaassen 2009). Het aantallen zwarte sterns neemt de laatste decennia in het IJsselmeergebied af; vooral vanaf 2000 is er een afname van aantallen (tabel 4.5). De aantallen van de reuzenster nemen juist toe (Van der Winden & Klaassen 2008). De aantallen van visdief fluctueren de laatste vijf jaar sterk (bijlage 5).

De slaappleaats op de Kreupel herbergt de afgelopen jaren in augustus en september tot maximaal 25.000 exemplaren visdieven (in 2009) en 27.000 exemplaren zwarte sterns (in 2008) (tabel 4.6). Dit is aanzienlijk lager dan de maximale aantallen die in de jaren negentig werden vastgesteld (figuur 4.55). Het is mogelijk dat de (seizoens)gemiddelden een genuanceerder patroon te zien geven aansluitend op de draagkracht van het systeem, maar deze informatie is nog niet gepubliceerd.

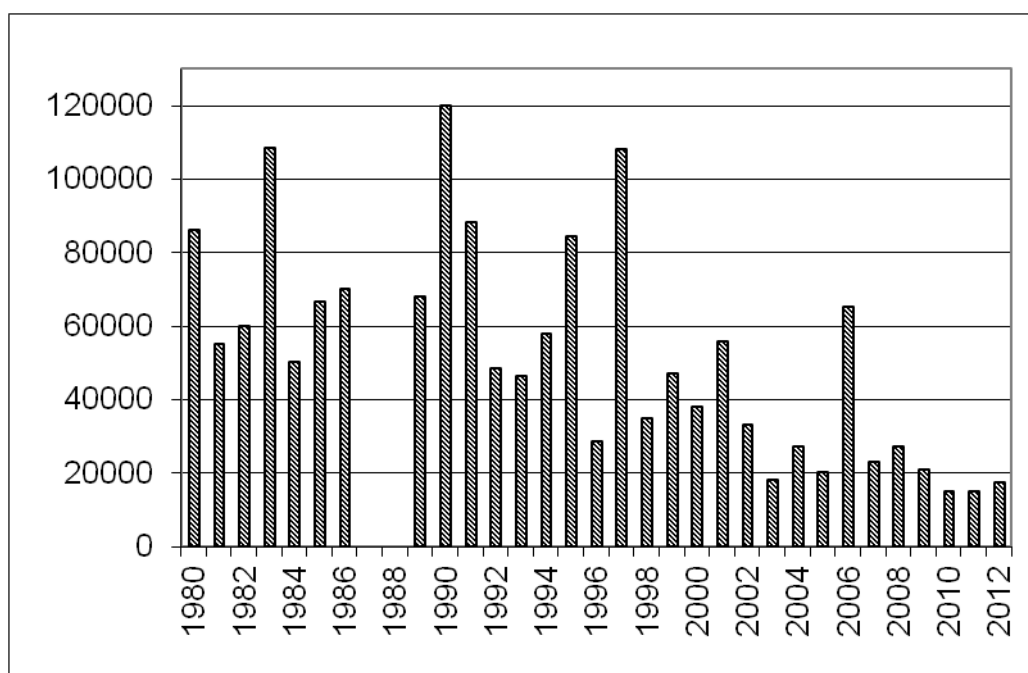
De tellingen van sterns op slaappleaatsen laten zien hoeveel zwarte sterns en visdieven in de nazomer in het IJsselmeergebied verblijven. De tellingen geven geen informatie over de verspreiding overdag. Op basis van de tellingen van Rijkswaterstaat kunnen we afleiden dat ruim 90% van de verspreiding van zwarte sterns zich concentreert op het open water buiten de oeverzones (gemiddeld ruim 90%, box 4.2).

De aanvullende vliegtuigtellingen laten zien dat ca. 8% van het totaal aantal zwarte sterns en visdieven dat in de nazomer in het IJsselmeer en Markermeer verblijft overdag boven het open water van het onderzoeksgebied vliegt (tabel 4.7). Omgerekend naar het gemiddeld aantal sterns dat op de slaappleaatsen verblijft betekent dit dat in de piektijd (nazomer) overdag maximaal ca. 1.500 zwarte sterns en

1.500 visdieven in het onderzoeksgebied vliegt. Dit is aanzienlijk meer dan op grond van de reguliere monitoring wordt verondersteld.

Tabel 4.5 Aantal sterns op slaappleaatsen in het IJsselmeer. Per jaar is het maximum aantal weergegeven. In 2011 zijn geen telgegevens van de visdief beschikbaar. Bron: Van der Winden & Klaassen, 2008 en jaarlijkse slaappleaatsstellingen Jan van der Winden).

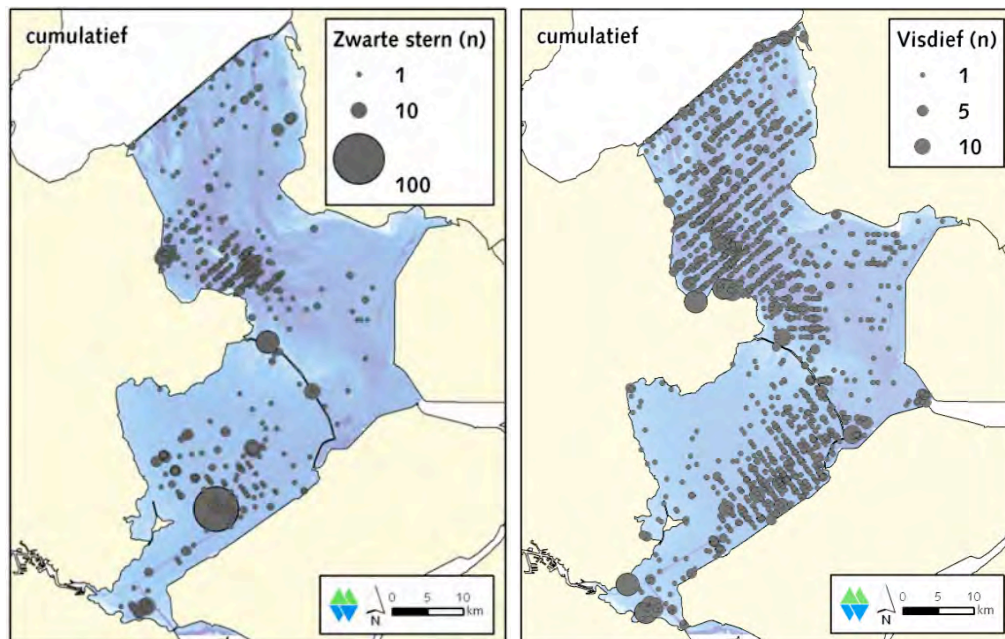
	Aantal sterns op slaappleaatsen					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
zwarte stern	23.000	27.000	21.000	15.000	15.000	17.000
visdief	17.000	20.000	25.000	20.000	-	15.000



Figuur 4.55 Aantalsontwikkeling van de zwarte stern in het IJsselmeergebied in de periode 1980-2012. Gepresenteerd zijn de maximaal vastgestelde aantallen per jaar (bron: Van der Winden 2013).

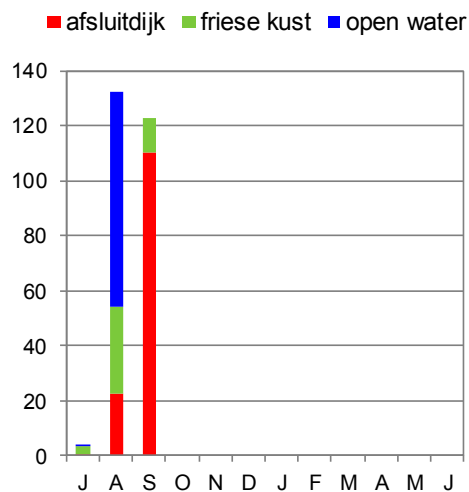
Tabel 4.7 Populatieschattingen van zwarte stern en visdief op het open water in het IJsselmeer en Markermeer in augustus 2010 (met 95% betrouwbaarheidsinterval) op basis van een extrapolatie door middel van een Distance analyse, uitgesplitst naar drie deelgebieden (zie bijlage 2). Het aantal in het onderzoeksgebied betreft het aantal op het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (overeenkomstig traject 166 van RWS, zie bijlage 1).

zwarte stern						
	begin augustus (2010)			eind augustus (2010)		
	totaal	-95%	95%	totaal	-95%	95%
IJsselmeer-Noord	1.049	595	1.849	1.509	904	2.520
IJsselmeer-Zuid	240	127	454	32	11	92
IJsselmeer-Totaal	1.289	722	2.303	1.541	915	2.612
Markermeer	1.030	689	1.540	343	181	648
IJsselmeer + Markermeer	2.319	1.411	3.843	1.884	1.096	3.260
aantal in onderzoeksgebied	123	70	217	148	89	247
fractie (%) van totaal in onderzoeksgebied	5,3%	4,9%	5,6%	7,8%	8,1%	7,6%
visdief						
	begin augustus (2010)			eind augustus (2010)		
	totaal	-95%	95%	totaal	-95%	95%
IJsselmeer-Noord	3.276	2.303	4.660	3.142	2.520	3.917
IJsselmeer-Zuid	1.063	724	1.560	769	538	1.099
IJsselmeer-Totaal	4.339	3.027	6.220	3.911	3.058	5.016
Markermeer	2.154	1.744	2.660	1.694	1.107	2.591
IJsselmeer + Markermeer	6.493	4.771	8.880	5.605	4.165	7.607
aantal in onderzoeksgebied	210	147	298	440	353	548
fractie (%) van totaal in onderzoeksgebied	3,2%	3,1%	3,4%	7,8%	8,5%	7,2%

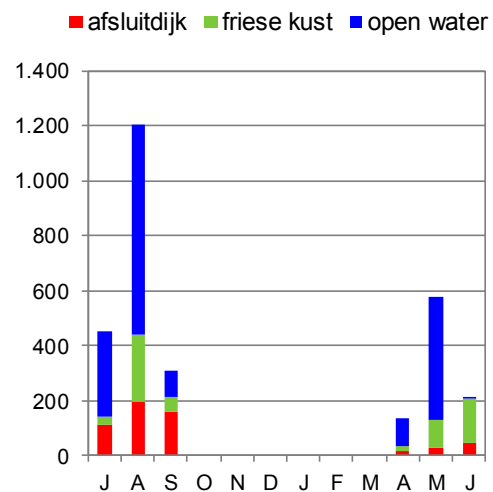


Figuur 4.56 en 4.57 Verspreiding zwarte stern en visdief over het IJsselmeer en Markermeer/IJmeer in augustus 2010. Er is vanuit een vliegtuig tweemaal geteld; de aantallen van beide tellingen zijn in het kaartbeeld gesommeerd. In augustus zijn er van de visdief zowel substantiële aantallen broedvogels als niet-broedvogels aanwezig. Figuur afkomstig uit Poot et al. (2010).

zwarte stern

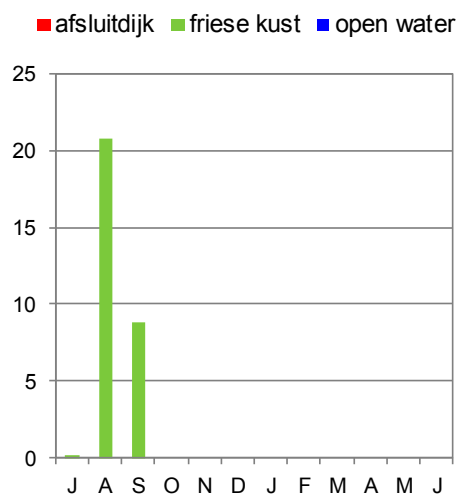


visdief



Figuur 4.58 en 4.59 Seizoensverloop van zwarte stern en visdief langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

reuzenster



Figuur 4.60 Seizoensverloop van reuzenster langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

Tabel 4.8 Soorten niet-broedvogels waarvoor IJsselmeer is aangewezen, het actuele populatieniveau (2007/2008 t/m 2011/2012) en instandhoudingsdoel. Aantallen betreffen seizoensgemiddelden (juli t/m juni). * = aantal in seizoensmaximum. Instandhoudingsdoelen (IHD) hebben betrekking op foerageerfunctie, met 'slaapplaats' is aangegeven indien het betrekking heeft op slaapplaatsfunctie. ** = kennisleemte in weergegeven aantallen Rijkswaterstaat (zie soortteksten §4.2.1). Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, RWS, CBS)

Soort	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	gemiddelde	IHD
Aalscholver	10.026	14.688	9.897	9.716	8.844	10.634	8.100
Bergeend	223	278	333	164	159	232	210
Brandgans	5.589	4.582	7.886	8.969	16.379	8.681	1.500
Brandgans (*) - slaapplaats	24.012	12.797	33.975	34.800	72.150	35.547	26.200
Brielduiker (**)	346	838	297	505	345	466	310
Dwergmeeuw (**)	6	30	17	79	108	48	85
Fuut (**)	1.576	1.439	1.009	690	1.655	1.274	2.200
Goudplevier (*)	1.280	1.925	840	11.050	2.708	3.561	9.700
Grauwe gans	1.933	2.424	3.114	3.978	3.992	3.088	580
Grote zaagbek (**)	658	1.301	3.359	1.104	842	1.453	1.850
Grutto	160	357	68	227	41	170	290
Grutto (*) - slaapplaats	1.520	3.999	753	1.490	260	1.604	2.200
Kemphaan (*)	30	185	210	433	150	202	2.100
Kemphaan (*) - slaapplaats	-	-	-	-	-	-	17.300
Kleine rietgans	0	3	5	0	67	15	30
Kleine zwaan	89	178	71	339	273	190	20
Kleine zwaan (*) - slaapplaats	542	816	379	2.086	2.322	1.229	1.600
Kluut	62	38	77	63	25	53	20
Kolgans	4.202	3.279	3.292	2.940	5.106	3.764	4.400
Kolgans (*) - slaapplaats	19.755	14.868	16.210	18.635	20.040	17.902	19.000
Krakeend	304	472	364	432	533	421	200
Kuifeend	15.675	15.251	9.071	8.718	8.071	11.357	11.300
Lepelaar	107	114	94	119	103	108	30
Meerkoet	2.142	5.033	3.421	11.445	4.639	5.336	3.600
Nonnetje	43	87	541	293	140	221	180
Pijlstaart	17	44	79	54	19	43	60
Rietgans spec. (*)	525	5.600	40	700	85	1.390	-
Slobeend	85	103	71	44	118	84	60
Smient	5.375	10.727	4.170	5.803	5.866	6.388	10.300
Tafeleend	191	501	395	1.444	604	627	310
Toppereend	24.154	20.840	13.720	10.007	19.777	17.700	15.800
Wilde eend	1.936	1.960	1.696	1.419	1.849	1.772	3.800
Wintertaling	104	244	158	434	473	283	280
Wulp	1.033	1.228	569	1.479	985	1.059	310
Wulp (*) - slaapplaats	4.839	4.050	2.945	4.505	5.301	4.328	3.500
Zwarte stern (**)(*)	694	1.558	1.436	2.250	3.620	1.912	73.200

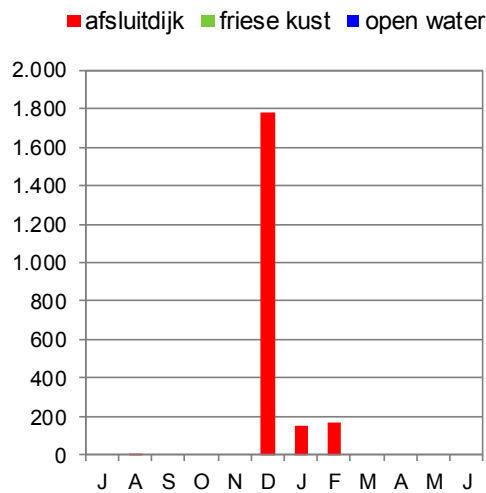
4.2.2 Waddenzee

De Waddenzee grenst aan het onderzoeksgebied. Van enkele soorten vogels ligt het leefgebied zowel in het onderzoeksgebied als in de Waddenzee. Deze soorten worden in deze paragraaf nader besproken. Daarnaast kunnen ook broedende lepelaars, meeuwen en sterns van de Waddenzee gebruik maken van het IJsselmeer. Deze soorten zijn beschreven in §4.2.1.

Eider

De eidereend komt in de wintermaanden langs de Afsluitdijk voor, met aantallen tot gemiddeld bijna 2.000 exemplaren in december. Deze vogels verblijven op de Afsluitdijk of op het water aan de zijde van de Waddenzee. Het merendeel van de vogels verblijft aan de oostzijde van de Afsluitdijk (zie bijlage 7). Ter hoogte van Breezanddijk worden ook soms eidereenden waargenomen.

eidereend



Figuur 4.61 Seizoensverloop van eidereend langs de Afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese IJsselmeerkust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven. Bron: gegevens Rijkswaterstaat.

Steltlopers

Gedurende hoogwater overtijen steltlopers uit de Waddenzee op hoogwatervluchtplaatsen. Ter hoogte van het onderzoeksgebied zijn hoogwatervluchtplaatsen op de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk, Kornwerderzand en een locatie hier tussenin aanwezig. De hoogwatervluchtplaatsen bevinden zich aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk. Belangrijke soorten die gebruik kunnen maken van deze hoogwatervluchtplaatsen zijn kluut, rosse grutto, bontbekplevier, zilverplevier, kanoet, drieteenstrandloper, krombekstrandloper, bonte strandloper, zwarte ruiter, tureluur, groenpootruiter en steenloper (Dankers *et al.* 2007).

Topper

Een deel van de overdag rustende toppers in de Waddenzee foerageert 's nachts vermoedelijk in het noordwestelijk deel van het IJsselmeer (Van der Winden *et al.* 1999; Smits *et al.* 2009). In de winter van 2008/2009 werden kleine aantallen vliegbewegingen van vermoedelijke toppers langs de Afsluitdijk waargenomen die vanaf de Waddenzee het IJsselmeer opvlogen of die verder de Waddenzee opvlogen. Totaal ging het om maximaal vele honderden vogels (Smits *et al.* 2009). In de winter van 2011/2012 werden echter geen vliegbewegingen van toppers waargenomen

(Heunks *et al.* 2012). Gelet op de beperkte aantallen vliegbewegingen en de beperkte aanwezigheid van driehoeksmossels, is het onderzoeksgebied hooguit van geringe betekenis voor foeragerende toppers.

4.3 Seizoenstrek

Seizoenstrek van vogels betreft de periodieke verplaatsing tussen broed- en overwinteringsgebieden. Voor seizoenstrek ligt Nederland binnen Europa op een strategische positie. Over Nederland trekken zowel grote aantallen vogels vanuit Noord- en Noordoost-Europa richting Zuidwest Europa/Afrika als in de richting van Groot-Brittannië (Lensink & Van der Winden 1997; Lensink *et al.* 2002). Seizoenstrek vindt hoofdzakelijk plaats in het voor- en najaar.

4.3.1 Dagtrek

Aantallen, soorten en seizoenspatroon

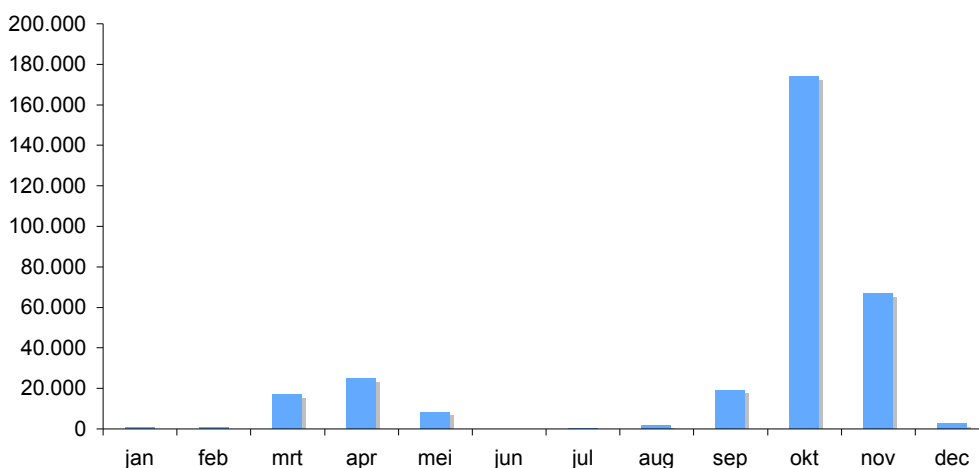
In 'Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk' (Van der Winden *et al.* 1999) is een literatuurstudie opgenomen over vogels die tijdens de seizoenstrek overdag langs de Afsluitdijk passeren. Onderstaande tekst is hier grotendeels aan ontleend. In het najaar passeren gedurende de daglichtperiode naar schatting 300.000 tot 600.000 vogels de Afsluitdijk nabij Den Oever. Circa 2/3 hiervan bestaat uit spreeuwen. Andere talrijke soorten zijn Kievit, graspieper en veldleeuwerik. Overige soorten komen in veel lagere aantallen voor. In het voorjaar heeft de dagtrek een geschatte omvang 100.000 tot 200.000 vogels. Circa de helft hiervan bestaat uit spreeuwen. Andere talrijke soorten zijn Kievit, veldleeuwerik en graspieper (tabel 4.5).

De grootste aantallen vogels passeren Den Oever in oktober en november (figuur 4.6). De aantallen gedurende de voorjaarstrek (maart tot en met mei) zijn veel lager. Hoewel Den Oever op enige afstand (>15 km) van het onderzoeksgebied ligt zijn aantallen en seizoenspatroon (tabel 4.5, figuur 4.6) ongeveer vergelijkbaar als die op andere locaties in het noordwesten van Nederland (Lensink *et al.* 2002). Dit impliceert dan ook dat er overdag weinig of geen stuwing van passerende vogels optreedt ter hoogte van het onderzoeksgebied.

De tellingen van passerende vogels (tijdens seizoenstrek) gedurende de dag worden uitgevoerd door vrijwilligers met verrekijkers. Deze personen bemonsteren uitsluitend vogels in de onderste luchtlagen. Met uitzondering van de spreeuw zijn de aantallen van tabel 4.8 en figuur 4.62 representatief voor het luchtvolume direct boven (<100 meter) en langs de Afsluitdijk.

Tabel 4.8 Schatting van het aantal vogels per soort die tijdens seizoenstrek overdag langs de Afsluitdijk vliegen; naar gegevens van de telpost Bunkers bij Den Oever. Tabel overgenomen uit Van der Winden *et al.* (1999).

Soort	voorjaar	najaar
Rotgans	<1.000	1.000 - 5.000
Bergeend	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Smient	?	1.000 - 5.000
Goudplevier	1.000-5.000	1.000 - 5.000
Kievit	10.000 - 50.000	10.000 - 50.000
Watersnip	<1.000	<1.000
Kokmeeuw	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Visdief	<1.000	5.000 - 10.000
Gierzwaluw	<1.000	1.000 - 5.000
Veldleeuwerik	10.000 - 50.000	10.000 - 50.000
Boerenzwaluw	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Graspieper	10.000 - 50.000	10.000 - 50.000
Gele kwikstaart	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Witte kwikstaart	1.000 - 5.000	<1.000
Kramsvogel	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000
Koperwiek	<1.000	1.000 - 5.000
Kauw	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000
Spreeuw	50.000 - 100.000	100.000 - 500.000
Vink	<1.000	1.000 - 5.000
Kneu	1.000 - 5.000	<1.000
Totaal	100.000 - 200.000	300.000 - 600.000



Figuur 4.62 Seizoenspatroon van gemiddelde totaal aantal vogels per jaar dat overdag passeert (periode 2007-2011) (gegevens trektelpost Den Oever (Afsluitdijk), bron: trektellen.nl 2012).

Vliegrichtingen en ruimtelijk patroon

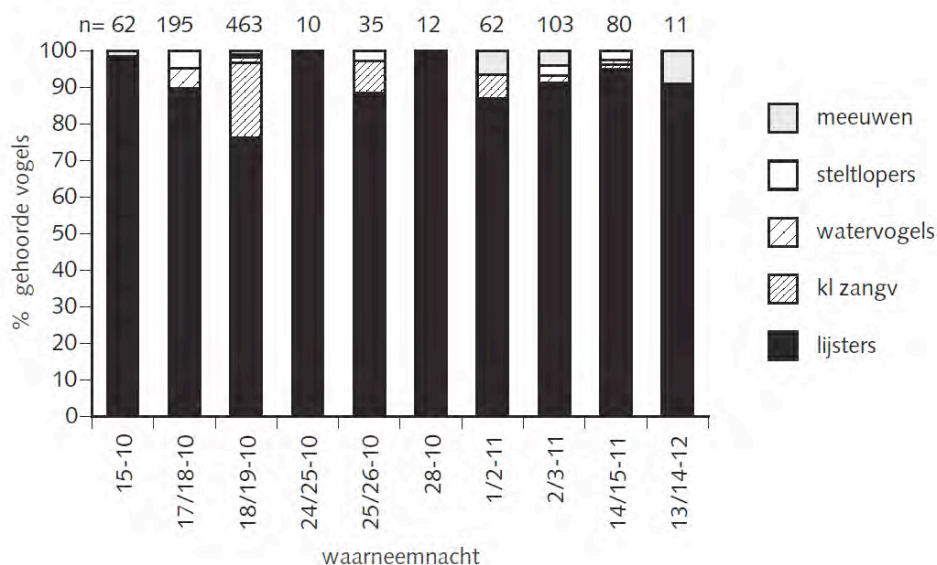
De trekrichting van vogels op seizoenstrek in het westelijk waddengebied en het noordelijk deel van het IJsselmeer is overdag overwegend WZW georiënteerd (Van

Dobben & Makkink 1933a, 1933b). Maar weinig vogels laten zich door de Afsluitdijk in trekrichting leiden. Enkele soorten, zoals spreeuw en graspieper vliegen (laag) in de lengterichting van de dijk.

4.3.2 Seizoenstrek in de nacht

Gedurende de nacht vliegen vogels gemiddeld wat hoger dan overdag. Ook is de soortensamenstelling anders.

In 2002 is op verschillende locaties langs de Afsluitdijk in en aan de rand van het onderzoeksgebied onderzoek gedaan naar nachtelijke seizoenstrek (Poot *et al.* 2002). In figuur 4.63 is de verdeling van waargenomen soortgroepen van vogels weergegeven. Het leeuwendeel van de nachtelijke seizoenstrek bestaat in oktober-november uit lijsters. Stuwings van nachtelijke trek op lage hoogtes langs de Afsluitdijk deed zich in geen van de studienachten noemenswaardig voor. Tijdens een enkele ochtend concentreerden de vogels zich in enige mate langs de dijk, waarschijnlijk om te gaan rusten in de aanwezige bosschages. Gezien de spreiding in de studiedagen (weersomstandigheden) is het niet aannemelijk dat nachtelijke gestuwde trek op hoogtes tot enkele honderden meters langs de gehele Afsluitdijk regelmatig voorkomt. De schatting van de aantallen passerende groepen vogels op lage hoogtes bij de Afsluitdijk komen overeen met schattingen elders van situaties met breedfronttrek. Op grond van de gegevens van de Koninklijke Luchtmacht in oktober 1992 en de resultaten van het onderhavige onderzoek moet worden geconcludeerd dat nachtelijke stuwings langs de Afsluitdijk incidenteel kan optreden, maar bij uitzondering en waarschijnlijk zelfs niet ieder jaar zal geschieden.



Figuur 4.63 Verdeling van geluidsregistratie van vogels naar soortgroep waargenomen door veldmedewerkers tijdens nachten met radar-waarnemingen op de Afsluitdijk in het najaar van 2001. Figuur afkomstig uit Poot *et al.* (2002).

5 Overige soortgroepen

In dit hoofdstuk worden de overige aquatische en terrestrische soortgroepen besproken die in het plangebied voorkomen en relevant zijn voor de m.e.r. van windpark Fryslân. Dit betreft in de eerste plaats de waterplanten, vissen en driehoeksmosselen die als voedselbron voor watervogels dienen en dus relevant zijn voor de m.e.r. (§5.1). Voorts betreft het soorten die een wettelijke beschermde status hebben (§5.2).

5.1 Aquatische soortgroepen

5.1.1 Water- en oeverplanten

Ondergedoken waterplanten (kranswieren en fonteinkruiden) zijn als voedselbron van belang voor kleine zwaan, meerkoet en tafeleend (§4.2). Vegetaties van drijfblad (bijvoorbeeld verschillende kroossoorten) zijn van belang voor onder meer krakeend, wintertaling, wilde eend, pijlstaart en slobeend.

Of een bepaalde locatie waterplanten groeien hangt af van de waterdiepte en de lichtdoorlating van het water. Voor het IJsselmeer wordt een diepte van 4,5 meter (-NAP) beschouwd als de maximale diepte waarop waterplanten groeien (Noordhuis, 2010; Pot, 2007).

Kranswieren en fonteinkruiden groeien voornamelijk in relatief ondiepe oeverzones. In het IJsselmeer groeien kranswieren en fonteinkruiden met name in een smalle strook aan de Friese IJsselmeerkust (rondom de Makkummer Noord- en Zuidwaard en de ondieptes nabij Lemmer (Noordhuis 2010). Ook aan de westoever van het IJsselmeer komen kranswieren en fonteinkruiden voor, echter in lagere dichtheden. Binnen het IJsselmeergebied zijn de Randmeren en de Gouwzee (Markermeer) belangrijke groeiplaatsen. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheden en verspreiding zijn er vele malen groter als in het IJsselmeer (Noordhuis 2010).

De zone langs de Afsluitdijk, inclusief het plangebied, heeft een waterdiepte van 3-5 meter (-NAP). Ook liggen er oude stroomgeulen met dieptes tot ruim 7 meter (-NAP). Voor waterplanten is het plangebied daarom slechts beperkt geschikt temeer omdat het water in het gebied door de overheersende windrichtingen regelmatig wordt opgestuwd en in beroering wordt gebracht. Dit heeft een direct effect op het doorzicht en dus ook op de groei van waterplanten. Uit het langlopende meetnet van Rijkswaterstaat is op te maken dat waterplanten in het onderzoeksgebied niet voorkomen. Waterplanten komen langs de Afsluitdijk alleen voor in de westelijke en oostelijke hoek, waar de dijk aansluit op het land. Hier liggen voldoende beschutte ondieptes.

Langs de Afsluitdijk ontbreekt ook een beschutte en flauw aflopende oeverzone waar drijfblad vegetaties kunnen groeien. Dit komt door het profiel van de Afsluitdijk,

alsmede door het materiaal dat bij de aanleg is gebruikt (bijvoorbeeld basaltblokken). De heersende windrichting zorgt tevens voor veel golfslag langs de Afsluitdijk. Dit beperkt de groei van waterplanten.

Kortom, in het plangebied komen geen waterplanten voor die voor watervogels relevant zijn. Tevens komen er geen habitattypen voor (zoals Kranswierwateren en Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden) waarvoor instandhoudingsdoelen zijn vastgesteld.

5.1.2 Zoetwatermosselen

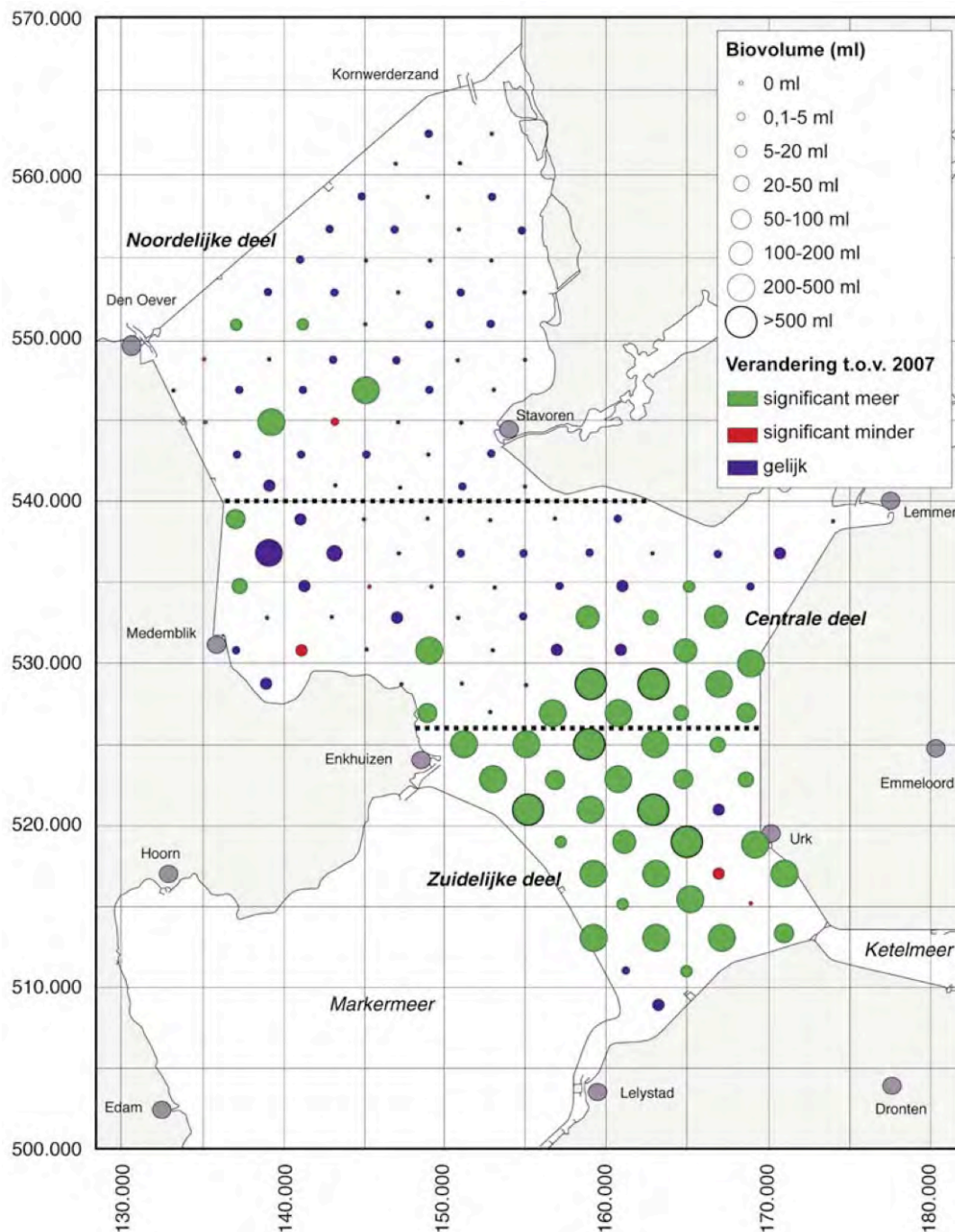
Zoetwatermosselen zijn als voedselbron van belang voor kuifeend, topper, tafeleend en brilduiker (§4.2). Daarbij dient opgemerkt te worden dat de tafeleend het minst kieskeurig is en ook regelmatig foerageert op waterplanten (Noordhuis, 2010).

Zoetwatermosselen zijn zogenaamde “filter-feeders”, wat betekent dat ze organisch materiaal uit het water filteren om aan voedsel te komen. Om te kunnen groeien hebben ze een hard substraat nodig waaraan ze zich vasthechten. Dit kunnen bijvoorbeeld oude mosselbanken, schelpbodems of kunstmatige materialen zijn. Doordat de mosselen organisch materiaal uit het water filteren kunnen ze bij afdoende hoge dichtheden een positief effect hebben op het doorzicht van het water (Noordhuis 2010).

Tussen 1999/2000 en 2006/2007 is de driehoeksmossel populatie in het IJsselmeer ingezakt (Noordhuis 2010). Vóór 1999/2000 kwamen zowel in het noordelijk als in het zuidelijk deel van het IJsselmeer hoge dichtheden en biovolumes mosselen voor. Na de sterke achteruitgang in 2006 zijn alleen in het zuidelijk deel van het IJsselmeer hoge dichtheden/biovolumes aangetroffen. Het inzakken van de populatie is waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van erg warm water in juli 2006 en zuurstofgebrek bij de bodem.

De driehoeks- en quaggamosselkartering in het IJsselmeer in 2012 (Bij de Vaate 2012) laat duidelijk zien dat in het noordelijk deel van het IJsselmeer de verspreiding, de dichtheid en de biovolumes ten opzichte van de kartering in 2006/2007 weinig zijn veranderd. Het is nog steeds zo dat het noordelijke IJsselmeer lage biovolumes aan mosselen bevat (figuur 5.1).

De biovolumes aan mosselen in het onderzoeksgebied is in vergelijking met andere delen van het IJsselmeer laag. De biovolumes zijn in het onderzoeksgebied ongeveer 0,1-5 ml per monsterpunt terwijl deze elders in het meer tussen de 100 en meer dan 500 ml per monsterpunt zijn (Bij de Vaate 2012). Ook voor het onderzoeksgebied geldt dat de verspreiding en biovolumes van zoetwater mosselen tussen 2007 en 2012 nauwelijks zijn veranderd.



Figuur 5.1 Het biovolume (ml) van de aangetroffen *Dreissena*'s (driehoeksmossel en quaggamossel) per locatie (totaal van vijf monsters) inclusief een aanduiding voor een significante verandering t.o.v. 2007 (Uit: Bij de Vaate 2012).

5.1.3 Vissen

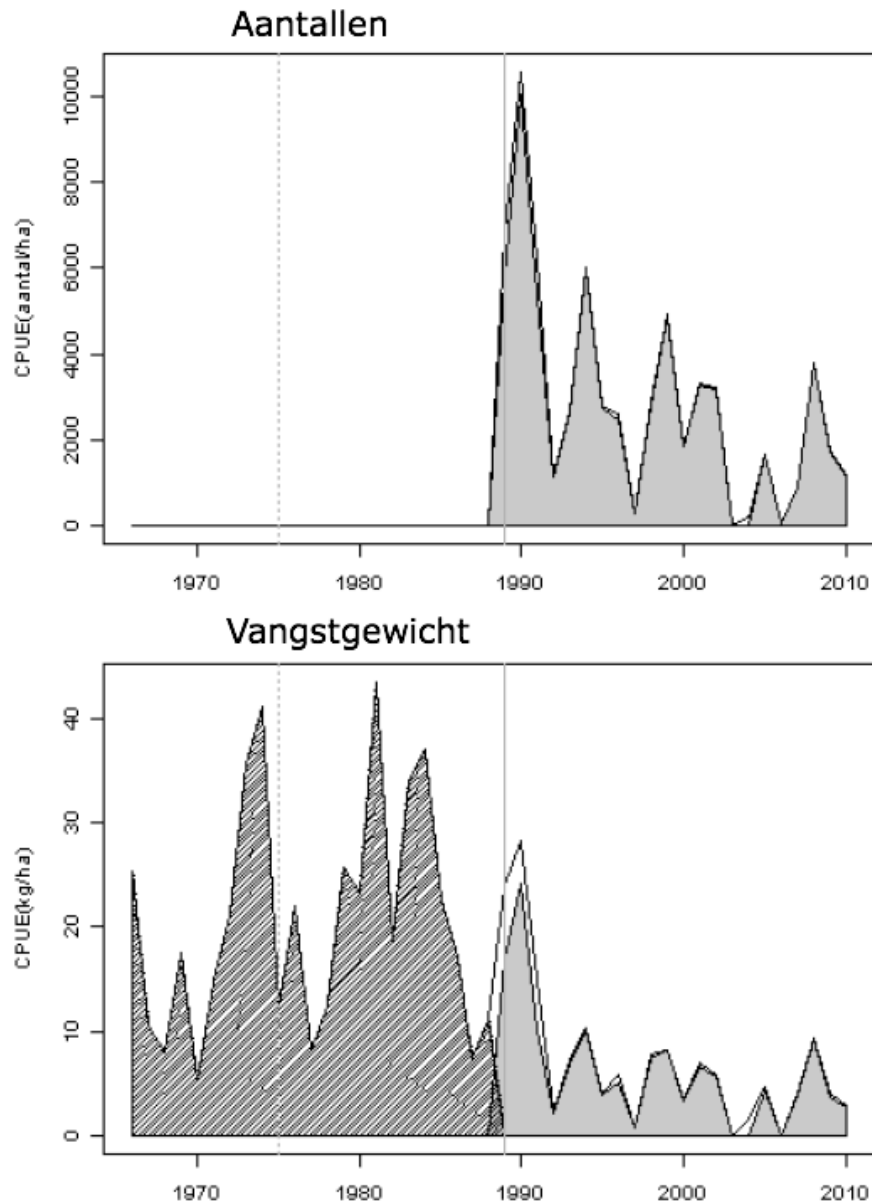
In §4.1 en 4.2 zijn de vissoorten genoemd die in hoofdzaak dienen als voedsel voor verschillende vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen. Hieronder wordt per vissoort het voorkomen, de verspreiding en

eventuele trends beschreven. Gegevens over vis komen uit de verschillende monitoringprogramma's van IMARES en beslaan de periode 2009-2011. De gegevens zijn op verschillende monsterpunten in het onderzoeksgebied verzameld. Ook is gebruik gemaakt van trendgegevens over vispopulaties uit Noordhuis *et al.* (2010). In §5.2 worden de wettelijk beschermde vissoorten beschreven.

Spiering

In het IJsselmeer komt zogenaamde "land-locked" spiering voor, dit is een van zee geïsoleerde populatie. Ze volbrengen, in tegenstelling tot hun soortgenoten op zee, hun gehele levenscyclus op het IJsselmeer. Net als bij andere zalmachtigen is spiering in een land-locked populatie kleiner dan die in zee. Spiering is in het IJsselmeer stapelvoedsel van baars, snoekbaars, fuut, grote zaagbek, middelste zaagbek, nonnetje en dwergmeeuw en vormt daarmee een belangrijke schakel in de voedselketen (Noordhuis 2010). In de zeventiger en tachtiger jaren van de vorige eeuw was spiering erg talrijk, waardoor ook selectieve visserij ontstond. Het bestand is sinds eind jaren tachtig echter sterk teruggelopen (figuur 5.2). De bijdragen van de verschillende (vermeende) oorzaken zijn niet precies bekend, maar meest waarschijnlijk zijn een combinatie van terugloop in voedsel voor spiering, toegenomen doorzicht (hogere predatiekans), hogere temperaturen in de zomer (sterfte) en selectieve visserij (Noordhuis 2010).

Het spiering bestand in het IJsselmeer is momenteel dusdanig laag (Van Overzee 2011) dat er forse restricties op de visserij zijn opgelegd. De afgelopen jaren was de voorjaarsvisserij op spiering veelal verboden.

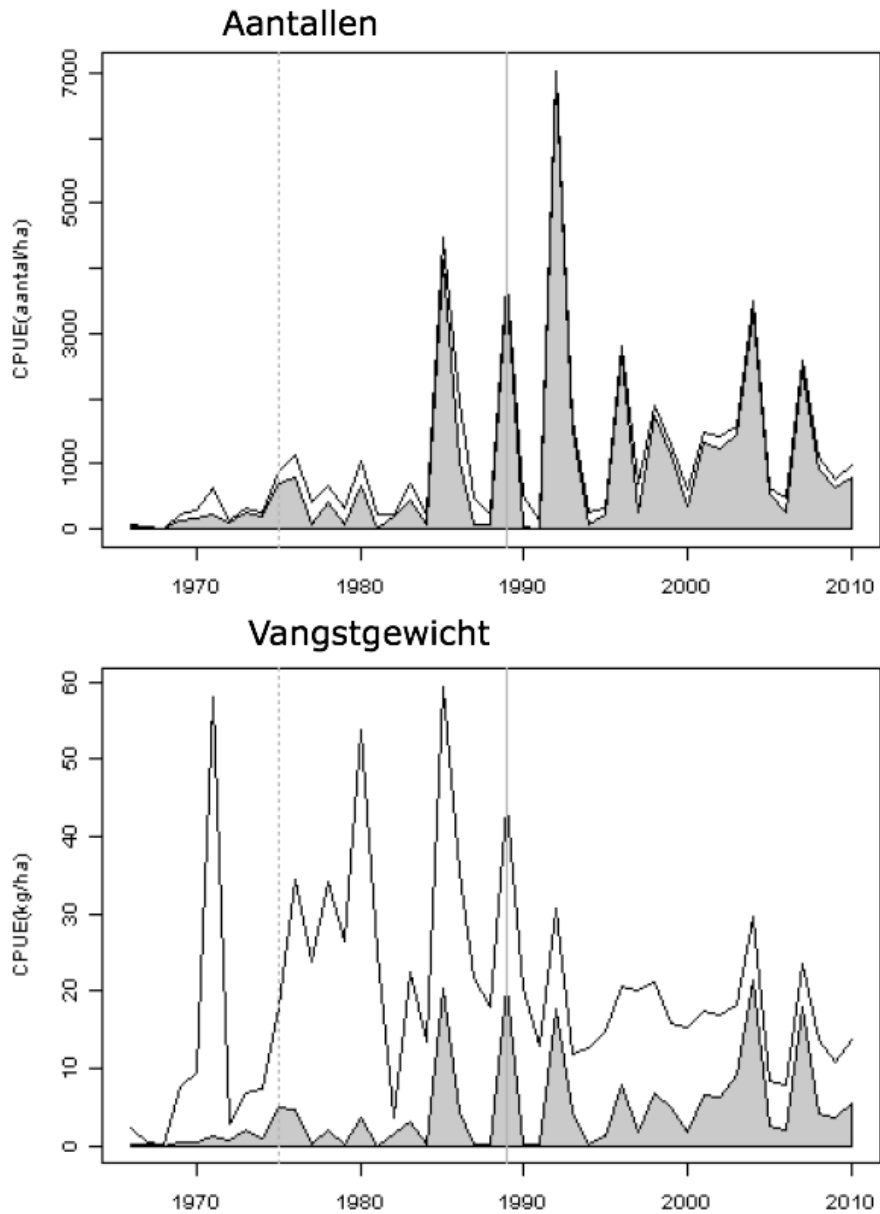


Figuur 5.2 Totale aantallen (bovenste grafiek; aantallen/ha) van spiering per jaar in het IJsselmeer en totale vangstgewicht (onderste grafiek; kg/ha) van spiering in het IJsselmeer op basis van de vangst met de grote kuil (Uit: Van Overzee et al. 2011).

Baars

Vooral fuut, aalscholver en grote zaagbek eten baars (Noordhuis, 2010). Baars komt algemeen voor in het IJsselmeer, maar de populatieomvang wordt sterk bepaald door visserij activiteiten. Tot 1970 werd er veel met grote kuil gevist, na het verbod op dit vistuig is overgeschakeld op fuiken. De baars populatie nam vervolgens sterk toe (figuur 5.3). De visserij reageerde hierop door met stand want te gaan vissen, en sindsdien is het bestand aan grotere exemplaren baars laag gebleven. Baars kent sterke variaties in populatie omvang tussen verschillende jaren. Een langjarige trendanalyse (1992-2012) laat wel zien dat er sprake is van een neerwaartse trend

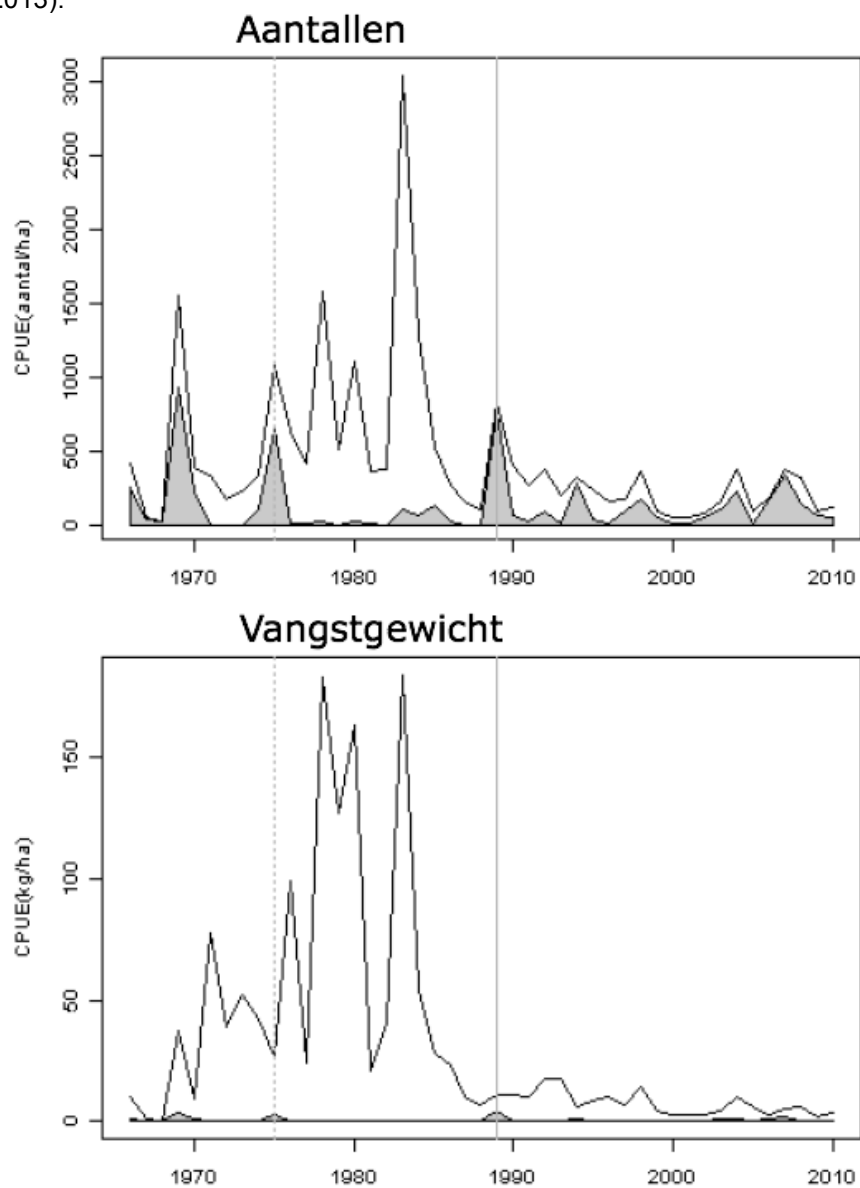
(Tien & Miller 2013). De afgelopen decennia is de overleving van jonge baars niet verbeterd. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door bijvangst in fuikvisserij en predatie door aalscholvers (De Leeuw *et al.* 2006).



Figuur 5.3 Totale aantallen (bovenste grafiek; aantallen/ha) van baars per jaar in het IJsselmeer en totale vangstgewicht (onderste grafiek; kg/ha) van baars in het IJsselmeer op basis van de vangst met de grote kuil (Uit: Van Overzee *et al.* 2011).

Blankvoorn

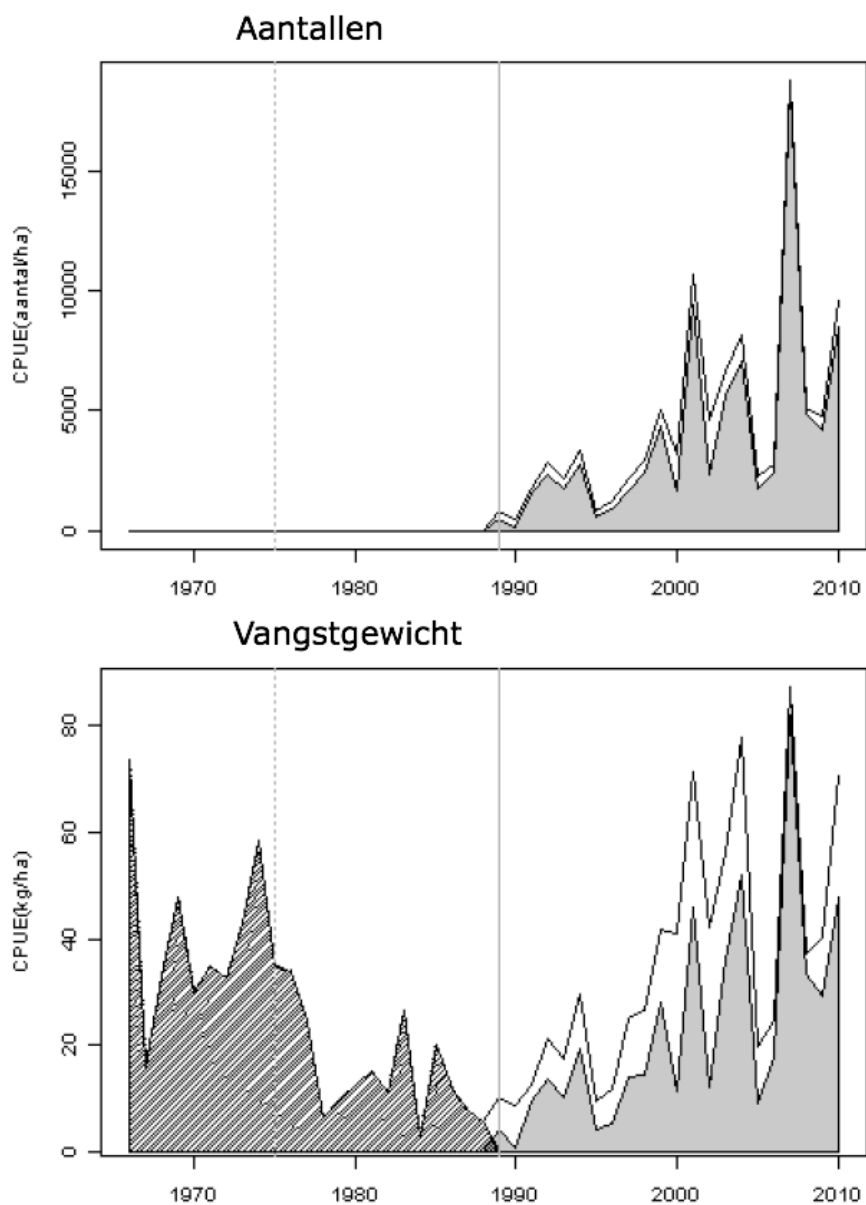
Blankvoorn wordt op het IJsselmeer vooral gegeten door aalscholvers en grote zaagbekken (Noordhuis, 2010). In de periode 1979-1994 bleken aalscholvers in hun dieet ongeveer 15% blankvoorn te hebben en grote zaagbek maar liefst 25% (Noordhuis, 2010). Langjarige trends geven aan dat het blankvoorn bestand op het IJsselmeer fors is afgenomen (figuur 5.4). In de jaren zeventig was nog sprake van een omvangrijke populatie met 100-200 kilo blankvoorn per hectare (Noordhuis 2010). Tegenwoordig is dat afgenomen tot hooguit enkele tientallen kilo's per hectare (Noordhuis 2010). Het blankvoorn bestand is tussen 2000 en 2011 redelijk stabiel gebleven (met enkele sterke jaarklassen), maar in 2012 juist afgenomen (Tien & Miller 2013).



Figuur 5.4 Totale aantallen (bovenste grafiek; aantallen/ha) van blankvoorn per jaar in het IJsselmeer en totale vangstgewicht (onderste grafiek; kg/ha) van blankvoorn in het IJsselmeer op basis van de vangst met de grote kuil (Uit: Van Overzee et al. 2011).

Pos

In tegenstelling tot de hiervoor besproken soorten wordt er op pos niet commercieel gevist (Van Overzee 2011). Pos zit vooral op en nabij de bodem, waar in hoofdzaak op bodemdieren wordt gejaagd. Sinds de jaren negentig van de vorige eeuw lijkt het posbestand toegenomen (figuur 5.5). Omdat er een sterke variatie van jaar op jaar is, is de trend niet helemaal duidelijk. Verminderde concurrentie van brasem om voedsel wordt als mogelijke verklaring aangedragen voor de positieve trend in het IJsselmeer (Noordhuis 2010). Vooral fuut, aalscholver en dwergmeeuw vangen veel pos, respectievelijk 20%, 49% en 20% aandeel in het dieet (Noordhuis 2010).



Figuur 5.5 Totale aantallen (bovenste grafiek; aantallen/ha) van pos per jaar in het IJsselmeer en totale vangstgewicht (onderste grafiek; kg/ha) van pos in het IJsselmeer op basis van de vangst met de grote kuil (Uit: Van Overzee et al. 2011).

5.1.4 Zeehonden

Gewone zeehond

Na de afsluiting van de Zuiderzee komt de gewone zeehond nog slechts sporadisch voor in het IJsselmeer. Recent verblijven enkele individuen in het IJsselmeer, waarbij ze rusten op de Steile Bank, bij Laaksum, Hindeloopen en op de Kreupel.

In de Waddenzee komt de gewone zeehond talrijk voor. De populatie vertoont een stijgende trend. Uitzonderingen gelden voor eind jaren 80' en begin jaren 00'. In deze jaren resulteerden infectieziekten in aanzienlijke maar kortstondige afnamen van de populatie. De huidige populatie in de Waddenzee bestaat uit circa 6.000-7.000 dieren (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl).

De gewone zeehond is afhankelijk van platen om te rusten. In de zomerperiode worden zandplaten tevens gebruikt voor het grootbrengen van de jongen. Langs het grootste deel van de afsluitdijk ligt geen droogvallend wad en de zeehondenligplaatsen beperken zich tot gebieden rond Den Oever, richting het Balgzand en ten noorden van het Kornwerderzand (Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015). Dit betekent dat de dichtstbijzijnde ligplaatsen van de gewone zeehond in de Waddenzee op meer dan 4 kilometer afstand van Windpark Fryslân liggen. Deze platen worden niet of nauwelijks gebruikt door gewone zeehonden en hun jongen (Dankers *et al.* 2006). Voor de jaren 2008-2012 waren in het telgebied ten noorden van de Afsluitdijk tussen de 32 en 103 gewone zeehonden aanwezig (website Wageningenur.nl). Dit betreft 0,5% -1.5 % van de populatie gewone zeehonden uit de Nederlandse Waddenzee. .

Gegevens over het gebiedsgebruik van foeragerende gewone zeehonden zijn niet of nauwelijks beschikbaar. Gewone zeehonden kunnen tijdens het foerageren grote afstanden overbruggen. In augustus zijn de hoogste dichtheden zeehonden in de Waddenzee aanwezig.

Grijze zeehond

De grijze zeehond komt eveneens vrij algemeen voor in de Waddenzee. Recente waarnemingen uit het IJsselmeer zijn niet bekend. De populatie vertoont sinds de jaren 90' een stijgende trend. De huidige populatie in de Waddenzee bestaat uit circa 3.000 dieren (<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl>).

De grijze zeehond is net als de gewone zeehond afhankelijk van zandplaten om te rusten. In de zomerperiode worden zandplaten tevens gebruikt voor het grootbrengen van hun jongen. Langs het grootste deel van de afsluitdijk ligt geen droogvallend wad en de zeehondenligplaatsen beperken zich tot gebieden rond Den Oever, richting het Balgzand en ten noorden van het Kornwerderzand (Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015). Dit betekent dat de dichtstbijzijnde ligplaatsen van de gewone zeehond in de Waddenzee op meer dan 4 kilometer afstand van Windpark Fryslân liggen. Deze platen worden niet of nauwelijks gebruikt door grijze zeehonden en hun jongen (uit Dankers *et al.* 2006).

Gegevens over het gebiedsgebruik van foeragerende grijze zeehonden zijn niet of nauwelijks beschikbaar. Grijze zeehonden kunnen om te foerageren grotere afstanden overbruggen dan de Gewone zeehond, afstanden boven de 200 kilometer zijn geen uitzondering.

5.2 Wettelijk beschermde vissoorten

In het IJsselmeer komen verschillende wettelijk beschermde vissoorten voor (zie ook tabel 3.5). Het voorkomen van deze soorten in het onderzoeksgebied wordt hieronder kort beschreven. Gegevens over het voorkomen zijn afkomstig uit de verschillende monitoringprogramma's van IMARES. Door het schaarse voorkomen van de meeste soorten, of de slechte vangbaarheid vanwege het gedrag, is onderstaande beschrijving slechts een indicatie. De feitelijke verspreiding en abundantie is bij veel van onderstaande soorten slecht bekend.

Kleine modderkruiper

De kleine modderkruiper leeft talrijk in de oeverzone en is daar het talrijkst in natte riet- en oevervegetaties (data IMARES). De soort heeft daar een permanent leefgebied. Het open water van het plangebied vormt geen geschikt leefgebied voor de soort.

Houting

Houting komt voor langs de Afsluitdijk. In de fuikmonitoring langs de Afsluitdijk zijn in het onderzoeksgebied in 2009, 2010 en 2011 (de jaren waarover data beschikbaar zijn) respectievelijk 3.388, 2.447 en 671 houtingen gevangen. Nadat houting in 1939 was uitgestorven in het Rijnstroomgebied, is in 1992 met een grootschalig herintroductieprogramma begonnen in Duitsland. Sindsdien worden steeds meer houtingen in het IJsselmeer aangetroffen (Kuijs 2012). Het IJsselmeer blijkt een belangrijk leefgebied te zijn voor houting, de vissen worden er jaarrond aangetroffen. In het late najaar (oktober-december) vindt paaitrek plaats, de vissen zwemmen dan vanuit het IJsselmeer de IJssel (Winter et al, 2008).

Rivierprik

Rivierprik komt voor langs de Afsluitdijk. De soort is sporadisch aangetroffen in de fuiken langs de Afsluitdijk. Ook de rivierprik trekt, net als houting, vanuit zee via het IJsselmeer de IJssel op om er te paaien. Van rivierprik wordt vermoed dat ze slechts een deel van het jaar aanwezig zijn in het IJsselmeer, in de paai trektijd (februari-april). Ook zullen de juveniele rivierprikken zich door het IJsselmeer begeven richting zee, om daar op te groeien. Juveniele rivierprikken worden in de verschillende monitoringprogramma's echter niet gevangen, o.a. omdat ze vanwege hun geringe grootte makkelijk ontsnappen uit bijvoorbeeld fuiken.

Bittervoorn

Bittervoorn leeft in de oeverzone bij Makkum. In de oeverbemonstering is de soort alleen bij Makkum aangetroffen. De bittervoorn is een plantenminnende soort. Op

open water, of bij onnatuurlijke oevers zonder waterplanten of een oeverzone (zoals de Afsluitdijk), is geen leefgebied.

Zeeprik

Zeeprik komt voor langs de Afsluitdijk. De soort is er alleen in de fuiken aangetroffen. In de periode 2009-2011 zijn hier 300-400 exemplaren per jaar gevangen. Net als de rivierprik gebruikt de zeeprik het IJsselmeer als doortrekgebied naar de paaigebieden in rivieren (Kuijs *et al.* 2012). Het IJsselmeer fungeert niet als paai- of opgroeigebied. Wel is het van belang als doortrekgebied naar de paaigronden.

Fint

Fint komt voor langs de Afsluitdijk. De soort is er alleen in de fuiken aangetroffen. In de perioden 2009-2011 zijn jaarlijkse enkele tientallen exemplaren gevangen. Het IJsselmeer fungeert alleen als doortrekgebied naar (nog) onbekende paaigebieden (Kuijs *et al.* 2012). Paai van fint is in de recente geschiedenis in Nederland niet aangetoond (Kuijs *et al.* 2012).

Aal

Aal komt talrijk voor langs de Afsluitdijk. Met name in de oeverzone gaat het om tientallen alen per hectare bemonsterd oppervlak. Het IJsselmeer en Markermeer zijn belangrijke gebieden voor alen (Overzee *et al.* 2011). De jonge glasalen trekken bij Kornwerderzand het IJsselmeer in, om er vervolgens op te groeien. Het belang van het IJsselmeergebied voor aal blijkt ook uit de commerciële visserij. De aalpopulatie gaat in Nederland al jaren hard achteruit gaat. Dit geldt zowel voor de intrek van glasaal als voor de langere tijd verblijvende volwassen alen (Overzee *et al.* 2011). Om hier iets aan te doen is een landelijk aal beheerplan opgesteld. Het onderzoeksgebied is voor aal van belang als leef- en opgroeigebied.

5.3 Overige soortgroepen

Terrestrische vegetatie

Er komen zeker 87 verschillende plantensoorten op de Afsluitdijk voor (Emond & Reitsma 2006). Het werkelijk aantal ligt waarschijnlijk hoger omdat slechts een deel van de Afsluitdijk op vegetatie onderzocht is. Drie soorten, te weten rood zwenkgras *Festuca rubra*, ruw beemdgras *Poa trivialis* en kropaar *Dactylis glomerata* waren zo algemeen dat ze in alle plots voorkwamen die door Emond & Reitsma (2006) onderzocht zijn. Vrijwel alle vegetaties kunnen gerekend worden tot de glanshaverassociatie. Dit type vegetatie is kenmerkend voor wegbermen die één- tot tweemaal per jaar worden gemaaid.

De vegetaties op de vlakke delen zijn relatief schraal en kruidenrijk, ruigtesoorten ontbreken veelal. Hier komen soorten als Goudhaver en Reukgras vaak voor. Op de schraalste delen komen zelfs soorten als vroege haver, gewone veldbies, hazenpootje en langbaardgras voor. Op de Waddenzeedijk is de begroeiing veelal ruiger van karakter, met soorten als kropaar, rietzwenkgras, akkerdistel en krulzuring. Het

verschil kan naar alle waarschijnlijkheid worden verklaard uit verschil in bodemsamenstelling: zandig in de vlakke delen en meer kleiig op de Waddenzeedijk (Steendam & Reitsma 2006).

De open terreinen op Breezanddijk zijn overwegend droog-grazig met een enigszins ruderaal karakter. Soorten als gewoon struisgras, duizendblad, smalle weegbree, roodzwenkgras, akkerdistel, Jacobskruiskruid, kruipende boterbloem komen hierin veelvuldig voor (Smits & Reitsma 2015); tevens is de bedekking door mos hoog (30-60%). De bodem bestaat uit zand met een hoge schelpenfractie (afkomstig uit de voormalige Zuiderzee). De vegetatie wordt naar verwachting een keer per jaar gemaaid. Er is een afwisseling van kort grazige terreindelen (langs de randen, onder invloed van konijnenbegrazing) en ruigere delen (met soorten als Jacobskruiskruid en akkerdistel). Tegen het talud van de afrit vanaf de A7 ligt een laag struweel met gewone vlier en rimpelroos. In deze terreinen zijn geen beschermde soorten planten aangetroffen. Geschikte groeiplaatsen / biotopen zijn niet aanwezig. De rode lijst soort blauw walstro komt hier wel voor. Deze is algemeen langs de Afsluitdijk (Steendam & Reitsma, 2006) voor komt. Deze soort is niet beschermd.

Zoogdieren

Op de Afsluitdijk komt een beperkt aantal soorten zoogdieren voor, waaronder bruine rat, mol en veldmuis. Het konijn komt voor in Kornwerderzand en Breezanddijk. Plaatselijk komt ook de mol op de Afsluitdijk voor (Emond & Reitsma 2006). Op de open grazige terreinen van Breezanddijk heeft het konijn verspreid liggende holen/burchten, met name langs de taluds van de omliggende greppels, in mindere mate ook op het centrale terrein (Smits & Reitsma 2015). Incidenteel kunnen soorten als vos, bunzing, haas het plangebied aandoen (geen leefgebied). Zwaarder beschermde soorten als Noordse woelmuis en Waterspitsmuis (Tabel 3 AMvB art 75 Flora- en faunawet) zijn bekend uit de Makkumer Noordwaard (Wansink & Van der Vliet in Noordhuis, 2000; Nieuwenhuizen *et al.*, 2000 & De Jong *et al.*, 2004). De IJsselmeeroever langs de Afsluitdijk betreft een verharde oever met soortenarme ruigtes en zonder riet- en moerasvegetaties. Het voorkomen van beide genoemde soorten kan hier dan ook worden uitgesloten.

Ongewervelden

De Afsluitdijk fungeert als een belangrijk leefgebied voor landelijk algemeen voorkomende vlinders en sprinkhanen als atalanta, dagpauwoog, hooibeestje, krassertje en bruine sprinkhaan. Op Jacobskruiskruid zijn rupsen gevonden van de St. Jacobsvlinder (Emond & Reitsma 2006). De beschermde platte schijfhoren is bekend uit de omgeving van Den Oever (Stichting Anemoon, 2005). Op de open grazige terreinen van Breezanddijk ontbreekt geschikt habitat voor beschermde soorten ongewervelden (Smits & Reitsma 2015).

Amfibieën en reptielen

Op en langs de Afsluitdijk komen geen amfibieën en reptielen voor. Er is geen geschikt leefgebied (zowel land- als waterhabitat) aanwezig (Emond & Reitsma 2006).

6 Literatuur

- Brenninkmeijer, A., Beemster, N. & Bos, D. 2006. Foerageermogelijkheden voor kiekendieven en herbivore watervogels rond de Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. A&W-rapport 726. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Camphuysen, C.J., 2011. Lesser Black-backed Gulls nesting at Texel. Foraging distribution, diet, survival, recruitment and breeding biology of birds carrying advanced GPS loggers. NIOZ-Report 2011-05. Royal Netherlands Institute of Sea Research, Den Burg, the Netherlands.
- Dankers, N., J. Cremer, E. Dijkman, S. Brasseur, K. Dijkema, F. Fey, M. De Jong & C. Smit. 2006. Ecologische Atlas Waddenzee. Wageningen Inmares, Texel.
- Dankers, N., Cremer, J., Dijkman, E., Brasseur, Dijkema, K., Fey, F., De Jong, M., en Smit, C., (2007). Ecologische Atlas Waddenzee, IMARES, Wageningen.
- Van Dobben, W.H. & G.F. Makkink, 1933a. Der Einfluss der Leitlinien auf die Richtung des Herbstzuges am Niederländischen Wattenmeer. *Ardea* 22: 30-48.
- Van Dobben, W.H. & G.F. Makkink, 1933b. De najaarstrek 1932 der zangvogels over het Waddengebied. *Ardea* 22: 14-158.
- Van Dobben, W.H. 1953. Bird migraine in the Netherlands. *Ibis* 95: 212-234.
- Van Eerden, M.R., S.H.M. van Rijn & M. Roos, 2005. Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. RIZA Rapport 2005.014. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- EL&I, Ministerie van, 2012. Wijzigingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer. Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Ens, B.J., F. Bairlein, C.J. Camphuysen, P. de Boer, K.M. Exo, N. Gallego, B. Hoye, R.H.G. Klaassen, K. Oosterbeek & J. Shamoun-Baranes, 2008. Tracking of individual birds. Report on WP3230 (bird tracking sensor characterization) and WP4130 (sensor adaptation and calibration for bird tracking system) of the FlySafe basic activities project. SOVON-onderzoeksrapport.
- Emond, D. & J.M. Reitsma, 2006. Beoordeling beschermde soorten Afsluitdijk. Quick scan in het kader van de Flora- en faunawet. Rapport-nr 06-152, Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.
- Hornman M., Hustings F., Koffijberg K., Klaassen O., van Winden E., Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & Soldaat L. 2013. Watervogels in Nederland in 2010/2011. Sovon-rapport 2013/02, Waterdienst-rapport BM 13.01. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Gyimesi, A., T.J. Boudewijn, M.J.M. Poot & R-J. Buijs, 2011. Habitat use, feeding ecology and breeding success of Lesser black-backed gulls in Lake Volkerak. Rapport 10-234. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Heunks, C., J.C. Kleyheej-Hartman, M. Boonman & R.G. Verbeek, 2015. Effecten van Windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. Rapport 13-174.2. Bureau Waardenburg. Culemborg.
- Heunks, C., A. Gyimesi, D. Beuker & M. Collier, 2012. Radaronderzoek naar vliegbewegingen van duikeenden in het IJsselmeer en Markermeer. Resultaten van veldonderzoek in de winter van 2012. Rapport 12-077. Bureau Waardenburg, Culemborg.

- Van der Hut, R.M.G., 2001. Terreinkeus van de roerdomp in Nederlandse moerasgebieden. Rapport 01-010. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Hut, R.G.M., Kersten, M., Hoekema, F. & Brenninkmeijer, A. 2007. Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied. Verspreidingskaarten van kustvogels voor het calamiteitensysteem CALAMARIS. A&W-rapport 907. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- van der Kamp, J. 1994. Voedsel van ruiende duikeenden op het Markermeer. De bodemfauna van een internationaal belangrijk ruigebied. Rapport RWS Dir. IJsselmeergebied, Lelystad.
- Kuijs, E., I. Tulp, I. de Boois, J. van Willigen & R. Nijman, 2012. Diadrome vissen in het IJsselmeer/Markermeer en de Waddenzee. Jaarrapport 2010. Rapport C048/12. IMARES, IJmuiden.
- De Jong, Th., Boonman, M. & Hoogerwerf, G., 2004. Vissen, muizen en amfibieën op de Makkumer Noardwaard. Inventarisaties en maatregelen. Bureau Viridis & Natuurbalans – Limes Divergens bv.
- De Leeuw J.J., 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Van Zee tot Land 61. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad, en dissertatie Universiteit Groningen.
- De Leeuw J.J., & M.R. van Eerden 1995. Duikeenden in het IJsselmeergebied. Herkomst, populatie-structuur, biometrie, rui, conditie en voedselkeuze. Flevovericht 373. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- De Leeuw, J.J., C.M. Deerenberg, W. Dekker, R. van Hal & H. Janzen, 2006. Veranderingen in de visstand van het IJsselmeer en Markermeer: trends en oorzaken. RIVO-rapport C022.06. RIVO, IJmuiden.
- De Leeuw J.J. 2007. Aanbevelingen richtlijnen duurzame visserij op spiering in IJsselmeer/Markermeer. Rapport C008/07. IMARES, IJmuiden.
- Lensink R. & J. van der Winden 1997. Trek van niet-zeevogels over de Noordzee: een verkenning. Bureau Waardenburg rapport nr. 97.023. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lensink, R. , H. van Gasteren, F. Hustings, L.S. Buurma, G. van Duin, L. Linnartz, F. Vogelzang & C. Witkamp, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.
- LNV, Ministerie van, 2008a. Besluit Natura 2000-gebied Waddenzee. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag.
- LNV, Ministerie van, 2008b. Besluit Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag.
- LNV, Ministerie van, 2008c. Besluit Natura 2000-gebied Duinen Vlieland. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag.
- LNV, Ministerie van, 2009. Besluit Natura 2000-gebied IJsselmeer. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag.
- LNV, Ministerie van, 2010. Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag.
- NEM, 2013. Aantallen vogels Natura 2000 gebieden IJsselmeer, Waddenzee, Vlieland, Texel. Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, RWS, CBS), www.sovon.nl.
- Nieuwenhuizen, W., La Haye, M.J.J. & Mertens, F., 2000. De noordse woelmuis in Fryslan. Naar een duurzame instandhouding. Alterra rapport 149. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming. Wageningen.

- Noordhuis, R. (red.), 2010. Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- Noordhuis, R., S. Groot, M.D. Pires & M. Maarse, 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-2000 doelen.
- Noordhuis, R. (red.), 2000. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage IJsselmeer en Markermeer. RIZA rapport 2000.050.
- Overzee H.M.J van, I.J. de Boois, O.A. van Keeken, B. van Os-Koomen, J. van Willigen en M. de Graaf, 2011. Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2010. Rapport C041/11. IMARES, IJmuiden.
- Pondera, 2010. Passende Beoordeling Windpark Noordoostpolder. Pondera Consult, Hengelo.
- Poot, M.J.M., J. van der Winden, H. Schekkerman, S.M.J. van Lieshout, S. Dirksen, 2002. Treedt er stuwning op tijdens nachtelijke seizoenstrek van vogels over de Afsluitdijk? Veldonderzoek naar hoogteverdelingen en horizontale gradiënten. Rapport-nr 02-005. Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.
- Poot, M.J.M., C. Heunks, H.A.M. Prinsen & J. de Jong, 2010. Verspreiding van watervogels op het open water in de nazomer in het IJsselmeergebied. Resultaten van vliegtuigtellingen in augustus 2010. Rapport-nr 10-230, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Poot, M.J.M., J. de Jong, R.J. Jonkvorst, R.C. Fijn & C. Heunks, 2012. Watervogels op het open water van het IJsselmeergebied in januari en maart 2012. Resultaten van vliegtuigtellingen op basis van Distance sampling & analysis. Rapport 12-085, Bureau Waardenburg, Culemborg,
- Pot, R. 2007 Veldgids water- en oeverplanten; 2e druk. KNNV-Uitgeverij/Stowa, Utrecht.
- Rijkswaterstaat Waterdienst, 2011. Natura 2000-doelen in de Waddenzee. Van instandhoudingsdoelen naar opgaven voor natuurbescherming. Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad.
- Van Rijn, S., M. Menken & M. Platteeuw, 2010. Doeluitwerking Natura 2000 IJsselmeergebied. Concept juni 2010. Rijkswaterstaat-Waterdienst, Lelystad.
- Van Rijn, S., M. Bovenberg, K. Hasenaar, M. Roos & M.R. van Eerden 2012. Voedsel van overwinterende duikeenden in het IJsselmeergebied. Delta Milieu, Culemborg.
- Scharringa, C.J.G., W. Ruitenbeek & P.J. Zomerdijk, 2010. Atlas van de Noord-Hollandse broedvogels 2005-2009. Samenwerkende Vogelwerkgroepen Noord-Holland (SVN) / Landschap Noord-Holland.
- Schutte, H. & T. den Boer 1999. Lang leve de Lepelaar. Vijf jaar samenwerken aan soortbescherming. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Smits, R.R., H.A.M. Prinsen & M.J.M. Poot, 2010. Dagconcentraties en vliegbewegingen van duikeenden, zaagbekken en fuut in het IJsselmeer en Markermeer. Resultaten van veldonderzoek in winter 2008/2009. Conceptrapport. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Smits, R.R. & J.M. Reitsma, 2015. Quick scan Flora- en faunawet meetmast Breezanddijk. Notitie 14-327/14.06623/JanRe. Bureau Waardenburg, Culemborg.

- Steendam, H.J. & J.M. Reitsma, 2006. Vegetatie en erosiebestendigheid van grazige taluds op de Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport 06-135, Culemborg.
- Tien, N.H.T. & D.C.M. Miller, 2013. Vangstadviezen voor snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem in het IJsselmeer en Markermeer. Rapport C142/13, IMARES, Wageningen.
- Vaate A. bij de, & E.A. Jansen, 2012. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het IJsselmeer: resultaten van een gebiedsdekkende kartering uitgevoerd in 2012. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2012/03.
- Van der Vliet *et al* 2011. Maximale foerageerafstanden op een rij gezet voor 97 beschermde vogelsoorten. Toets, vakblad voor effectrapportage deel 18 (4), pagina 6-10..
- van der Winden, J., A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers, R.J.W. van de Haterd & S. Dirksen, 1999. Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk (samen met IBN-DLO). Rapport 99.03. IBN-DLO/ Bureau Waardenburg bv, Wageningen/Culemborg.
- Van der Winden J., 2002. The odyssey of the Black Tern *Chlidonias niger*: migration ecology in Europe and Africa. *Ardea* 90: 421-435.
- Van der Winden J., K.L.Krijgsveld, H. Inberg & R.C. Fijn, 2008. Beschermingsplan Duin- en Kustvogels. Basis rapport deel A. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Winden, J., S. Dirksen & M.J.M. Poot, 2011. Broedsucces visdieven op de Kreupel in 2010. Voortgangsrapport over de reproductie van de grootste kolonie van West-Europa. Rapport-nr 11-083. Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.
- Van der Winden, J. & O. Klaassen, 2008. Totaal aantallen sterns in het IJsselmeergebied in heden en verleden aan de hand van slaapplaatstellingen. Bureau Waardenburg rapport nr. 08-047/SOVON-Onderzoeksrapport 2008/04, Culemborg/Beek-Ubbergen.
- Van der Winden, J. 2013. Tellingen van zwarte sterns en visdieven op slaapplaatsen in het IJsselmeergebied in 2012. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van Winden, E. & O. Klaassen, 2009. Aantalsreeksen van Reuzensterms in Nederland, samengesteld uit slaapplaatstellingen en losse waarnemingen. SOVON-Notitie 2009-110.
- Witteveen+Bos 2015. Natuurtoets Afsluitdijk (Rijkswaterstaat), RW1929-5-472/115. Amsterdam.

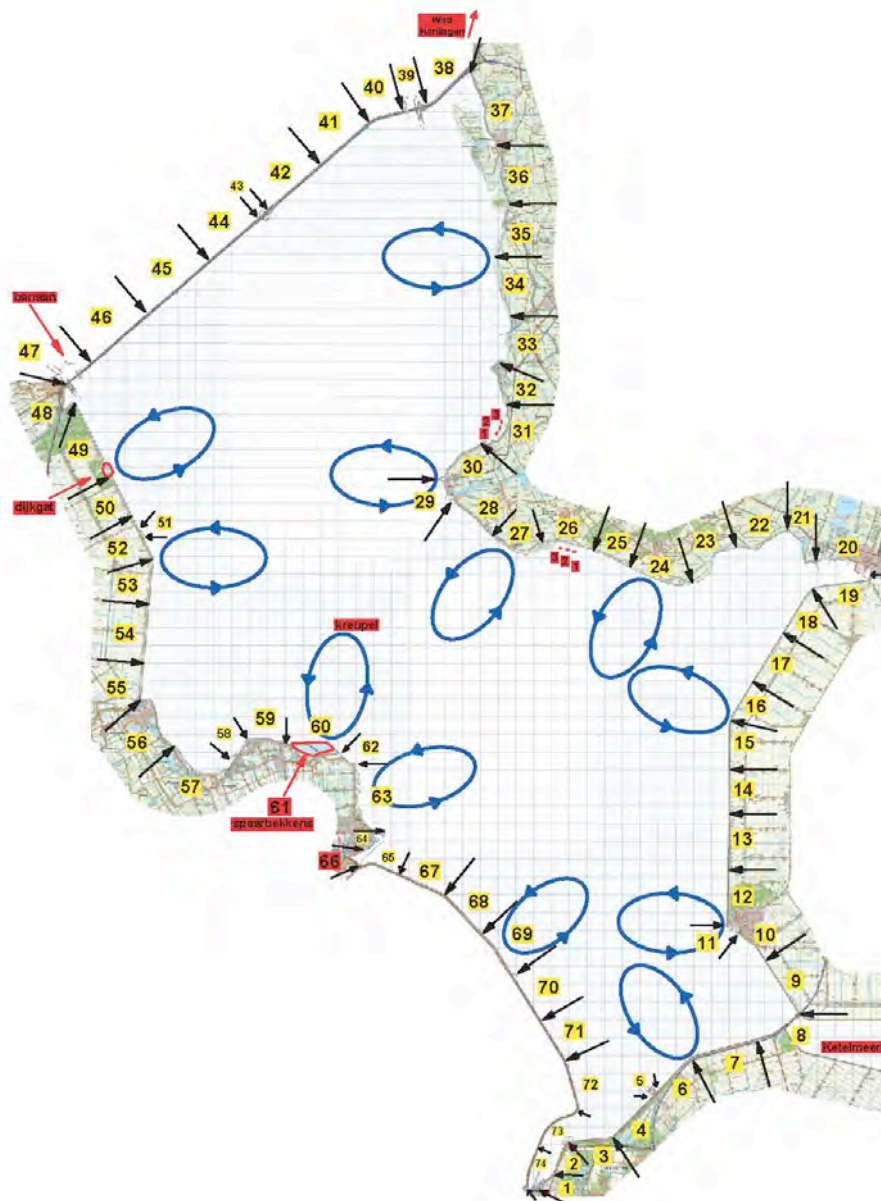
Bijlagen

Bijlage 1 Monitoring watervogels IJsselmeer (RWS)

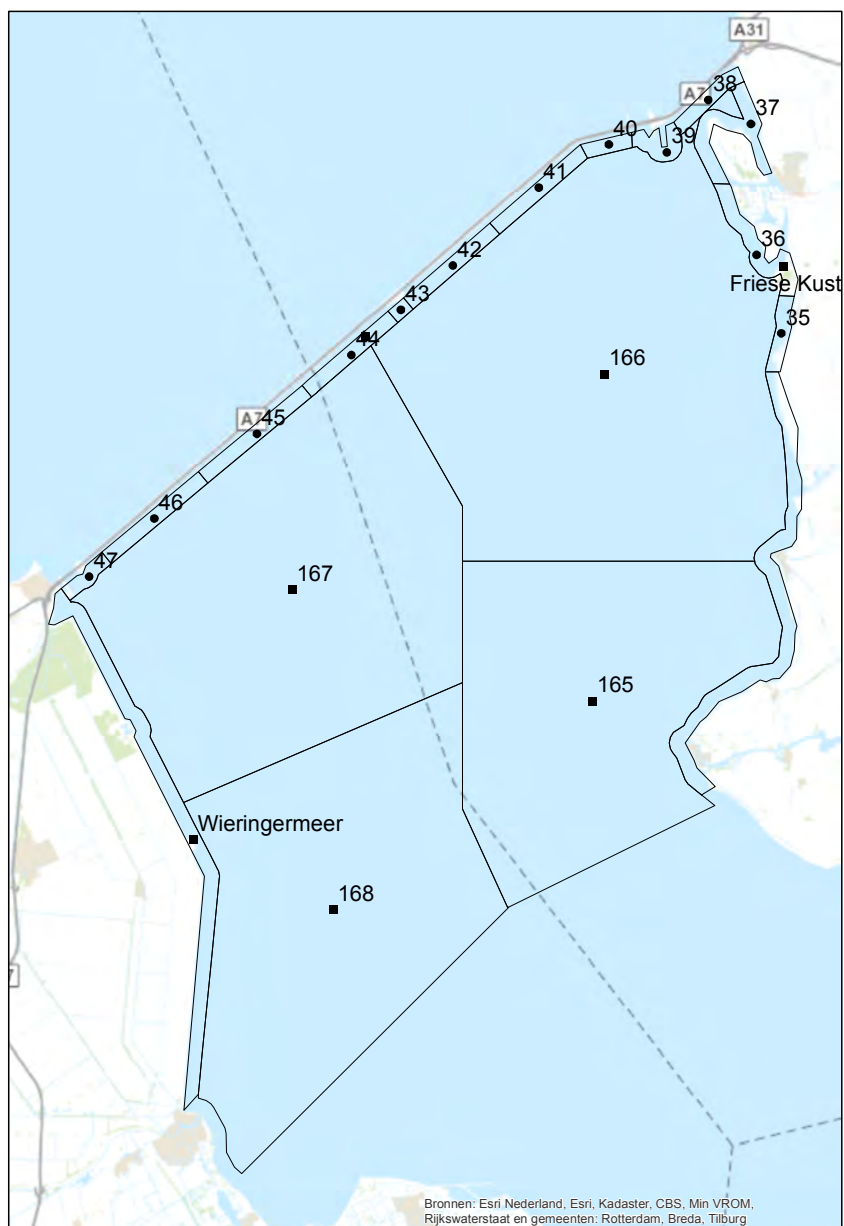
Tellingen van vogels vanuit het vliegtuig door RWS

(uit: Van Eerden *et al.* 2005)

De maandelijkse watervogeltellingen van het IJsselmeergebied worden uitgevoerd vanuit een éénmotorig vliegtuig (vgl. Winter 1994, Koffijberg & Van Eerden 1994). De tellingen vinden plaats rond de 15e van iedere maand, meestal op de dinsdag, maar afhankelijk van de weersomstandigheden wordt een telling soms een aantal dagen uitgesteld. In principe wordt het IJsselmeer in de ochtenduren (tussen 9:00h en 12:30) geteld, en het Markermeer en IJmeer in de middaguren. De maandelijkse tellingen zijn aanvankelijk gestart vanaf het land in 1975, de eerste vliegtuigtelling vond plaats in november 1979. Werd er eerst nog in grotere teleenheden geteld, in mei 1980 is de gehele oeverlengte van de meren opgedeeld in ca. 150 teltrajecten (zie figuur 1.1 en 1.2). Tot vandaag de dag worden deze zelfde teltrajecten nog steeds gebruikt. Een uitgebreide beschrijving van de telmethodiek is te vinden in Winter (1994) en Koffijberg & Van Eerden (1994).



Figuur 1.1 Telvakkenindeling van de maandelijkse vliegtuigtelling van RWS van het IJsselmeer (bron: Van eerden et al. 2005)



Figuur 1.2 Telvakkenindeling van de maandelijkse vliegtuigtelling van RWS van het IJsselmeer ingezoomd voor het noordelijke deel.

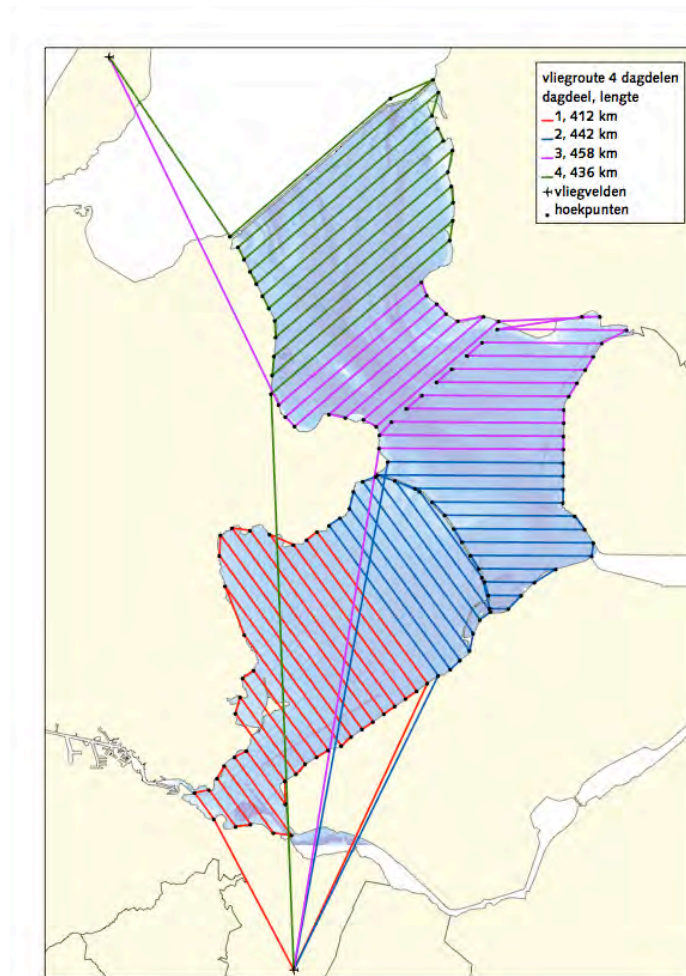
Bijlage 2 Tellingen watervogels op open water

Algemene aanpak vliegtuigtellingen

Voor het tellen van vogels over een groot oppervlak open water is een telling door middel van transecten vanuit vliegtuigen een efficiënte en betrouwbare methode gebleken. De transecten zijn steekproeven aan de hand waarvan later met een statistische exercitie totaalaantallen berekend kunnen worden. De bestaande tellingen vanuit een vliegtuig door Rijkswaterstaat Waterdienst, die vooral langs de randen van het IJsselmeer en Markermeer plaatsvinden en meer als totaaltellingen zijn te beschouwen, geven echter geen goed inzicht in de verspreiding en aantallen van de soorten van het open water. Om ook inzicht te krijgen in de verspreiding van deze soorten is door Bureau Waardenburg gekozen voor een onderzoeksopzet waarbij met een vliegtuig door middel van 70 transecten het gehele IJsselmeer en Markermeer wordt gedekt (figuur 2.1). De vliegtuigtelling is zes keer uitgevoerd (tabel 2.1). Tijdens de eerste twee surveys zijn uitsluitend drie zoekgebieden op het open water van het IJsselmeer en Markermeer onderzocht. Tijdens de overige surveys is het gehele Markermeer en IJsselmeer onderzocht. Tijdens deze surveys waren minimaal twee dagen nodig om het gehele IJsselmeer en Markermeer af te vliegen, waarbij er in totaal in vier dagdelen waarnemingen werden gedaan. Een vlucht kon ook niet langer dan 4 - 4,5 uur duren in verband met de concentratie van de waarnemers en de piloot.

Tabel 2.1 Overzicht van de dagen waarop de vliegtuigtellingen zijn uitgevoerd.

Survey	Seizoen	Datum	Onderzoeksgebied
1a	winter	29 januari 2009	zoekgebieden in IJsselmeer en Markermeer
1b	winter	23 februari 2009	zoekgebieden in IJsselmeer en Markermeer
2a	nazomer	11 & 12 augustus 2010	geheel IJsselmeer en Markermeer
2b	nazomer	19 & 20 augustus 2010	geheel IJsselmeer en Markermeer
3a	winter	25, 26 & 27 januari 2012	geheel IJsselmeer en Markermeer
3b	winter	20 & 21 maart	geheel IJsselmeer en Markermeer



Figuur 2.1 Vliegroute met volledige dekking van het IJsselmeer en Markermeer door 70 transecten. Een volledige telling duurde twee dagen, waarbij er op één dag twee vluchten werden uitgevoerd in verband met de noodzakelijke pauze voor zowel piloot als waarnemers. In de legenda is per dagdeel het totaal aantal gevlogen kilometers weergegeven. De weergegeven vliegroute is vier keer in zijn geheel uitgevoerd (tabel 2.1).

Survey design van transecten

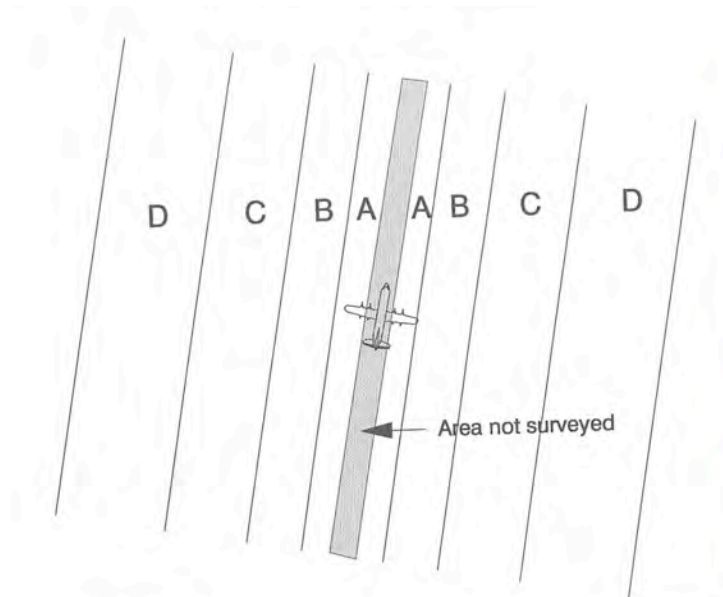
Het 'survey design' is zodanig gekozen dat het mogelijk is om in een later stadium verantwoorde analyses uit te voeren om dichtheden en verspreidingspatronen van de vogels met voldoende betrouwbaarheid vast te stellen. Van belang hiervoor is dat ten eerste een voldoende dicht netwerk aan transecten wordt gevlogen en ten tweede dat deze transecten dwars op de dominerende gradiënten van verspreidingspatronen liggen. In het geval van het IJsselmeer en Markermeer betekent dit dwars op de kust en dwars op de ligging van de geulpatronen. De lengte van de transecten varieert en is maximaal 27 kilometer. De onderlinge afstand tussen transecten bedroeg 1.500 meter.

Vastleggen en verwerking van waarnemingen vanuit het vliegtuig

De transecten werden met een één-motorige Cessna 172 op 130 meter hoogte gevlogen (figuur 2.2). Aan stuurboord en bakboord werden door twee afzonderlijke waarnemers alle waarnemingen op een cassetterecorder ingesproken met bijbehorende tijd op de seconde nauwkeurig. De tellingen worden uitgevoerd volgens richtlijnen opgesteld op basis van een internationale consensus over de te hanteren methode (Camphuysen *et al.* 2004). Dit betekent onder andere dat voor iedere waargenomen vogel wordt geregistreerd in welke afstandklasse gerekend vanuit het vliegtuig de desbetreffende vogel zich bevindt (figuur 2.3). Achteraf worden de waarnemingen gekoppeld aan de GPS-gegevens.



Figuur 2.2 De éénmotorige Cessna172 (PH-ADE) waarmee de transecttellingen zijn verricht en één van de waarnemers bezig met de telling (waarnemingen insprekend in een dictafoon).



Figuur 2.3 Schematische weergave van de waarneemstrips vanuit het vliegtuig (bovenaanzicht). Direct onder het vliegtuig is een gebied dat niet bekeken kan worden.

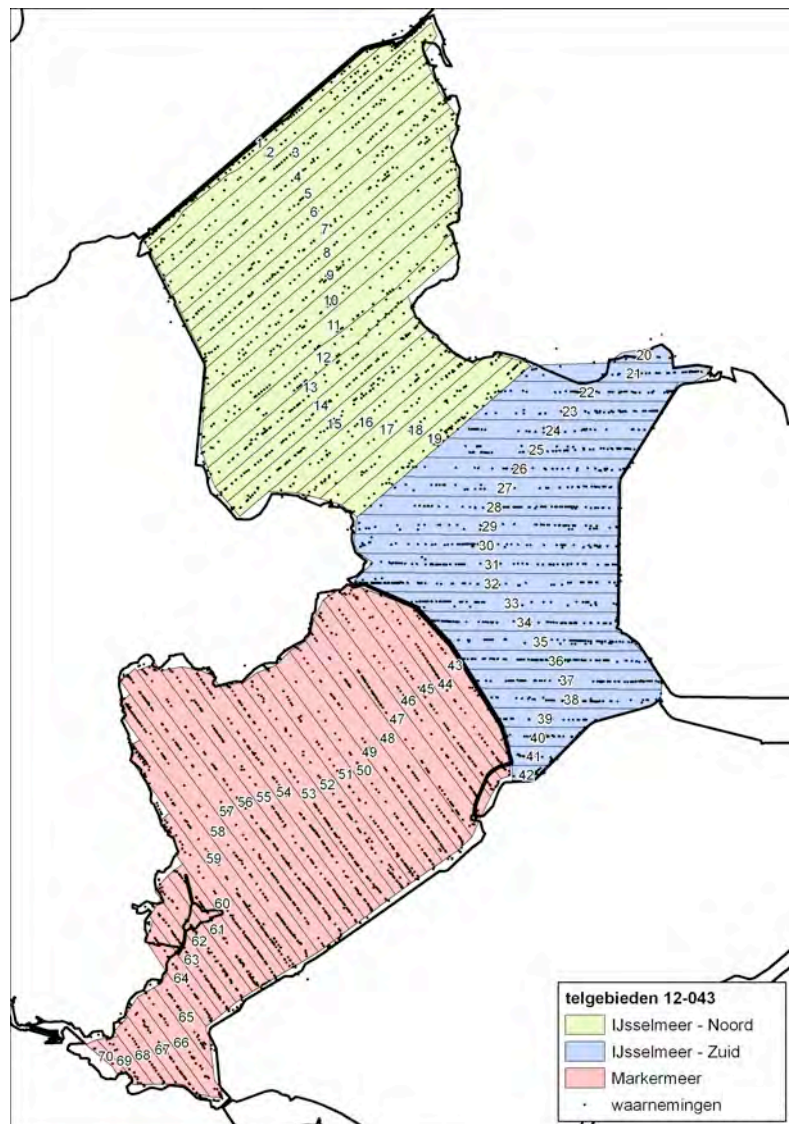
Bijlage 3 Populatieberekening vogels op open water

De 'Distance Sampling' Techniek

Om het totaal aantal vogels op open water te berekenen is door Poot *et al.* (2012) de 'Distance Sampling' Techniek gebruikt. De Distance Sampling Techniek (Buckland *et al.* 1993, 2001, 2004) is een veld- en berekeningsmethode waarbij via het vastleggen van waarnemingen en hun afstand ten opzichte van een transectlijn (vandaar 'Distance') totale populaties in een studiegebied berekend kunnen worden. De detectiekans om vogels waar te nemen vanuit een vliegtuig neemt af met toenemende afstand tot de gevolgde transectlijn. Het principe van de analyse methode is om dit detectieverlies te modelleren. Een detectiecurve kan worden bepaald door een wiskundige lijn door de frequentieverdeling van de waarnemingen te fitten die uitgezet is tegen de waarneemafstand. Wanneer de detectiecurve een goede fit heeft (bepaald op basis van statistische criteria) kan op grond van deze curve de werkelijke dichtheid op de transectlijn worden gereconstrueerd. Deze techniek staat daarom ook bekend als lijntransectmethode. Het sterke punt van de 'Distance sampling' benadering is dat de berekeningen op basis van statistische analyses plaatsvinden, zodat alle uitkomsten van bijvoorbeeld de populatieschattingen begeleid worden met betrouwbaarheidsintervallen. Om deze analyses te doen is software beschikbaar op internet (Distance versie 6.0, release 2.0, Thomas *et al.* 2009). In Poot *et al.* (2012) wordt in meer detail toegelicht hoe de methode gebruikt is voor de tellingen in het IJsselmeergebied.

Populatieschatting van vogels op open water

Door middel van een 'Distance' analyse is de populatie vogels op open water geschat tijdens de 6 tellingen die door Bureau Waardenburg zijn uitgevoerd. De populatie is apart geschat voor drie deelgebieden (figuur 3.1).



Figuur 3.1 De indeling in deelgebieden van het IJsselmeergebied (IJsselmeergebied Noord en Zuid, en Markermeer) en de selectie van de waarnemingen vanaf de transecten die meegenomen zijn in de 'Distance' analyses om de totale populaties te berekenen voorkomend op het open water.

Tabel 3.1 Populatieschattingen van vogels op het open water in het IJsselmeer in de nazomer van 2010 en de winter van 2012 (met 95% betrouwbaarheidsinterval) op basis van een extrapolatie door middel van een 'Distance' analyse. Voor de surveys in de winter van 2009 kon de totale populatie niet geschat worden omdat alleen de zoekgebieden onderzocht zijn (zie bijlage 2)

IJsselmeer Noord							IJsselmeer Noord					
soort	2010 survey 2a		survey 2b				2012 survey 3a		survey 3b			
	augustus	-95%	95%	augustus	-95%	95%	januari	-95%	95%	maart	-95%	95%
fuut	749	333	1.686	381	180	804	372	214	649	2.551	1.640	3.968
aalscholver	5.056	1.808	14.142	1.961	738	5.210	2.280	1.463	3.580	2.065	1.118	3.813
smient							466	80	2.727	0	0	0
topper												
brilduiker							375	171	823	2.424	1.402	4.189
nonnetje												
grote zaagbek							1.587	968	2.603	2.334	1.216	4.483
zilvermeeuw	41	18	91	37	14	95	618	426	896	562	343	921
stormmeeuw	629	439	901	567	397	809	972	782	1.210	273	143	521
kokmeeuw	1.603	1.022	2.512	1.704	1.207	2.405	169	97	292	444	182	1.081
dwergmeeuw	0	0	0	73	36	144						
visdief	3.276	2.303	4.660	3.142	2.520	3.917						
zwarte stern	1.049	595	1.849	1.509	904	2.520						

IJsselmeer Zuid							IJsselmeer Zuid					
soort	2010 survey 2a		survey 2b				2012 survey 3a		survey 3b			
	augustus	-95%	95%	augustus	-95%	95%	januari	-95%	95%	maart	-95%	95%
fuut	155	66	366	132	61	284	388	229	655	3.469	2.198	5.476
aalscholver	5.671	1.299	24.754	1.009	376	2.710	1.162	601	2.244	1.975	1.125	3.467
smient							0	0	0	0	0	0
topper												
brilduiker							751	366	1.540	1.021	525	1.986
nonnetje												
grote zaagbek							737	377	1.439	5.941	3.723	9.480
zilvermeeuw	11	3	39	32	14	69	278	175	441	387	255	588
stormmeeuw	530	325	865	327	225	477	636	380	1.065	544	352	841
kokmeeuw	718	472	1.094	629	465	850	185	111	308	887	521	1.510
dwergmeeuw	102	48	217	99	37	265						
visdief	1.063	724	1.560	769	538	1.099						
zwarte stern	240	127	454	32	11	92						

IJsselmeer Totaal							IJsselmeer Totaal					
soort	2010 survey 2a		survey 2b				2012 survey 3a		survey 3b			
	augustus	-95%	95%	augustus	-95%	95%	januari	-95%	95%	maart	-95%	95%
fuut	904	399	2.052	513	241	1.088	760	443	1.304	6.020	3.838	9.444
aalscholver	10.727	3.107	38.896	2.970	1.114	7.920	3.442	2.064	5.824	4.040	2.243	7.280
smient							466	80	2.727	0	0	0
topper												
brilduiker							1.126	537	2.363	3.445	1.927	6.175
nonnetje												
grote zaagbek							2.324	1.345	4.042	8.275	4.939	13.963
zilvermeeuw	52	21	130	69	28	164	896	601	1.337	949	598	1.509
stormmeeuw	1.159	764	1.766	894	622	1.286	1.608	1.162	2.275	817	495	1.362
kokmeeuw	2.321	1.494	3.606	2.333	1.672	3.255	354	208	600	1.331	703	2.591
dwergmeeuw	102	48	217	172	73	409						
visdief	4.339	3.027	6.220	3.911	3.058	5.016						
zwarte stern	1.289	722	2.303	1.541	915	2.612						

Tabel 3.2 *Populatieschattingen van vogels op het open water in het onderzoeksgebied in de winter van 2009 en 2012 en de nazomer van 2010 (met 95% betrouwbaarheids-interval) op basis van een extrapolatie door middel van een Distance analyse. Het aantal in het onderzoeksgebied betreft het aantal op het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer (overeenkomstig traject 166 van RWS, zie figuur 1.2 in bijlage 1).*

winter

soort	2009					
	survey 1a			survey 1b		
	januari	-95%	+95%	februari	-95%	+95%
fuut	456	157	1.313	684	286	1.634
aalscholver	782	102	5.996	1.561	204	11.990
smient						
topper						
brilduiker	421	124	1.417	379	144	990
nonnetje	97	27	374	64	13	310
grote zaagbek	990	602	1.627	2.504	1.422	4.411
zilvermeeuw	7	0	58			
stormmeeuw	86	20	363	259	113	596
kokmeeuw	29	7	120	71	27	184
dwergmeeuw						
visdief						
zwarte stern						

soort	2012					
	survey 3a			survey 3b		
	januari	-95%	+95%	maart	-95%	+95%
fuut	176	101	307	327	210	508
aalscholver	28	18	44	12	6	22
smient	0	0	0	0	0	0
topper						
brilduiker	41	19	90	1.181	683	2.041
nonnetje						
grote zaagbek	665	405	1.090	135	70	259
zilvermeeuw	211	145	306	221	135	362
stormmeeuw	297	239	369	37	20	71
kokmeeuw	20	11	34	15	6	36
dwergmeeuw						
visdief						
zwarte stern						

nazomer

soort	2010					
	survey 2a			survey 2b		
	augustus	-95%	+95%	augustus	-95%	+95%
fuut	19	9	44	90	42	189
aalscholver	2	1	4	12	5	33
smient						
topper						
brilduiker						
nonnetje						
grote zaagbek						
zilvermeeuw	6	3	13	5	2	14
stormmeeuw	21	15	30	32	22	46
kokmeeuw	29	19	46	115	81	162
dwergmeeuw	0	0	0	6	3	11
visdief	210	147	298	440	353	548
zwarte stern	123	70	217	148	89	247

Bijlage 4 Instandhoudingsdoelen overige Natura 2000-gebieden

Duinen en Lage Land Texel

Tabel 4.1 *Habitattypen waarvoor Duinen en Lage Land Texel is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2008b).*

Naam	Doel omvang	Doel kwaliteit
H1140 Slik- en zandplaten, getijdengebied (subtype A)	Behoud	Behoud
H1310 Zilte pionierbegroeiingen	Behoud	Behoud
H1330 Schorren en zilte grasland	Behoud	Behoud
H2110 Embryonale duinen	Behoud	Behoud
H2120 Witte duinen	Behoud	Behoud
H2130 Grijs duinen*	Uitbreiding	Verbetering
H2140 Duinheiden met kraaihei, vochtig (subtype A)*	Behoud	Behoud
H2150 Duinheiden met struikhei	Behoud	Behoud
H2160 Duindoornstruwelen	Behoud	Behoud
H2170 Kruiwilgstruwelen	Behoud	Behoud
H2180 Duinbossen	Behoud	Verbetering
H2190 Vochtige duinvalleien	Uitbreiding	Verbetering
H7210 Galigaanmoerassen*	Behoud	Behoud

De met een asterisk aangegeven habitattypen zijn zogenaamde prioritaire habitats.

Tabel 4.2 *Soorten van Bijlage II waarvoor Duinen en Lage Land Texel is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2008b).*

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie
Noordse woelmuis*	Behoud	Verbetering	Behoud
Groenknolorchis	Behoud	Behoud	Behoud

De met een asterisk aangegeven habitattypen zijn zogenaamde prioritaire soorten.

Tabel 4.3 Soorten broedvogels waarvoor Duinen en Lage Land Texel is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2008b).

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (draagkracht voor ten minste)
Roerdomp	Behoud	Behoud	5 paren
Lepelaar	Behoud	Behoud	120 paren
Eider	Behoud	Behoud	110 paren
Bruine kiekendief	Behoud	Behoud	30 paren
Blauwe kiekendief	Behoud	Behoud	20 paren
Kluut	Behoud	Behoud	120 paren
Bontbekplevier	Uitbreiding	..en/of verbetering	20 paren
Kleine mantelmeeuw	Behoud	Behoud	14.000 paren
Dwergstern	Uitbreiding	..en/of verbetering	40 paren
Velduil	Uitbreiding	..en/of verbetering	20 paren
Roodborsttapuit	Behoud	Behoud	40 paren
Tapuit	Uitbreiding	..en/of verbetering	100 paren

Duinen Vlieland

Tabel 4.4 *Habitattypen waarvoor Duinen Vlieland is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2008c).*

Naam	Doel omvang	Doel kwaliteit
H1310 Zilte pionierbegroeiingen, zeekraal (subtype A)	Behoud	Behoud
H1330 Schorren en zilte grasland, buitendijks (subtype A)	Behoud	Behoud
H2120 Witte duinen	Behoud	Behoud
H2130 Grijs duinen*, kalkrijk (subtype A)	Behoud	Behoud
H2130 Grijs duinen*, kalkarm (subtype B)	Uitbreiding	Verbetering
H2130 Grijs duinen*, heischraal (subtype C)	Behoud	Behoud
H2140 Duinheiden met kraaihei, vochtig (subtype A)*	Behoud	Behoud
H2150 Duinheiden met struikhei*	Behoud	Behoud
H2160 Duindoornstruwelen	Behoud	Behoud
H2170 Kruiwilgstruwelen	Behoud	Behoud
H2180 Duinbossen	Uitbreiding	Verbetering
H2190 Vochtige duinvalleien, open water (subtype A)	Behoud	Behoud
H2190 Vochtige duinvalleien, kalkrijk (subtype B)	Uitbreiding	Verbetering
H2190 Vochtige duinvalleien, ontkalkt (subtype C)	Uitbreiding	Verbetering
H2190 Vochtige duinvalleien, hoge moerasplanten (subtype D)	Behoud	Behoud

De met een asterisk aangegeven habitattypen zijn zogenaamde prioritaire habitats.

Tabel 4.5 *Soorten van Bijlage II waarvoor Duinen Vlieland is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2008c).*

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie
Groenknolorchis	Behoud	Behoud	Behoud

Tabel 4.6 Soorten broedvogels waarvoor Duinen Vlieland is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2008c).

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (draagkracht voor ten minste)
Aalscholver	Behoud	Behoud	870 paren
Lepelaar	Behoud	Behoud	170 paren
Eider	Behoud	Behoud	2.100 paren
Bruine kiekendief	Behoud	Behoud	20 paren
Blauwe kiekendief	Uitbreiding	..en/of verbetering	9 paren
Porseleinhoen	Behoud	Behoud	4 paren
Kleine mantelmeeuw	Behoud	Behoud	2.500 paren
Tapuit	Uitbreiding	..en/of verbetering	35 paren

Tabel 4.7 Soorten niet-broedvogels waarvoor Duinen Vlieland is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2008c).

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (draagkracht voor; seizoensmaximum).
Aalscholver	Behoud	Behoud	610 ex.
Lepelaar	Behoud	Behoud	90 ex.
Pijlstaart	Behoud	Behoud	220 ex.
Slobeend	Behoud	Behoud	260 ex.
Kluut	Behoud	Behoud	220 ex.
Tureluur	Behoud	Behoud	2.100 ex.

Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving

Tabel 4.8 Habitattypen waarvoor Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2010).

Naam	Doel omvang	Doel kwaliteit
H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	Behoud	Behoud
H6430 Ruigten en zomen	Behoud	Behoud

Tabel 4.9 Soorten van Bijlage II waarvoor Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2010).

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie
Meervleermuis	Behoud	Behoud	Behoud
Noordse woelmuis*	Uitbreiding	Verbetering	Uitbreiding

De met een asterisk aangegeven habitattypen zijn zogenaamde prioritaire soorten (zie bijlage 1).

Tabel 4.10 Soorten broedvogels waarvoor Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2010).

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (draagkracht voor ten minste)
Porseleinhoen	Behoud	Behoud	1 paar

Tabel 4.11 Soorten niet-broedvogels waarvoor Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving is aangewezen en hun instandhoudingsdoelen (Bron: Aanwijzingsbesluit LNV 2010).

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (draagkracht voor seizoensgemiddelde tenzij anders vermeld).
Kleine rietgans	Behoud	Behoud	20.500 ex. (seizoensmaximum)
Kolgans	Behoud	Behoud	6.700 ex. (seizoensmaximum)
Brandgans	Behoud	Behoud	39.300 ex. (seizoensmaximum)
Smient	Behoud	Behoud	2.700 ex.
Kuifeend	Behoud	Behoud	2.400 ex.
Nonnetje	Behoud	Behoud	50 ex.
Kemphaan	Behoud	Behoud	2.300 ex. (seizoensmaximum)
Wulp	Behoud	Behoud	Behoud

Bijlage 5 Aantal watervogels in het IJsselmeer

5A: Maximum aantal watervogels in het IJsselmeer

Bron: RWS vliegtuigtellingen (totaal oeverzone + open water)

Soort	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
aalscholver	17.038	17.473	15.960	15.985	15.668
bergeend	482	559	771	309	344
blauwe reiger	209	198	97	162	90
bonte strandloper	400	530	425	2.680	470
brandgans	24.012	12.797	33.975	34.800	72.150
brilduiker	1.258	3.380	1.562	2.710	1.167
dwergmeeuw	50	200	93	928	819
eidereend	4.200	400	580	4.300	0
fuut	5.616	4.449	3.122	1.211	8.518
goudplevier	1.280	1.925	840	11.050	2.708
grouwe gans	4.436	4.853	10.739	12.462	9.132
grote canadese gans	409	570	896	824	629
grote mantelmeeuw	199	197	118	301	177
grote zaagbek	3.648	6.035	20.333	12.393	5.904
grutto	1.520	3.999	753	1.490	260
kemphaan	30	185	210	433	150
kievit	320	2.500	1.410	7.290	5.680
kleine mantelmeeuw	172	211	229	335	395
kleine rietgans	0	40	65	0	800
kleine zwaan	542	816	379	2.086	2.322
kluut	205	135	270	297	125
knobbelzwaan	3.166	5.629	4.616	4.902	4.462
kokmeeuw	15.054	14.943	13.471	18.796	21.718
kolgans	19.755	14.868	16.210	18.635	20.040
krakeend	845	1.792	1.755	1.391	2.436
kuifeend	38.268	47.503	19.575	14.277	15.173
lepelaar	400	376	237	336	299
meerkoet	7.414	17.156	14.084	62.918	23.791
middelste zaagbek	1.811	258	1.213	219	1.217
nonnetje	325	541	3.722	2.245	1.481
pijlstaart	150	185	547	330	145
regenwulp	0	220	1	0	20
rietgans spec.	525	5.600	40	700	85
scholekster	952	1.020	301	2.226	105
slobeend	430	335	457	200	720
smient	19.999	39.160	25.773	29.837	19.123
soepgans	136	128	134	158	280
stormmeeuw	1.787	2.427	1.754	5.401	2.459
tafeleend	785	2.000	1.510	10.933	2.387
toppereend	99.155	98.710	63.445	35.741	86.605
visdief	7.135	6.035	7.289	8.072	6.422
wilde eend	6.254	5.487	4.760	3.538	5.385
wilde zwaan	17	206	36	172	5
wintertaling	685	1.040	490	3.125	1.645
wulp	4.839	4.050	2.945	4.505	5.301
zilvermeeuw	388	345	171	299	196
zwarte stern	694	1.558	1.436	2.250	3.620

5B: Gemiddeld aantal watervogels in het IJsselmeer

Bron: RWS vliegtuigtellingen (totaal oeverzone + open water)

Soort	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
aalscholver	10.026	14.688	9.897	9.716	8.844
bergeend	223	278	333	164	159
blauwe reiger	66	62	36	35	31
bonte strandloper	81	71	89	251	65
brandgans	5.589	4.582	7.886	8.969	16.379
brilduiker	346	838	297	505	345
dwergmeeuw	6	30	17	79	108
eidereend	417	50	48	362	0
fuut	1.576	1.439	1.009	690	1.655
goudplevier	191	414	116	1.162	645
grauwe gans	1.933	2.424	3.114	3.978	3.992
grote canadese gans	84	104	132	188	107
grote mantelmeeuw	103	74	42	75	62
grote zaagbek	658	1.301	3.359	1.104	842
grutto	160	357	68	227	41
kemphaan	3	26	54	56	23
kievit	76	682	246	851	875
kleine mantelmeeuw	57	67	64	114	135
kleine rietgans	0	3	5	0	67
kleine zwaan	89	178	71	339	273
kluut	62	38	77	63	25
knobbelzwaan	896	2.157	1.590	2.245	1.907
kokmeeuw	6.285	5.279	4.410	7.006	7.283
kolgans	4.202	3.279	3.292	2.940	5.106
krakeend	304	472	364	432	533
kuifeend	15.675	15.251	9.071	8.718	8.071
lepelaar	107	114	94	119	103
meerkoet	2.142	5.033	3.421	11.445	4.639
middelste zaagbek	176	37	161	23	104
nonnetje	43	87	541	293	140
pijlstaart	17	44	79	54	19
regenwulp	0	18	0	0	2
rietgans spec.	44	554	3	86	7
scholekster	150	165	50	226	12
slobeend	85	103	71	44	118
smient	5.375	10.727	4.170	5.803	5.866
soepgans	65	67	68	65	83
stormmeeuw	713	877	657	1.220	598
tafeleend	191	501	395	1.444	604
toppereend	24.154	20.840	13.720	10.007	19.777
visdief	2.172	1.612	1.798	2.557	2.094
wilde eend	1.936	1.960	1.696	1.419	1.849
wilde zwaan	3	17	6	19	1
wintertaling	104	244	158	434	473
wulp	1.033	1.228	569	1.479	985
zilvermeeuw	187	142	71	104	94
zwarte stern	126	219	136	355	350

Bijlage 6 Aantal watervogels in het Onderzoeksgebied

6A: Gemiddeld seizoenmaximum (2007/2008 - 2011/2012)

Bron: RWS vliegtuigtellingen (totaal oeverzone + open water)

Gemiddeld seizoenmaximum (2007/2008 - 2011/2012)

soort	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	open water NO 166	open water ZO 165	open water ZW 168	open water NW 167
aalscholver	1.343	19	57	11	6	19	52	149	404	16	182	69	1.752	702	1.538	2.431	186
bergeend	53	0	0	2	7	1	1	2	9	4	165	40	110	1	0	0	0
blauwe reiger	20	1	1	1	0	0	0	0	3	2	112	3	1	0	0	0	0
bonte strandloper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	4	505	0	0	0	0
brandgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	940	3.118	1.020	5.456	0	0	0	0
brilduiker	15	13	24	7	3	15	33	15	6	4	80	33	97	68	161	216	4
dodaars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dwergmeeuw	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	119	178	115	0	0
dwergster	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
eidereend	8	0	0	160	0	0	0	6	0	920	0	0	0	0	0	0	0
fuut	22	43	52	23	38	36	92	45	47	24	56	31	31	1.327	1.181	881	1.293
goudplevier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.620	106	1.500	0	0	0	0
grauwe gans	7	0	0	0	6	1	3	1	4	77	627	131	590	50	8	0	0
grote mantelmeeuw	5	7	15	3	2	1	3	13	12	21	48	1	6	40	84	44	82
grote zaagbek	7	2	6	57	1	0	1	222	65	19	103	24	1	1.040	1.240	419	284
grote zilverreiger	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	1	0	0	0	0	0
grutto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	211	66	173	0	0	0	0
kemphaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	4	6	0	0	0	0
kievit	85	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2.271	193	270	0	0	0	0
kleine jager	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	1	1	5	1	0	4	9	1	4	1	14	1	4	1	0	0	0
kleine rietgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine zilverreiger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine zwaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	284	228	195	0	0	4	0
kluit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	9	27	0	0	0	0
knobbelzwaan	11	3	1	1	0	1	4	8	7	307	831	638	1.348	104	0	0	0
kokmeeuw	912	641	1.036	399	158	287	255	437	240	91	1.053	112	228	867	1.273	1.968	1.648
kolgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	3.761	180	499	0	262	13	0
krakeend	3	4	4	4	4	2	5	1	8	99	286	176	160	0	0	0	0
kuifeend	331	660	670	278	364	584	337	170	163	312	725	369	321	8	0	2	0
lachster	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lepelaar	180	0	0	0	0	0	0	0	0	3	26	19	39	0	0	0	0
meerkoet	77	33	22	20	16	15	25	26	42	2.824	7.143	4.163	2.838	0	0	0	0
middelste zaagbek	1	2	5	0	0	0	0	0	0	32	0	1	0	0	1	279	99
nonnetje	1	46	223	0	2	0	1	5	4	3	16	10	6	0	0	0	6
noordse stern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oeverloper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pijlstart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	65	26	44	0	0	0	0
regenwulp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
reuzenster	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0
rietgans spec.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.041
rosse grutto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
scholekster	0	0	0	0	0	3	0	0	0	95	582	34	47	0	0	0	0
slobeend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	11	70	0	0	0	0
smient	0	0	0	0	6	0	0	2	31	1.070	1.477	1.001	8.074	80	1	0	0
sneeuwgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	93	120	97	49	19	39	71	250	92	13	490	23	154	856	828	565	666
tafeleend	0	6	0	7	17	0	3	0	3	362	389	134	20	0	0	0	0
toppereend	40	1.323	10.423	8.270	0	0	1.600	740	25	5.992	12	0	0	183	206	10.317	6.869
tureluur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
visdief	64	106	65	32	2	12	19	26	8	2	7	1	38	1.055	1.428	3.346	1.490
watersnip	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
wilde eend	15	4	0	6	51	11	8	2	17	144	392	332	222	0	4	0	43
wilde zwaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
wintertaling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	124	265	174	0	0	0	0
wulp	0	0	0	0	0	0	0	240	0	1.414	2.670	55	794	0	0	0	0
zilvermeeuw	52	27	17	16	9	10	15	18	12	16	23	8	11	1	88	45	152
zwarte stern	73	2	1	5	0	0	1	40	9	0	7	0	3	78	621	1.243	926

6B: Gemiddeld seizoensgemiddelde (2007/2008 - 2011/2012)

Bron: RWS vliegtuigtellingen (totaal oeverzone + open water)

Gemiddeld seizoensgemiddelde (2007/2008 - 2011/2012)

soort	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	open water NO	open water ZO	open water ZW	open water NW
aalscholver	315	4	7	2	1	2	6	17	79	2	28	12	191	91	259	371	21
bergeend	8	0	0	0	1	0	0	0	1	1	28	8	20	0	0	0	0
blauwe reiger	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0
bonte strandloper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	53	0	0	0	0
brandgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	521	111	818	0	0	0	0
brilduiker	2	1	3	1	0	2	4	2	1	0	9	4	11	7	16	22	1
dodaars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dwergmeeuw	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12	16	10	0
dwergstern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
eidereend	1	0	0	13	0	0	0	1	0	77	0	0	0	0	0	0	0
fuut	5	7	7	3	8	7	13	5	8	3	9	6	4	160	163	117	190
goudplevier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	193	10	178	0	0	0	0
grouwe gans	1	0	0	0	1	0	0	0	1	13	192	29	108	5	1	0	0
grote mantelmeeuw	1	1	2	0	0	0	0	1	2	2	6	0	1	20	8	4	8
grote zaagbek	1	0	1	5	0	0	0	20	7	2	10	2	0	107	141	42	36
grote zilverreiger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
grutto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	6	15	0	0	0	0
kemphaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0
kievit	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	22	36	0	0	0	0
kleine jager	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
kleine rietgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine zilverreiger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine zwaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	39	24	26	0	0	1	0
kluut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0
knobbelzwaan	2	0	0	0	0	0	0	1	1	51	294	189	300	9	0	0	0
kokmeeuw	174	96	192	74	16	43	36	56	44	11	202	14	34	139	331	453	392
kolgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	460	18	59	0	22	1	0
krakeend	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	60	27	24	0	0	0	0
kuifeend	51	110	109	56	58	94	50	21	31	52	96	44	33	1	0	0	0
lachstern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lepelaar	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	4	0	0	0	0
meerkoet	7	4	3	2	4	2	2	2	9	317	1.155	644	495	0	0	0	0
middelste zaagbek	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	36	11	18
nonnetje	0	4	21	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	1
noordse stern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oeverloper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pijlstaart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	3	4	0	0	0	0
regenwulp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
reuzenster	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
rietgans spec.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
rosse grutto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
scholekster	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	57	3	5	0	0	0	0
slobeend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	2	7	0	0	0	0
smient	0	0	0	0	1	0	0	0	3	132	273	161	1.109	8	0	0	0
sneeuwgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	15	17	18	10	3	6	9	28	13	2	88	3	20	94	153	108	78
tafeleend	0	1	0	1	2	0	0	0	0	34	42	12	3	0	0	0	0
toppereend	3	142	1.047	752	0	0	145	104	2	541	1	0	0	17	19	1.149	899
tureluur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
visdief	9	13	12	5	0	2	4	5	2	0	1	0	4	148	253	635	315
watersnip	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wilde eend	2	0	0	1	10	1	1	0	3	17	72	67	40	0	0	0	4
wilde zwaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wintertaling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17	34	24	0	0	0	0
wulp	0	0	0	0	0	0	0	22	0	147	630	7	114	0	0	0	0
zilvermeeuw	5	3	3	3	1	2	2	3	2	2	4	1	2	0	11	8	19
zwarte stern	7	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	7	60	136	103
zwartkopmeeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bijlage 7 Populatieschatting van vogels op open water

Populatieschatting van vogels op open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer. Links is de geschatte populatieomvang van vogels op open water weergegeven volgens de resultaten van de door Bureau Waardenburg uitgevoerde tellingen vanuit het vliegtuig (berekend op basis van Distance). Ter vergelijking is rechts het gemiddeld seizoensmaximum weergegeven op basis van de resultaten van de RWS monitoring (gemiddeld seizoensmaximum RWS teltraject 166). Weergegeven zijn de vogelsoorten waarvoor de aantallen in de winter (januari-maart) of de nazomer (augustus-september) maximaal zijn. Voor de topper is geen populatie berekend omdat het aantal bruikbare steekproefwaarnemingen in de tellingen van Bureau Waardenburg beperkt is. Dit geldt ook voor het nonnetje in de winter van 2012. Een overzicht van alle soorten is opgenomen in bijlage 3.

Populatieschatting op basis van Distance

Seizoensmaximum (RWS monitoring)

winter	2009						gem. Seizoensmax.	
	survey 1a			survey 1b			seizoensmax. 2008/2009	2008/2009 - 2011/2012
soort	januari	-95%	+95%	februari	-95%	+95%		
fuut	456	157	1.313	684	286	1.634	1.199	1.327
topper							0	183
brilduiker	421	124	1.417	379	144	990	65	68
nonnetje	97	27	374	64	13	310	0	0
grote zaagbek	990	602	1.627	2.504	1.422	4.411	3.491	1.040

	2012						gem. Seizoensmax.	
	survey 3a			survey 3b			seizoensmax. 2011/2012	2008/2009 - 2011/2012
soort	januari	-95%	+95%	maart	-95%	+95%		
fuut	176	101	307	327	210	508	2.610	1.327
topper							907	183
brilduiker	41	19	90	1.181	683	2.041	274	68
nonnetje							0	0
grote zaagbek	665	405	1.090	135	70	259	0	1.040

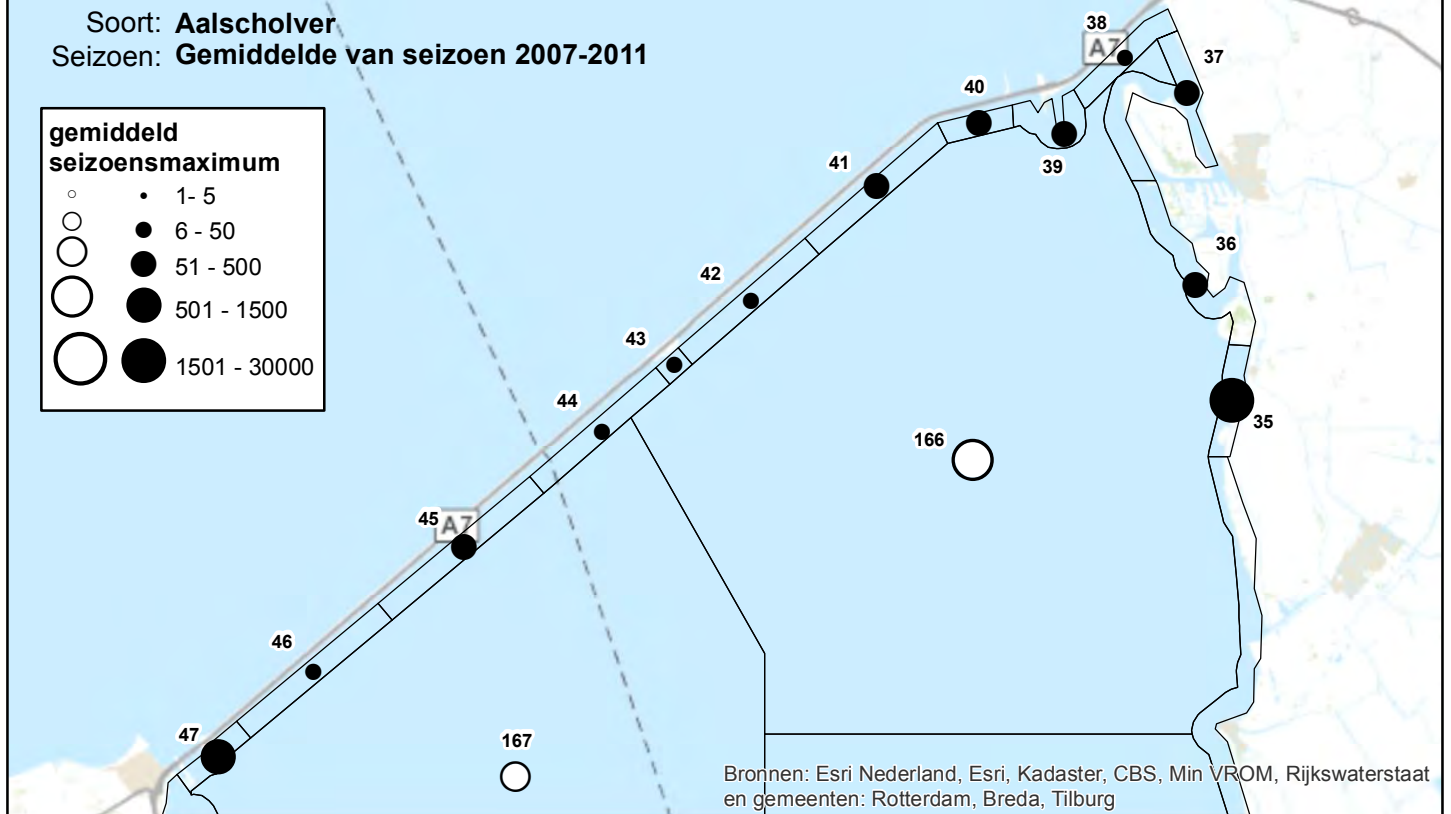
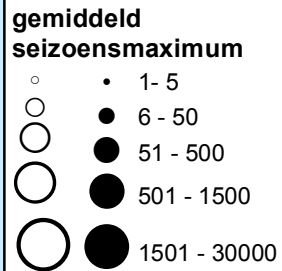
nazomer	2010						gem. Seizoensmax.	
	survey 2a			survey 2b			seizoensmax. 2010/2011	2008/2009 - 2011/2012
soort	augustus	-95%	+95%	augustus	-95%	+95%		
aalscholver	2	1	4	12	5	33	700	702
kokmeeuw	29	19	46	115	81	162	1.051	867
visdief	210	147	298	440	353	548	567	1.055
zwarte stern	123	70	217	148	89	247	1	78

Bijlage 8 Verspreidingskaarten van watervogels in het onderzoeksgebied

Op de volgende pagina's zijn verspreidingskaarten opgenomen van watervogels in het onderzoeksgebied. De aantallen zijn de gemiddelde seizoensmaxima over de seizoenen 2007/2008 tot en met 2011/2012. Een seizoen loopt van juli tot en met juni.

De open cirkels geven de gemiddelde seizoensmaxima weer van de tellingen van vogels vanuit het vliegtuig op het open water door Rijkswaterstaat. De gesloten cirkels zijn gebaseerd op de tellingen vanuit het vliegtuig van de vogels in oevertrajecten door Rijkswaterstaat (zie bijlage 1).

Soort: **Aalscholver**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

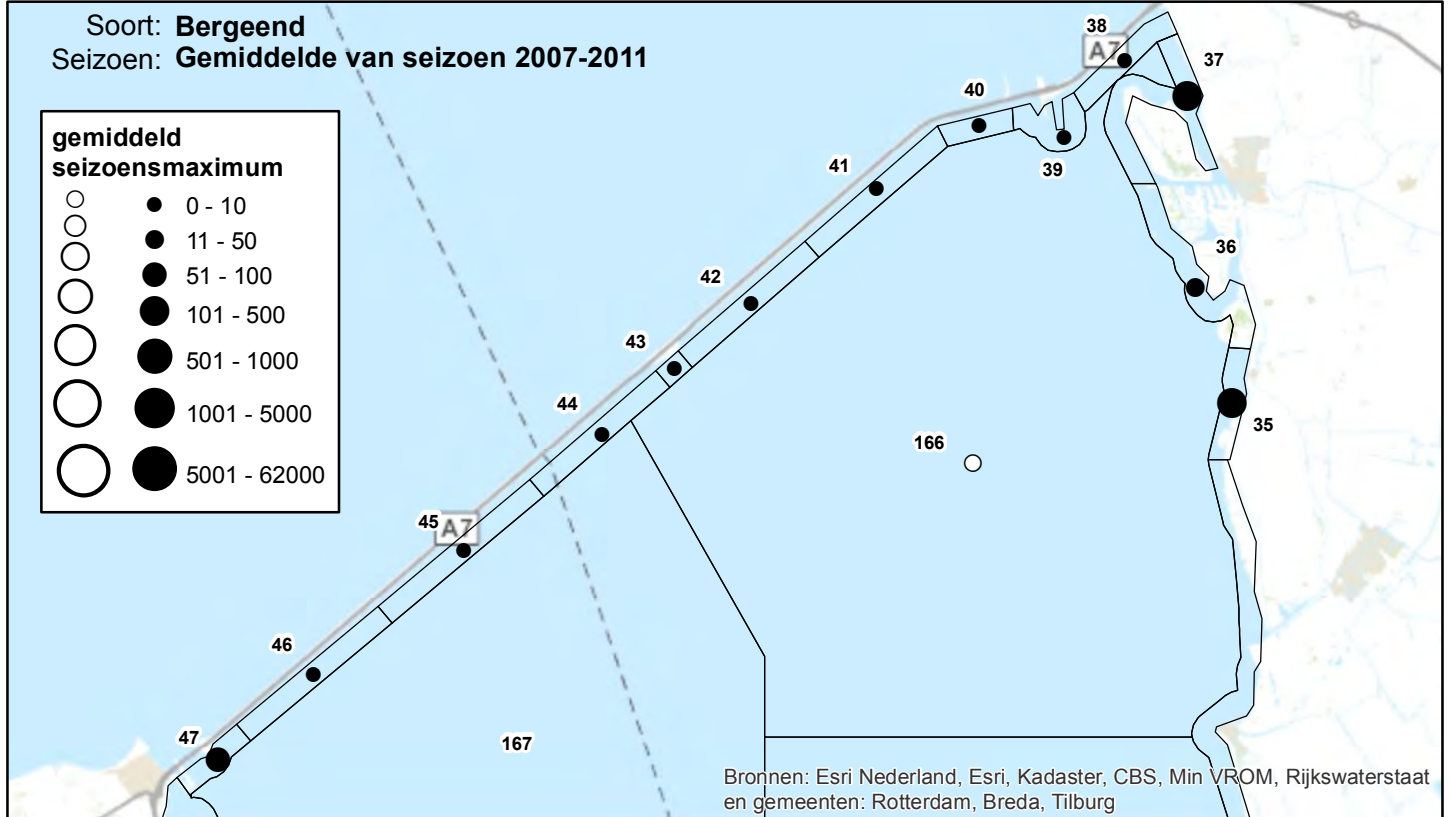
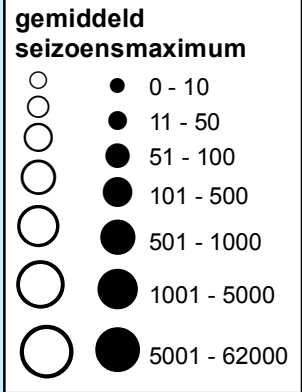


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Bergeend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



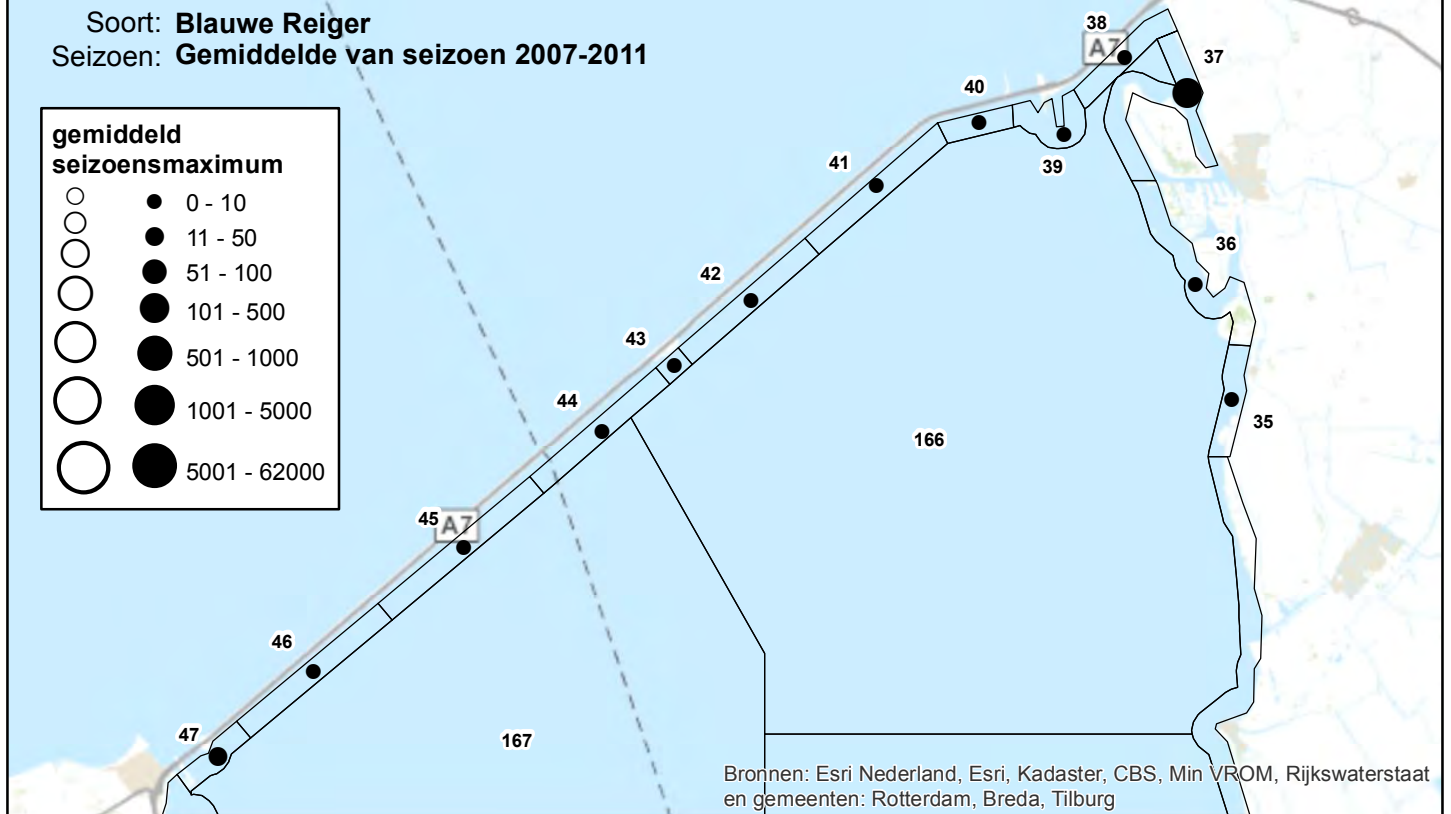
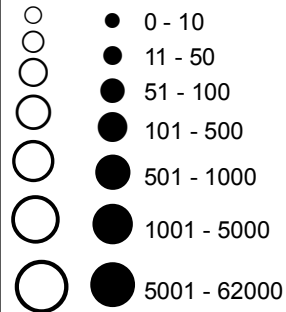
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Blauwe Reiger**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

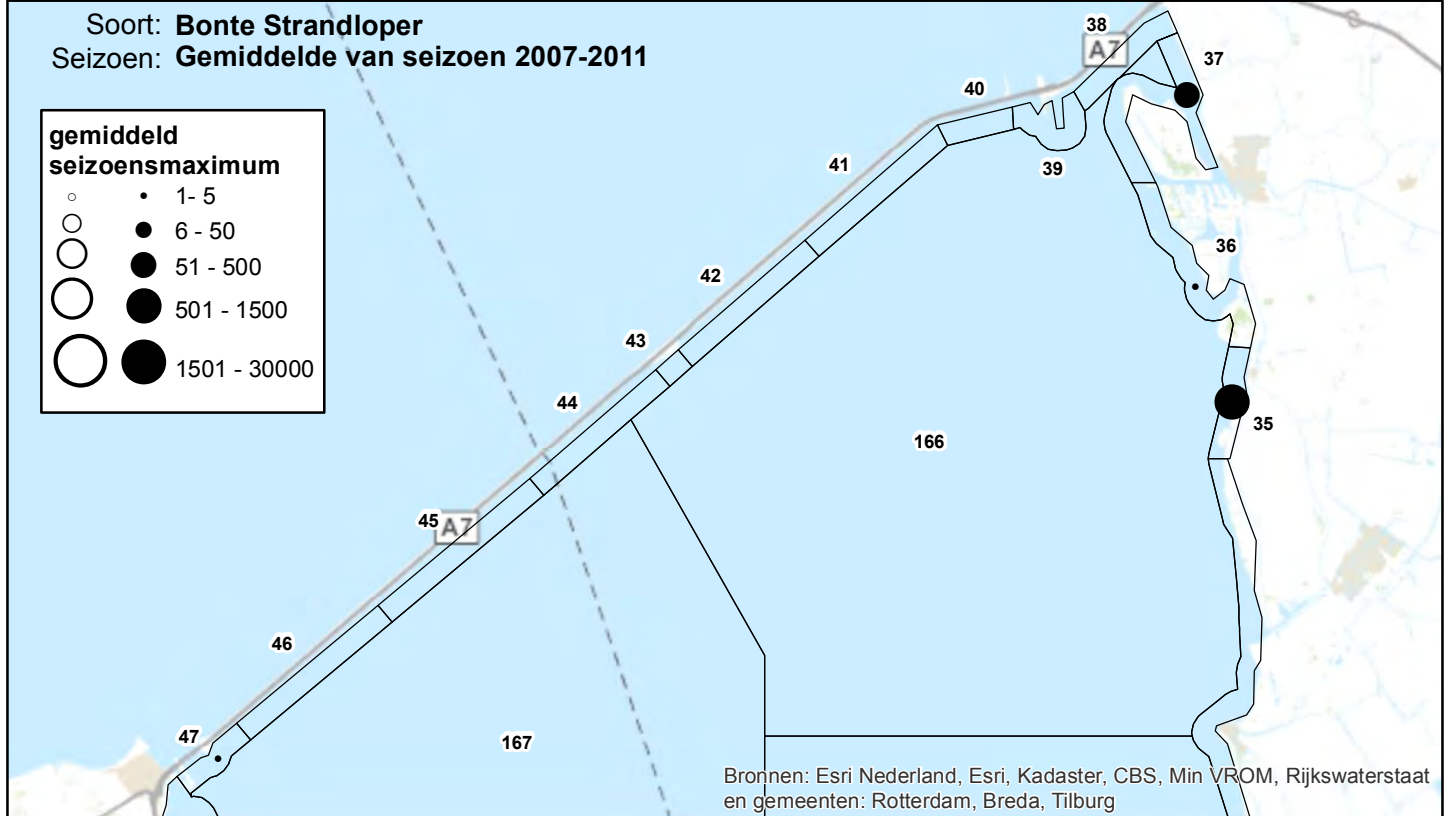
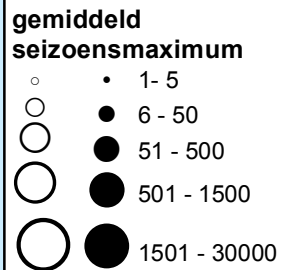


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Bonte Strandloper**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

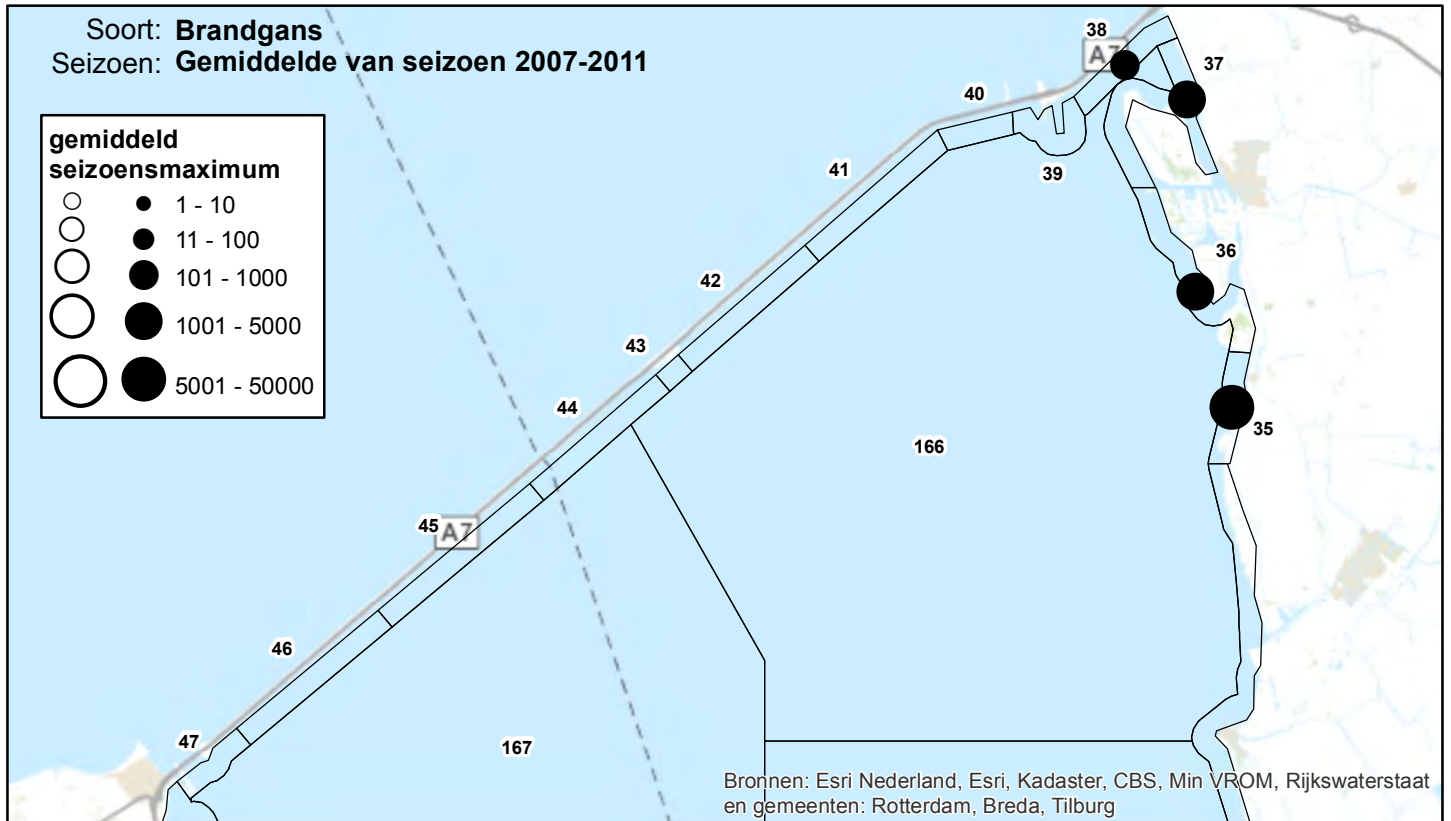
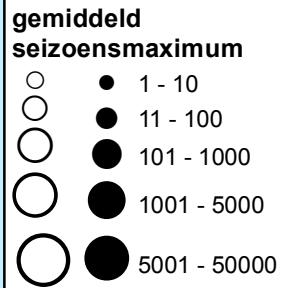


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Brandgans**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

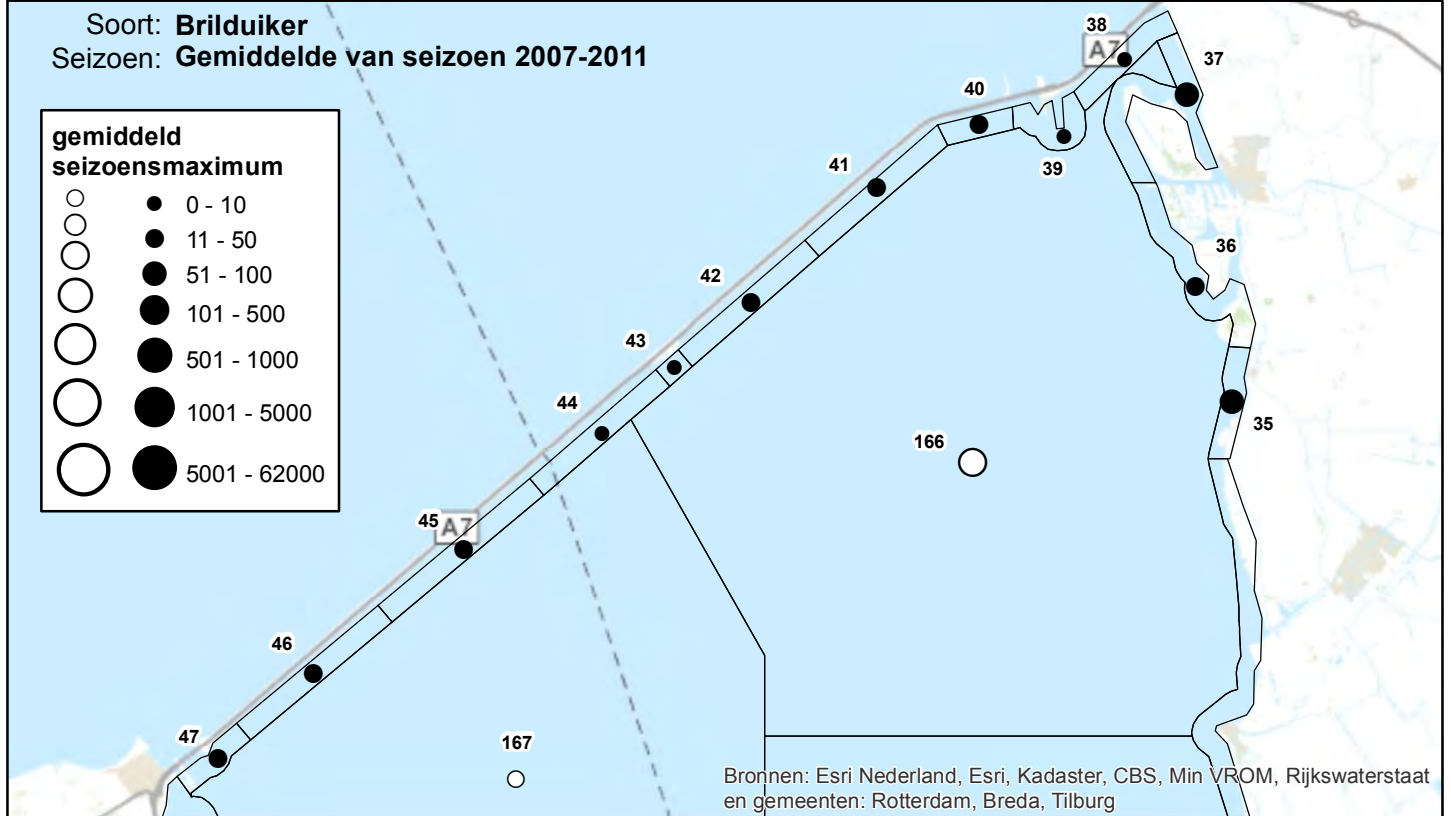
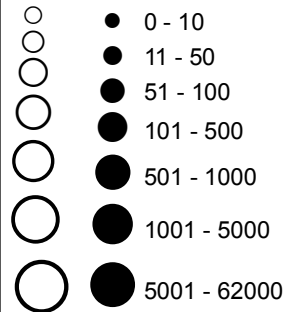


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu



Soort: **Brilduiker**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg



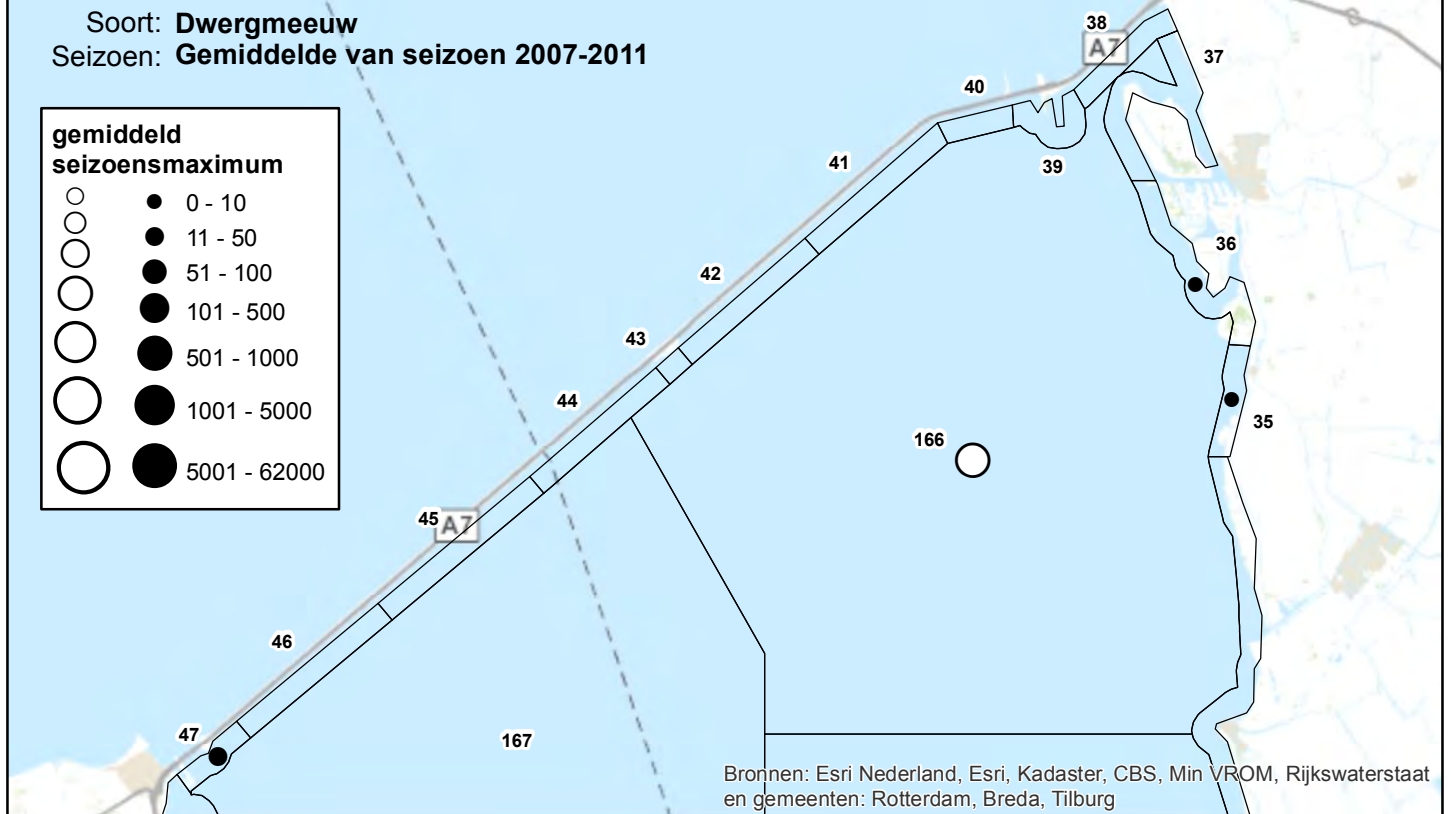
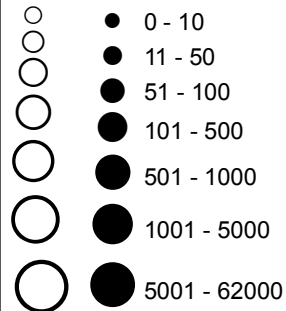
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Dwergmeeuw**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

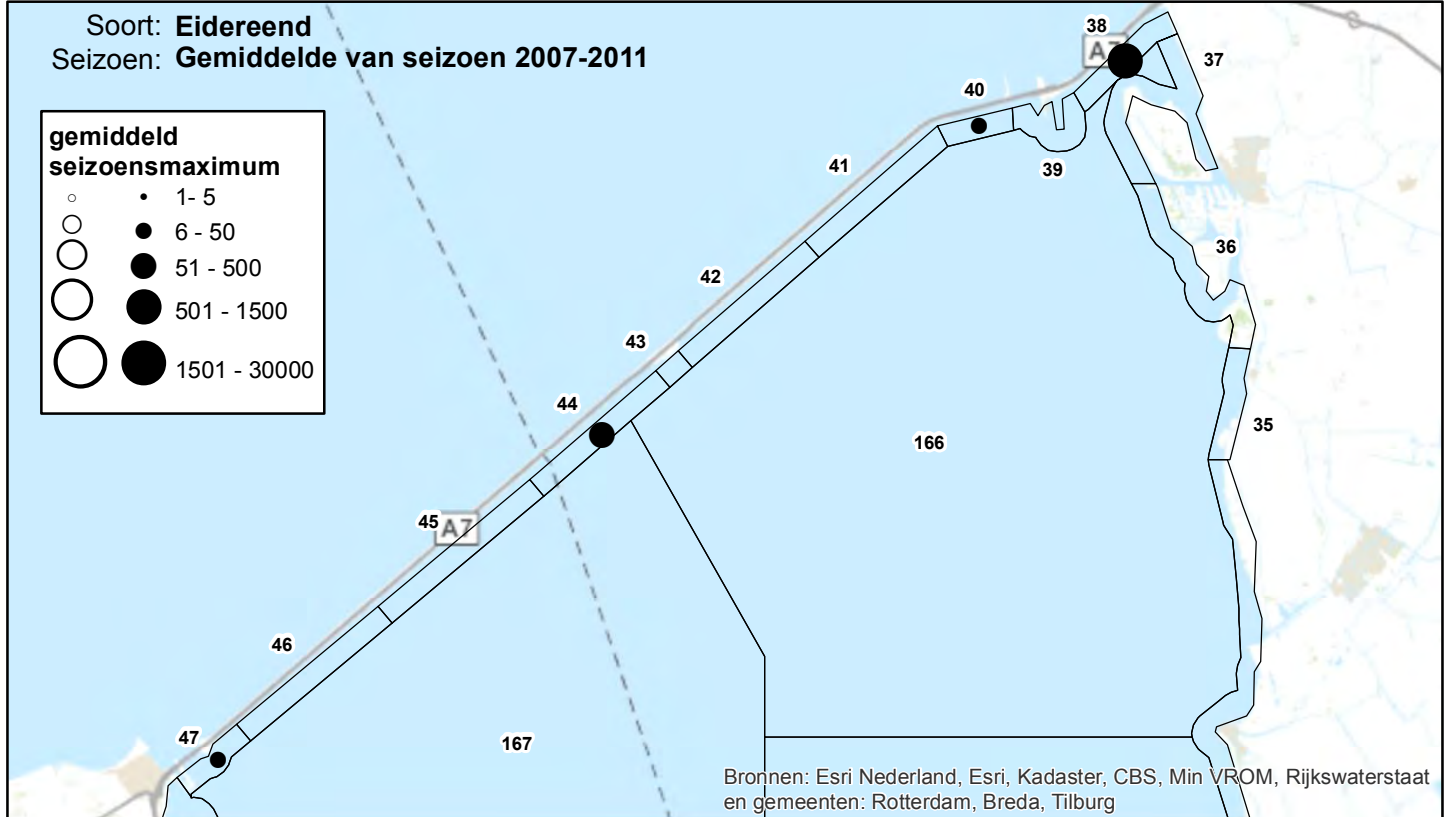
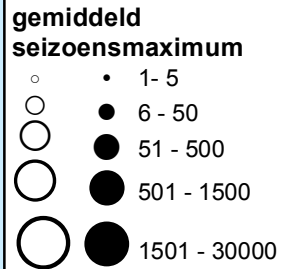


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Eidereend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



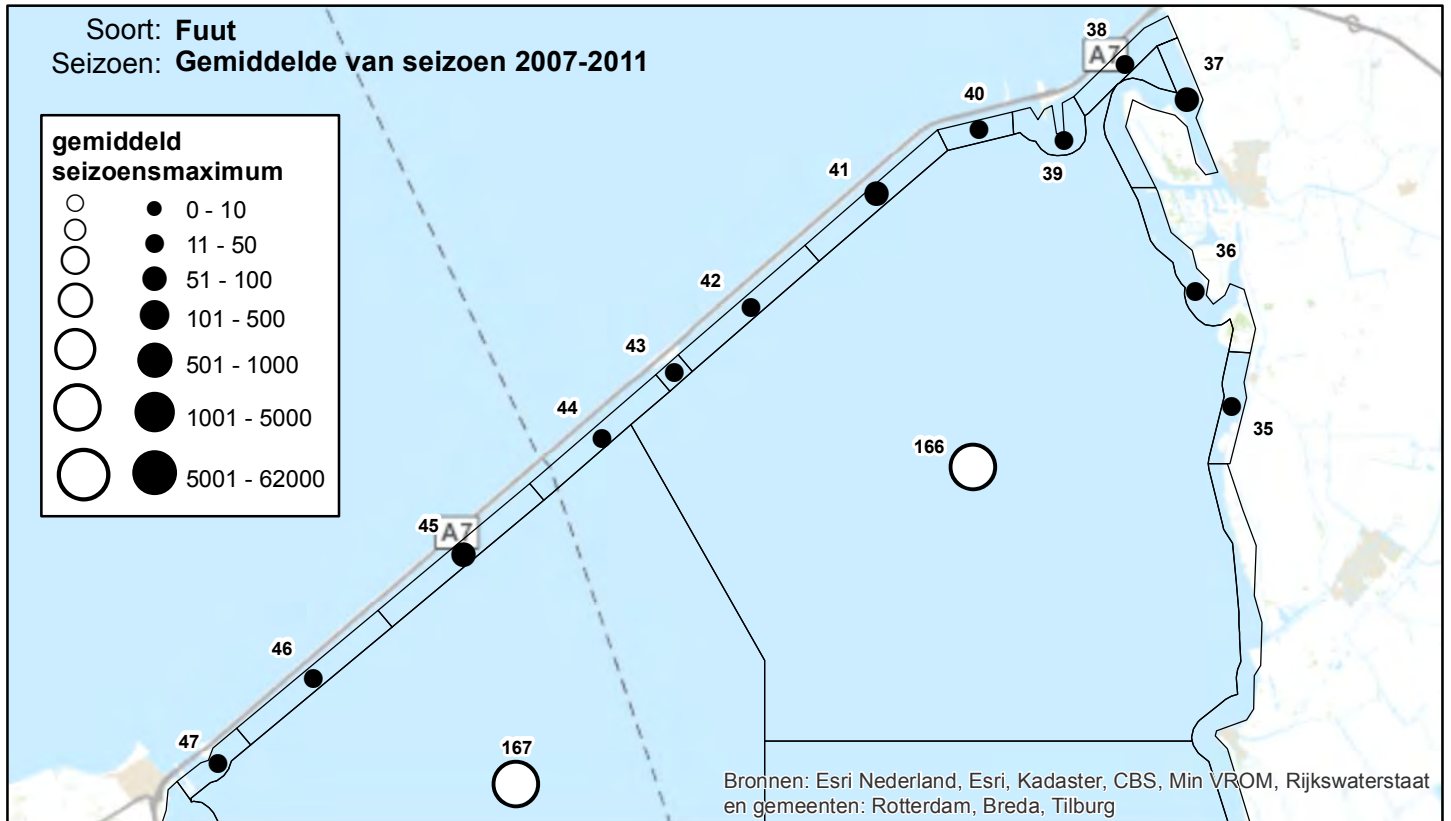
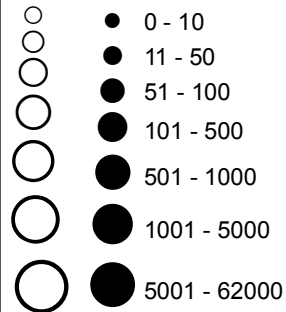
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Fuut**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



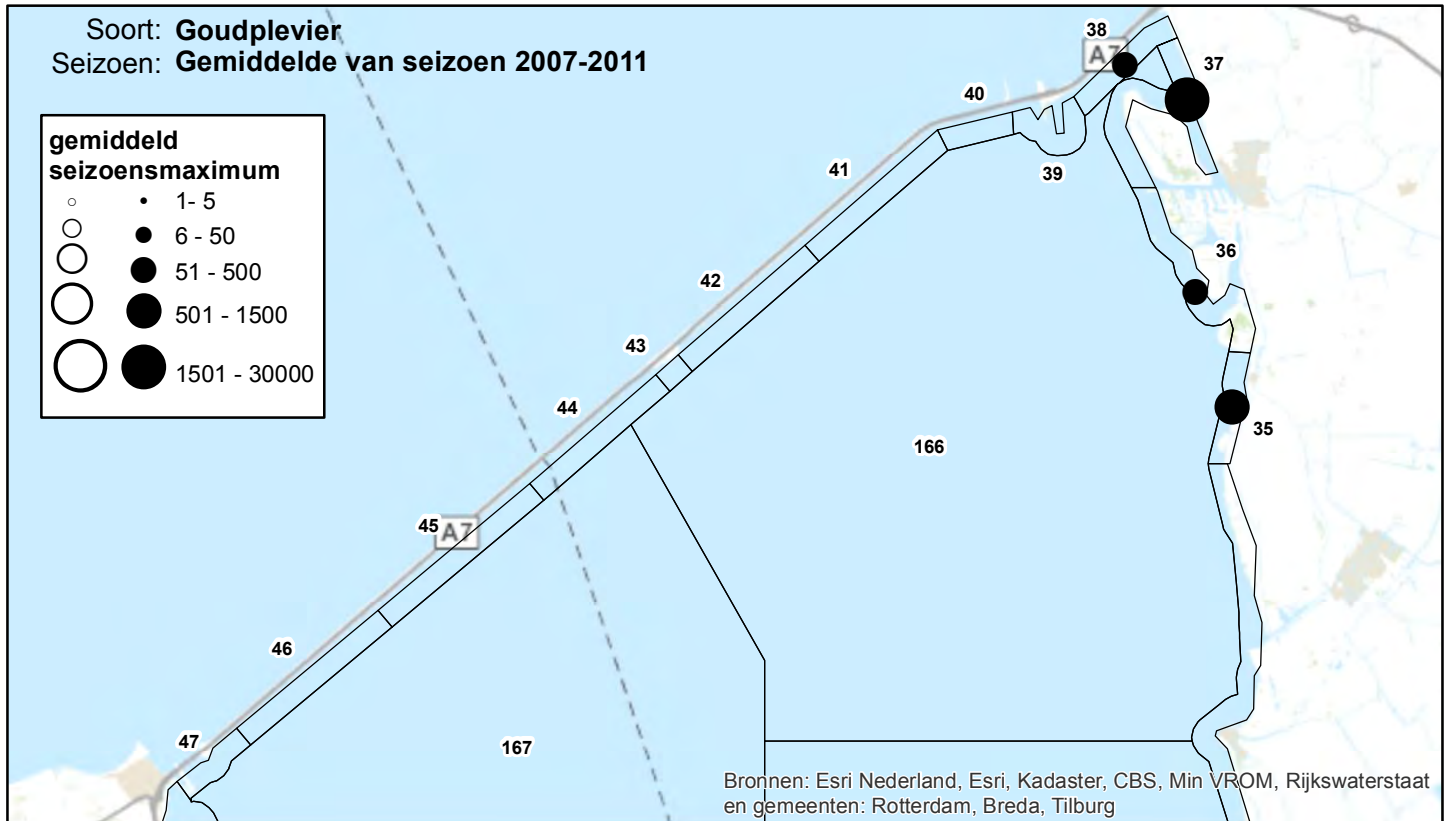
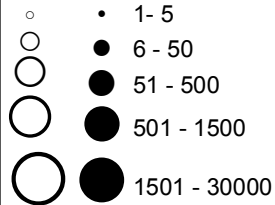
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Goudplevier**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**

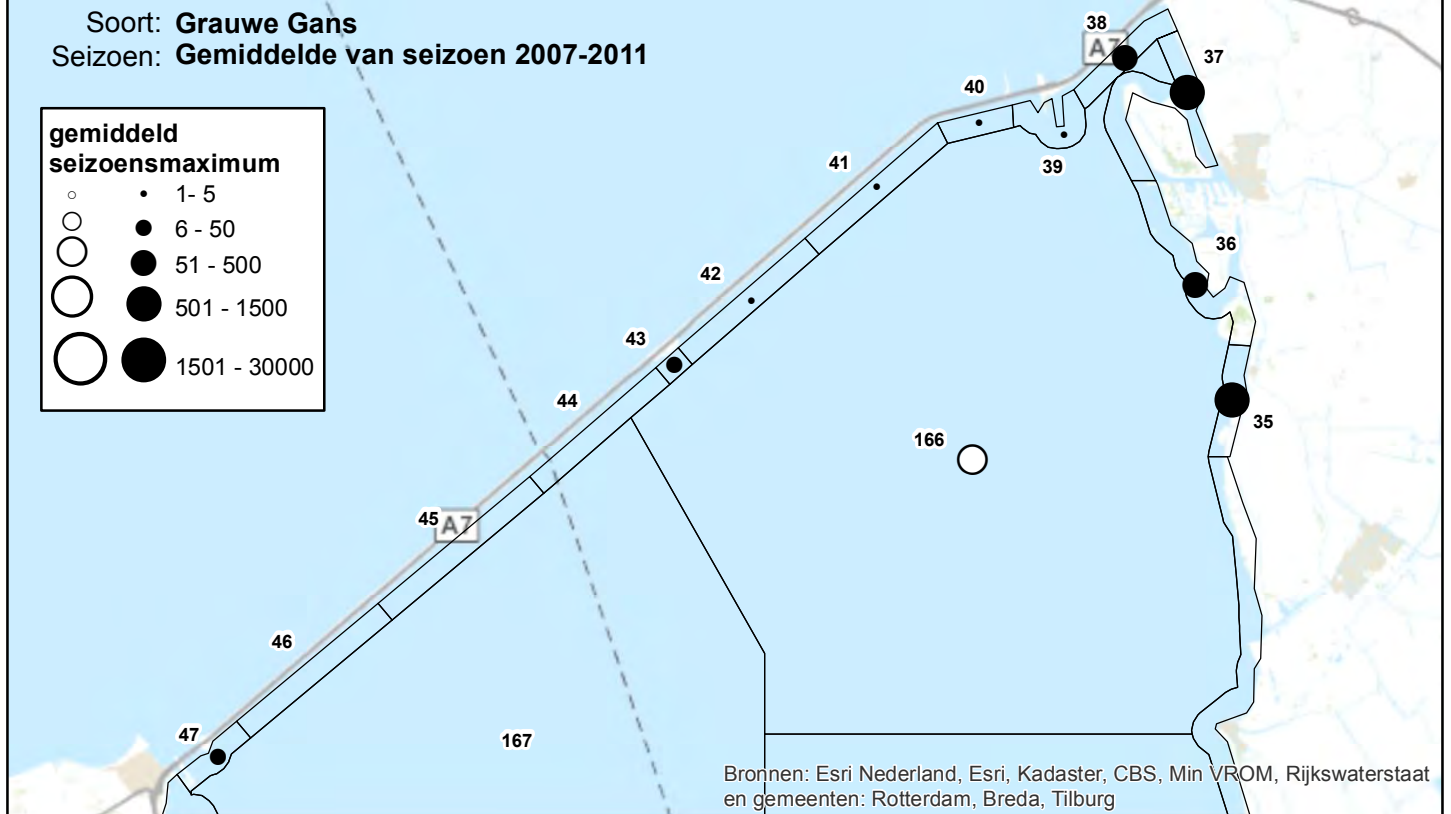
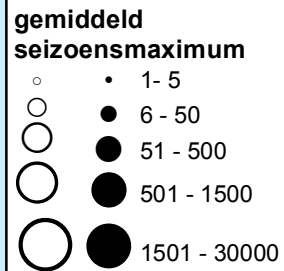


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Grauwe Gans**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg



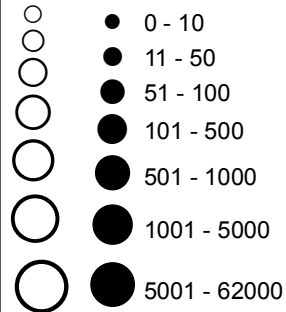
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers

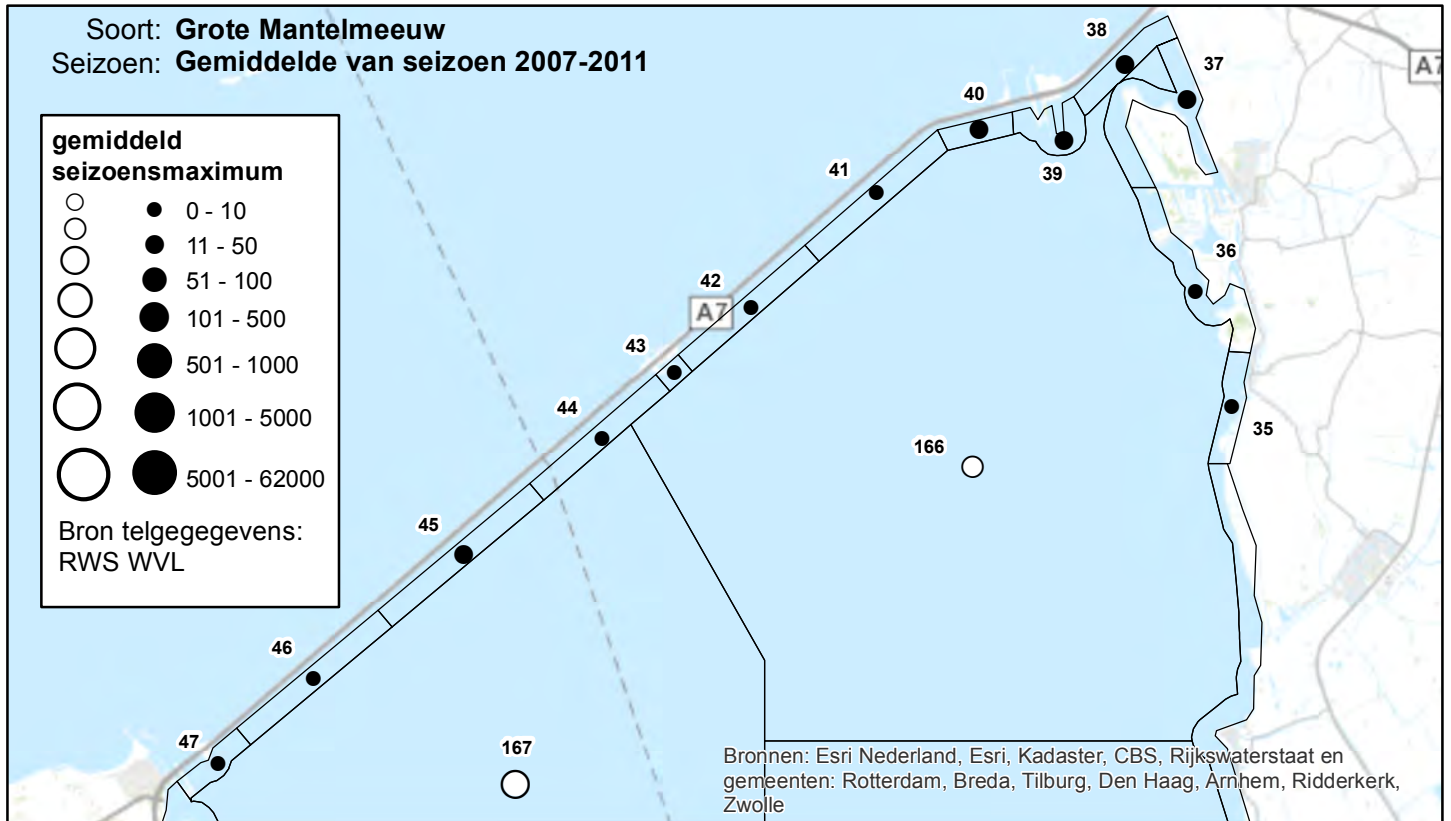


Soort: **Grote Mantelmeeuw**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bron telgegevens:
RWS WV

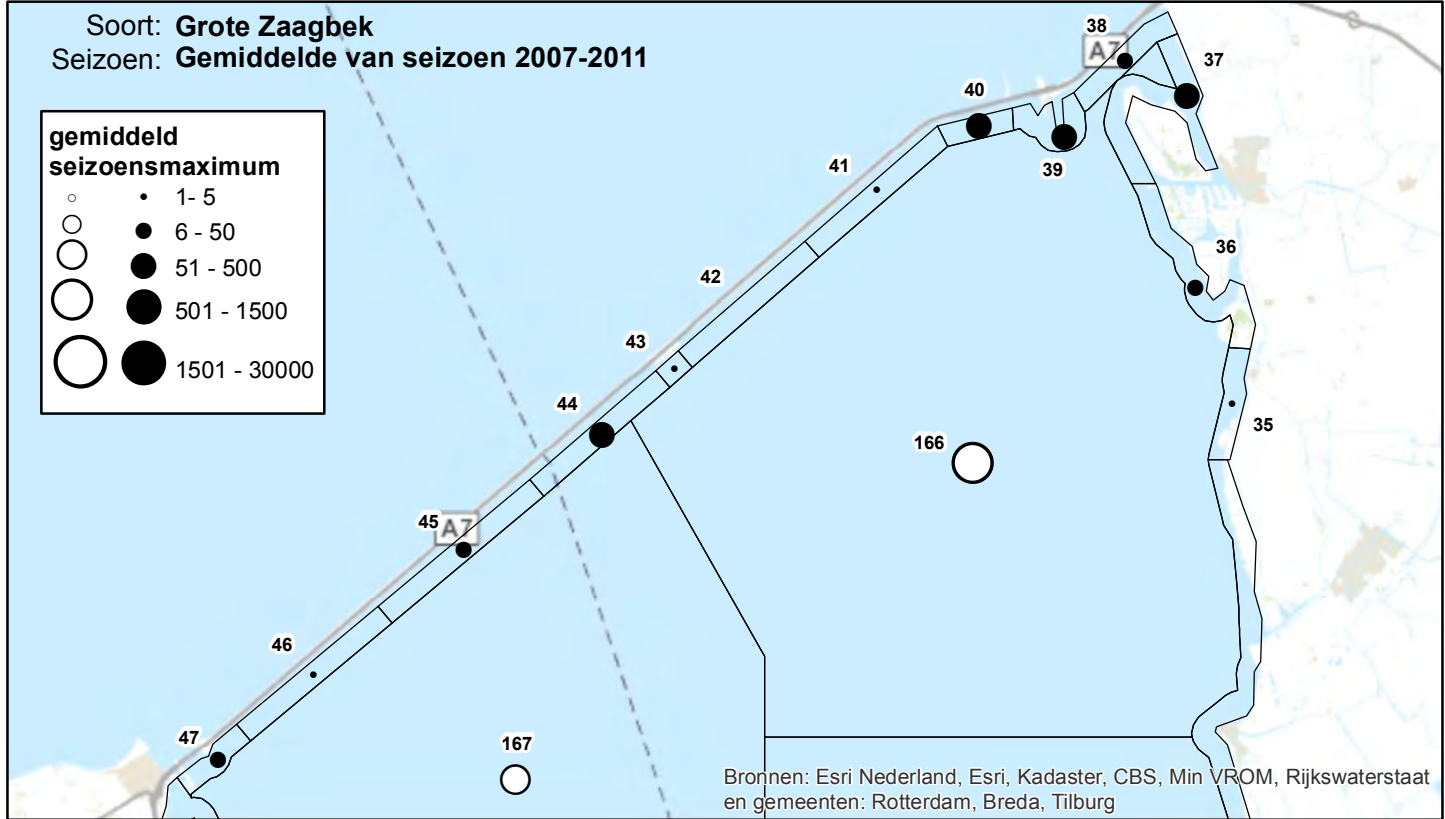
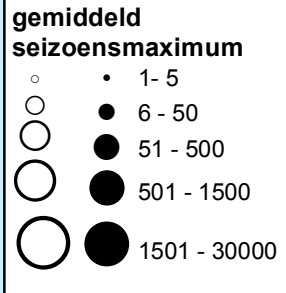


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Grote Zaagbek**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

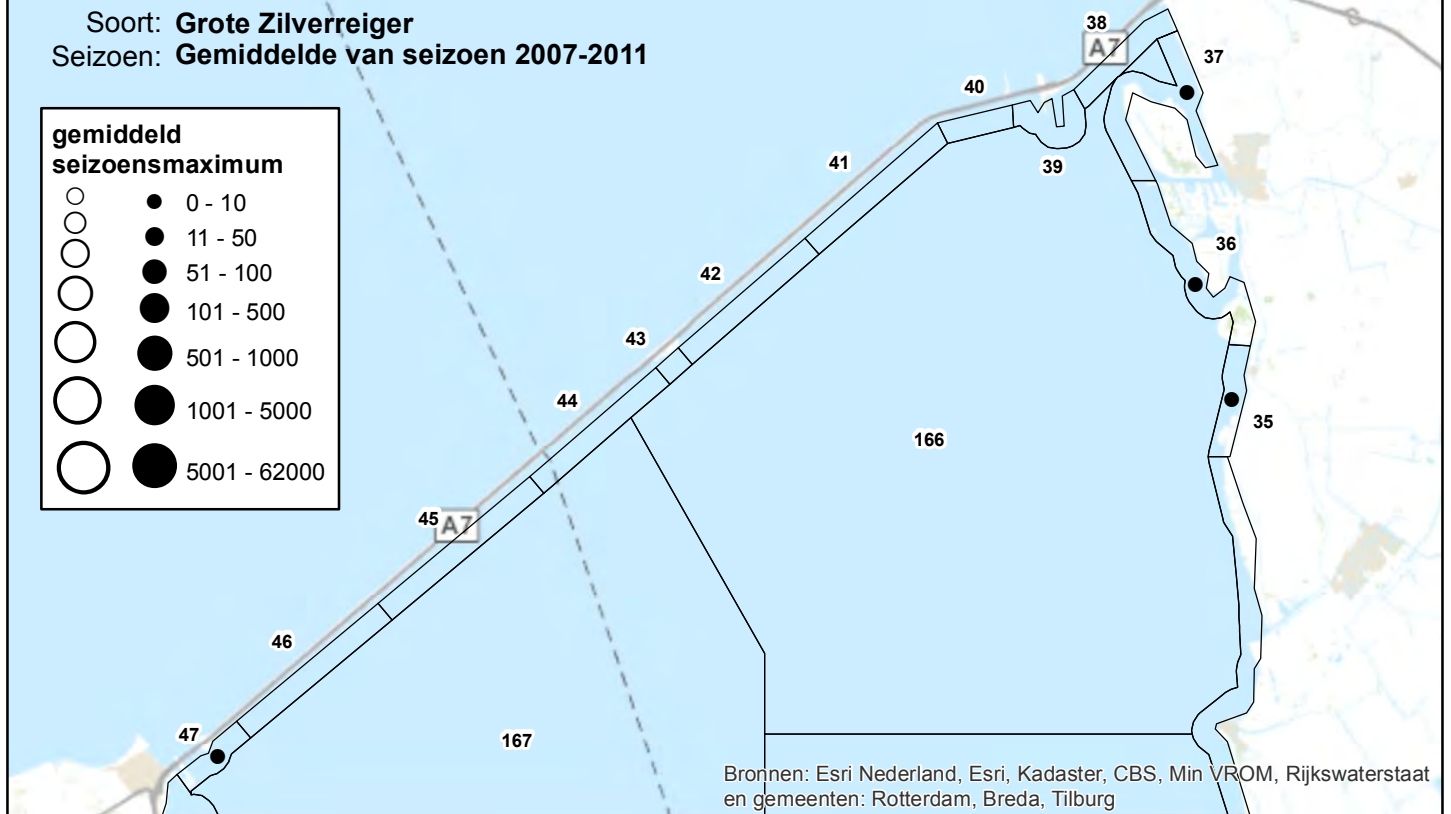
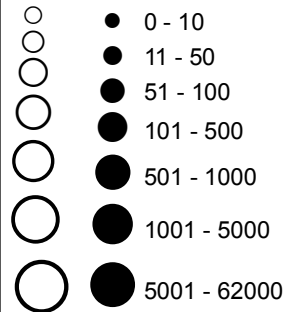


Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg



Soort: **Grote Zilverreiger**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoenen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



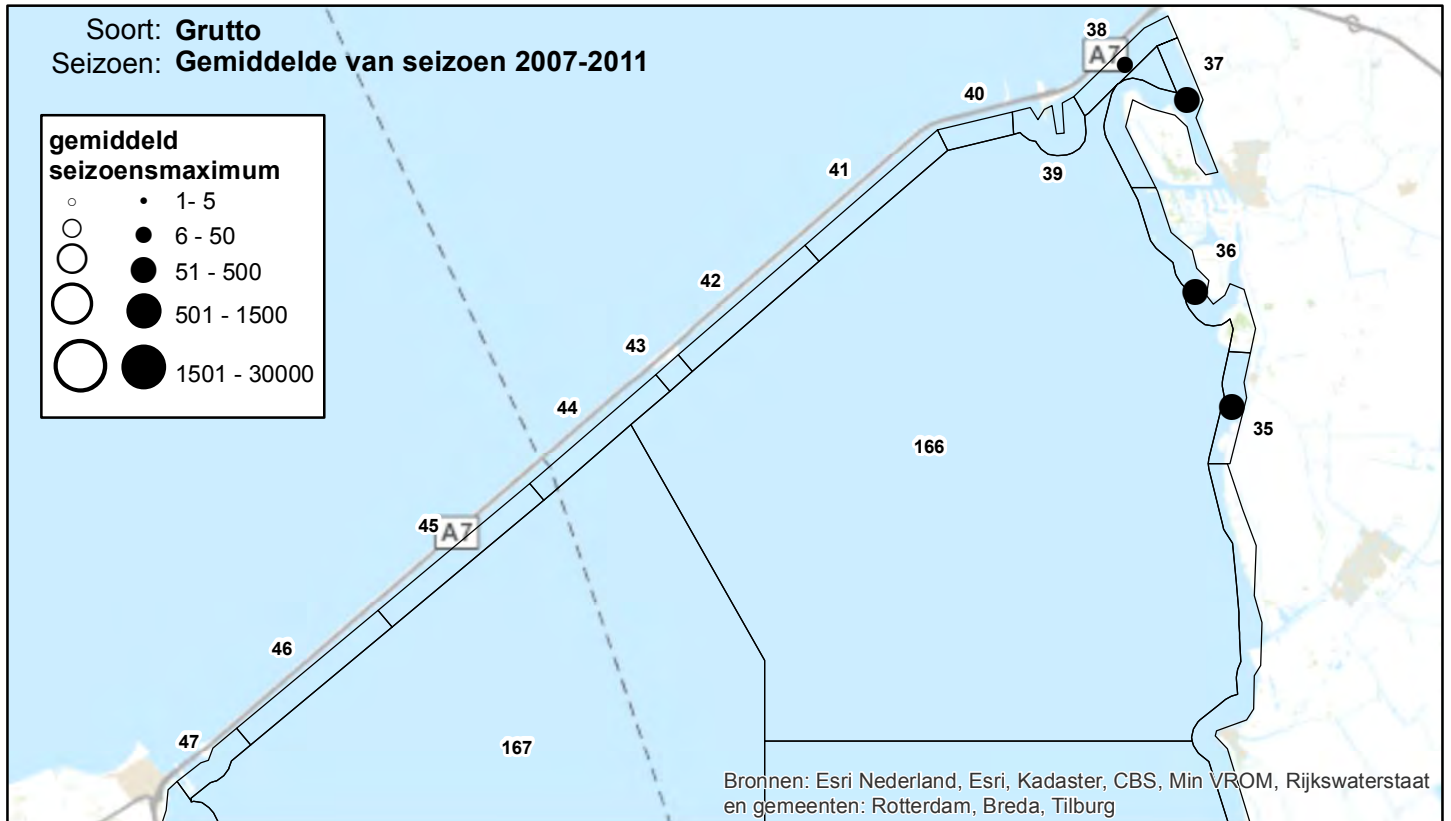
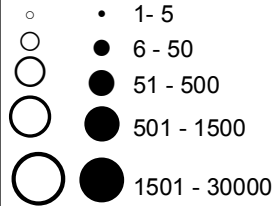
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Grutto**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



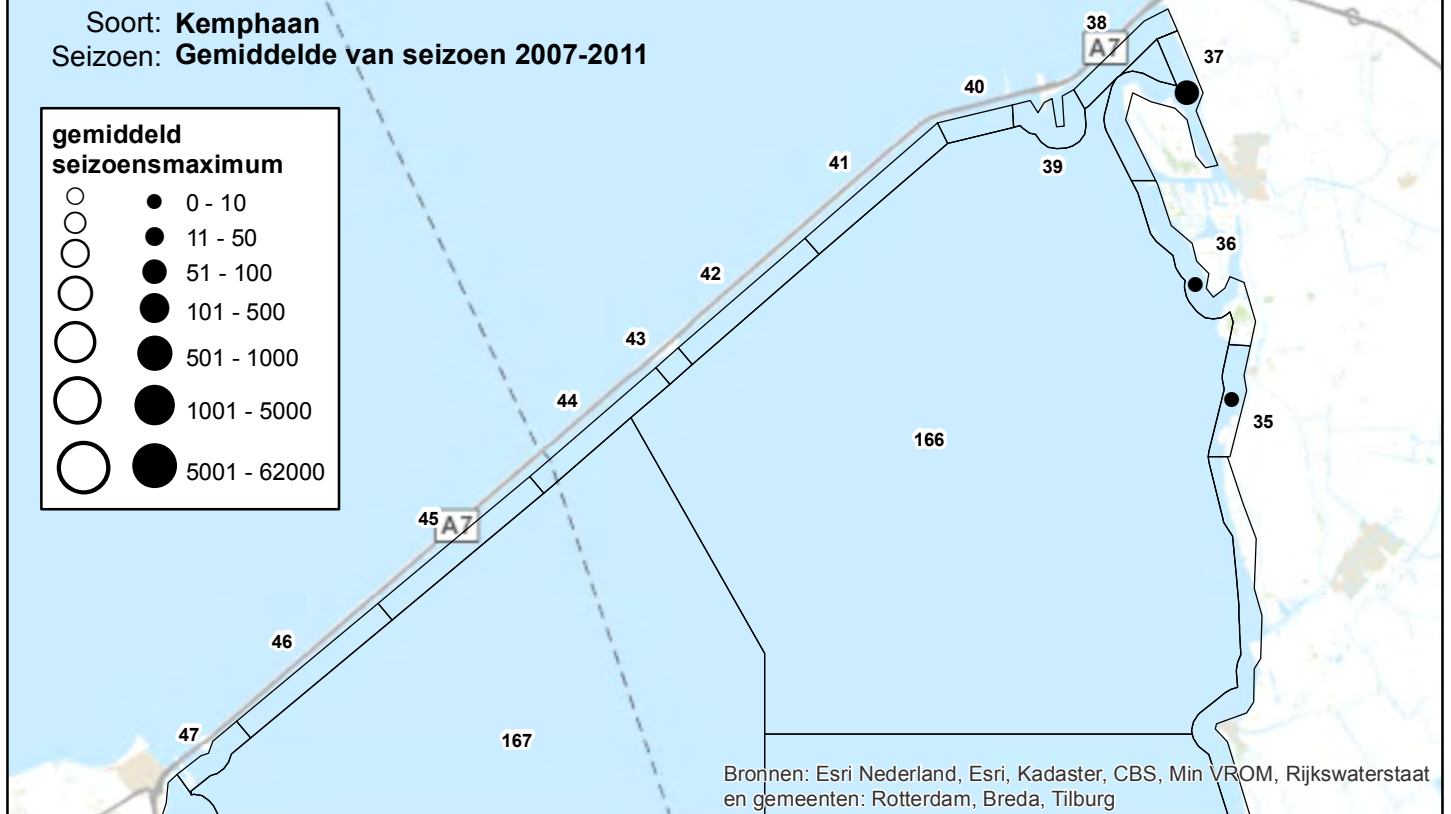
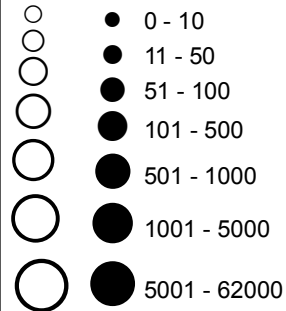
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Kemphaan**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**

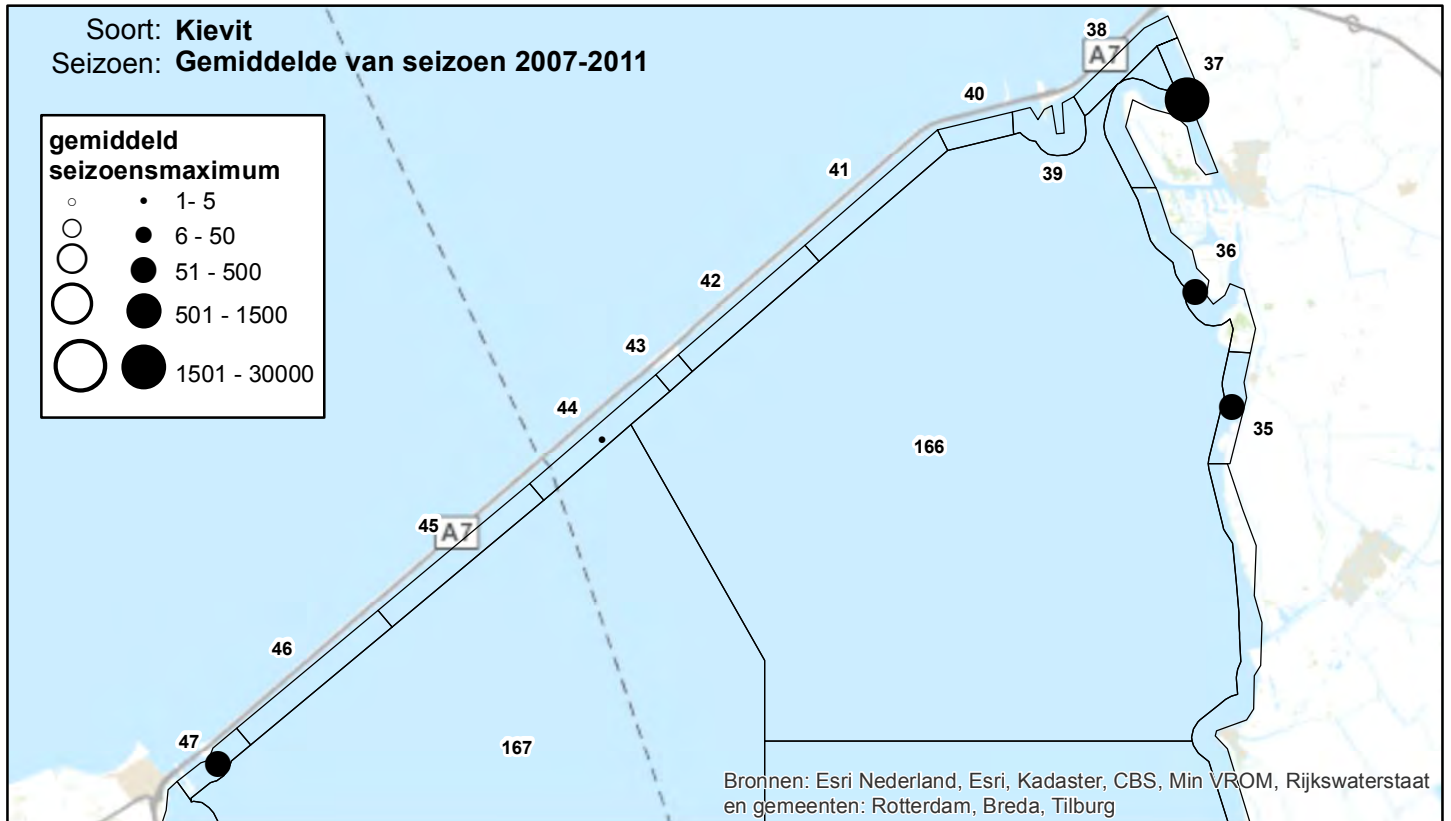
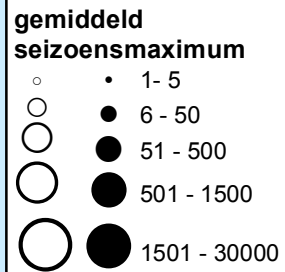


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Kievit**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



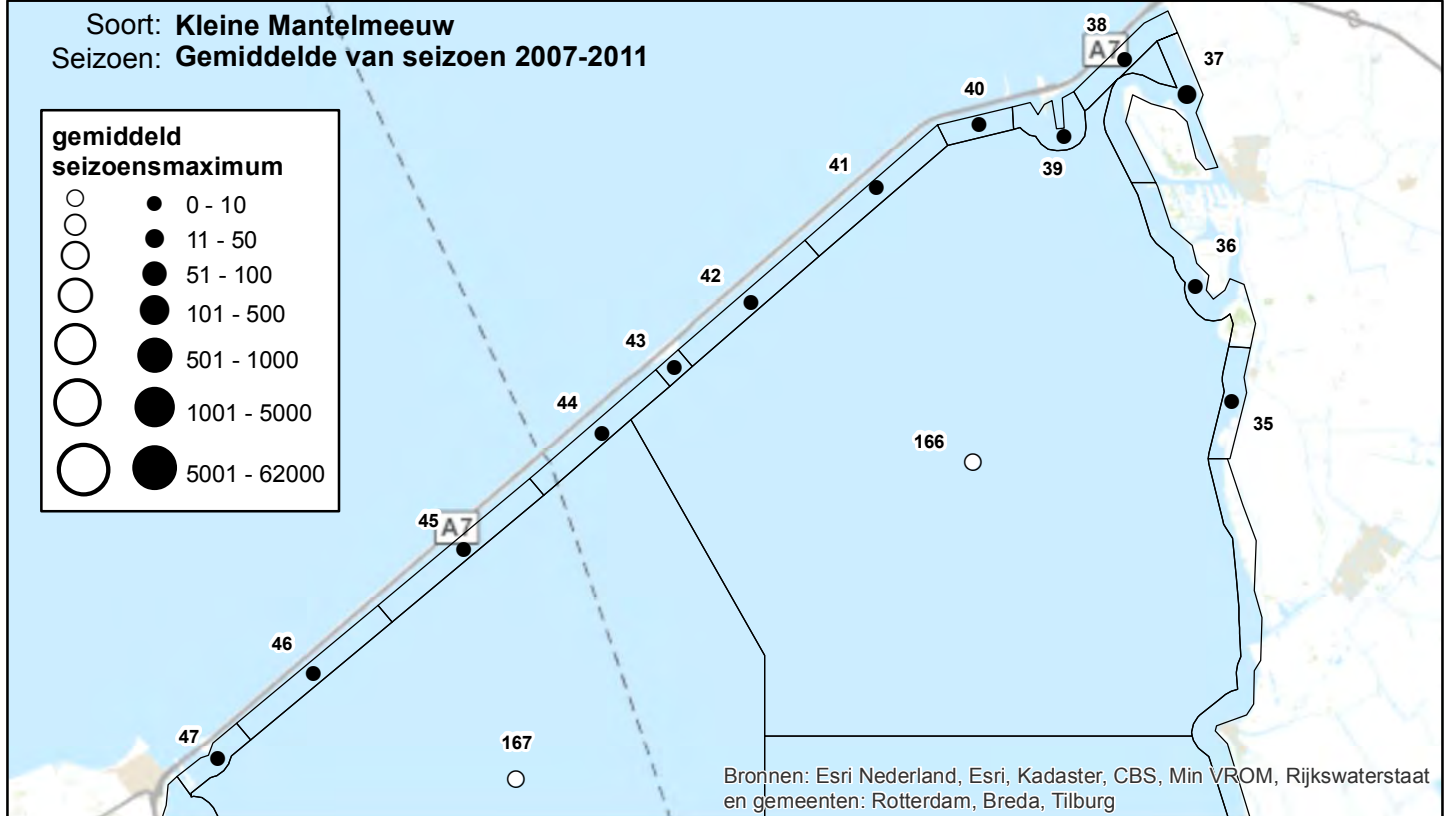
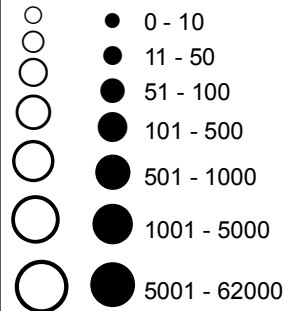
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Kleine Mantelmeeuw**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoenen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg



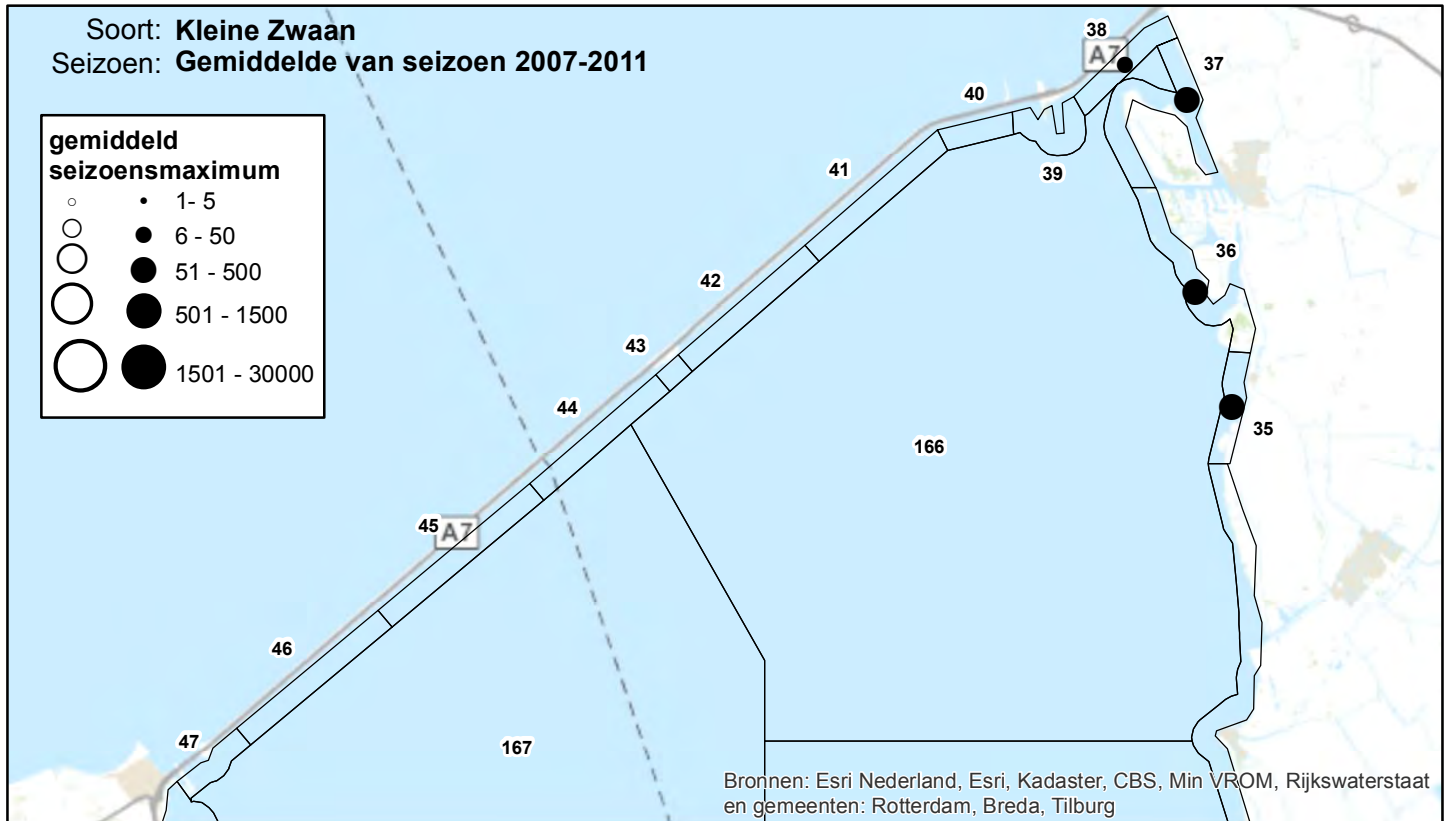
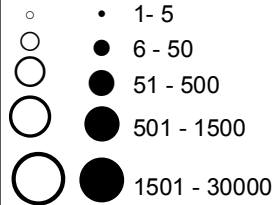
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Kleine Zwaan**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg



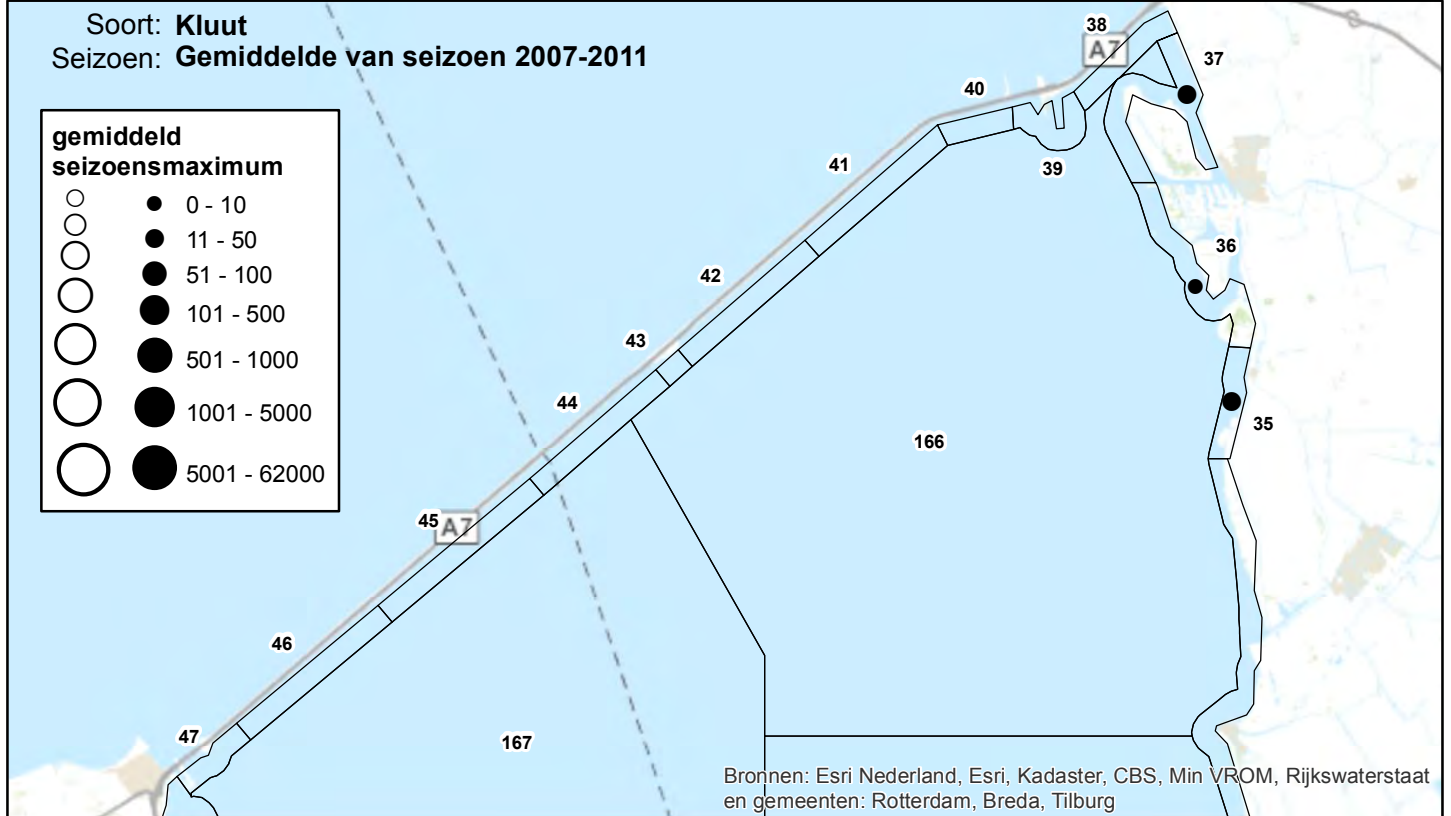
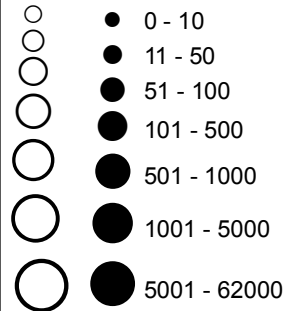
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Kluut**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

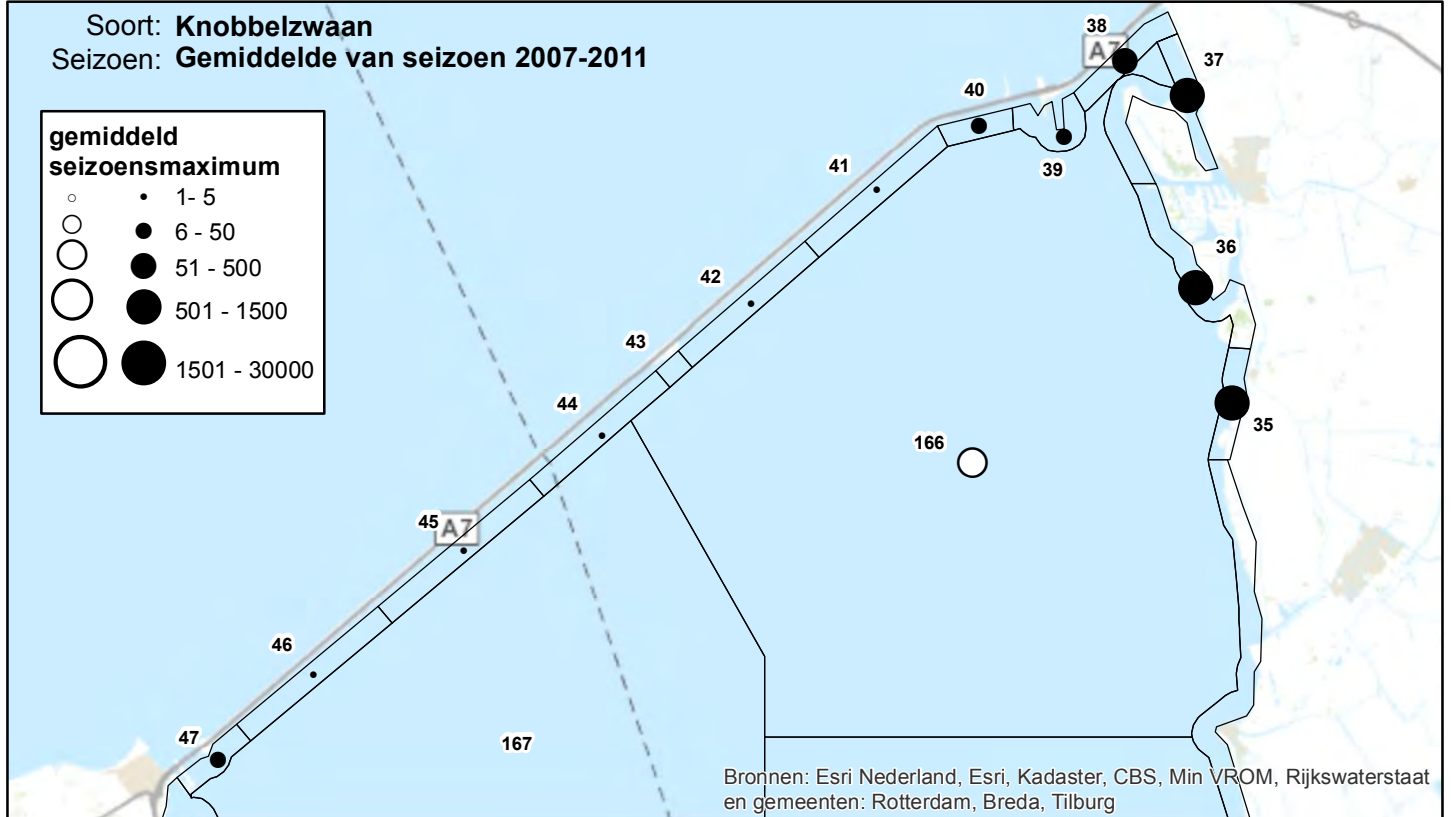
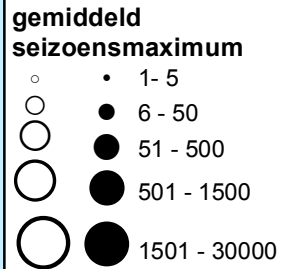


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Knobbelzwaan**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

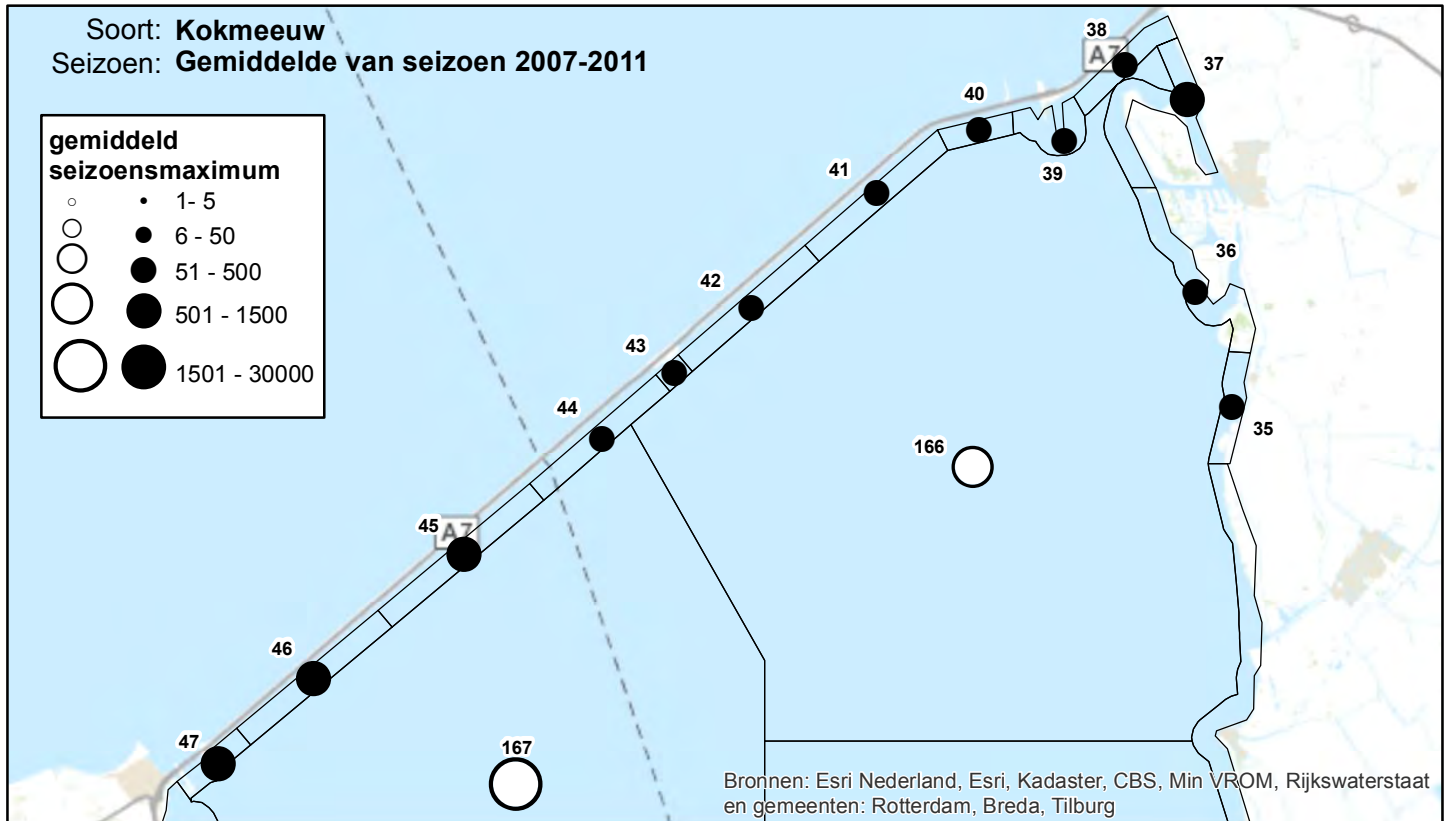
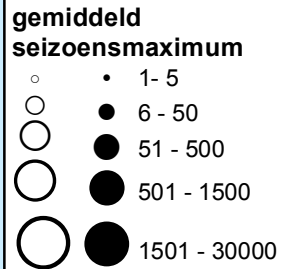


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers

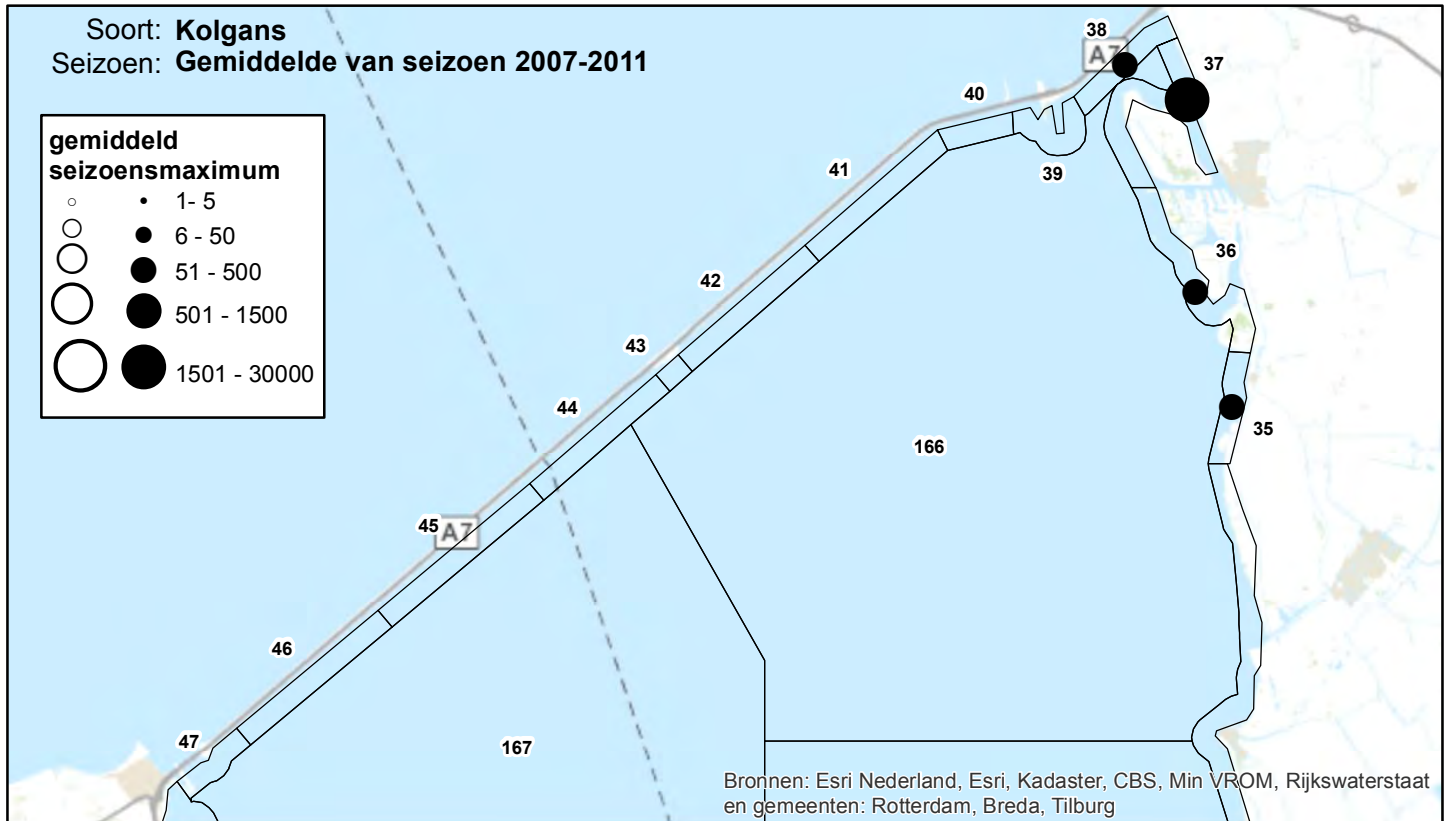
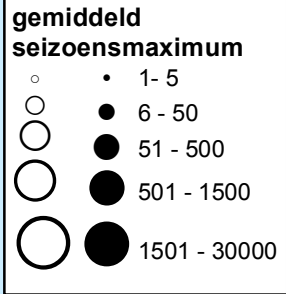


Soort: **Kokmeeuw**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

Soort: **Kolgans**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

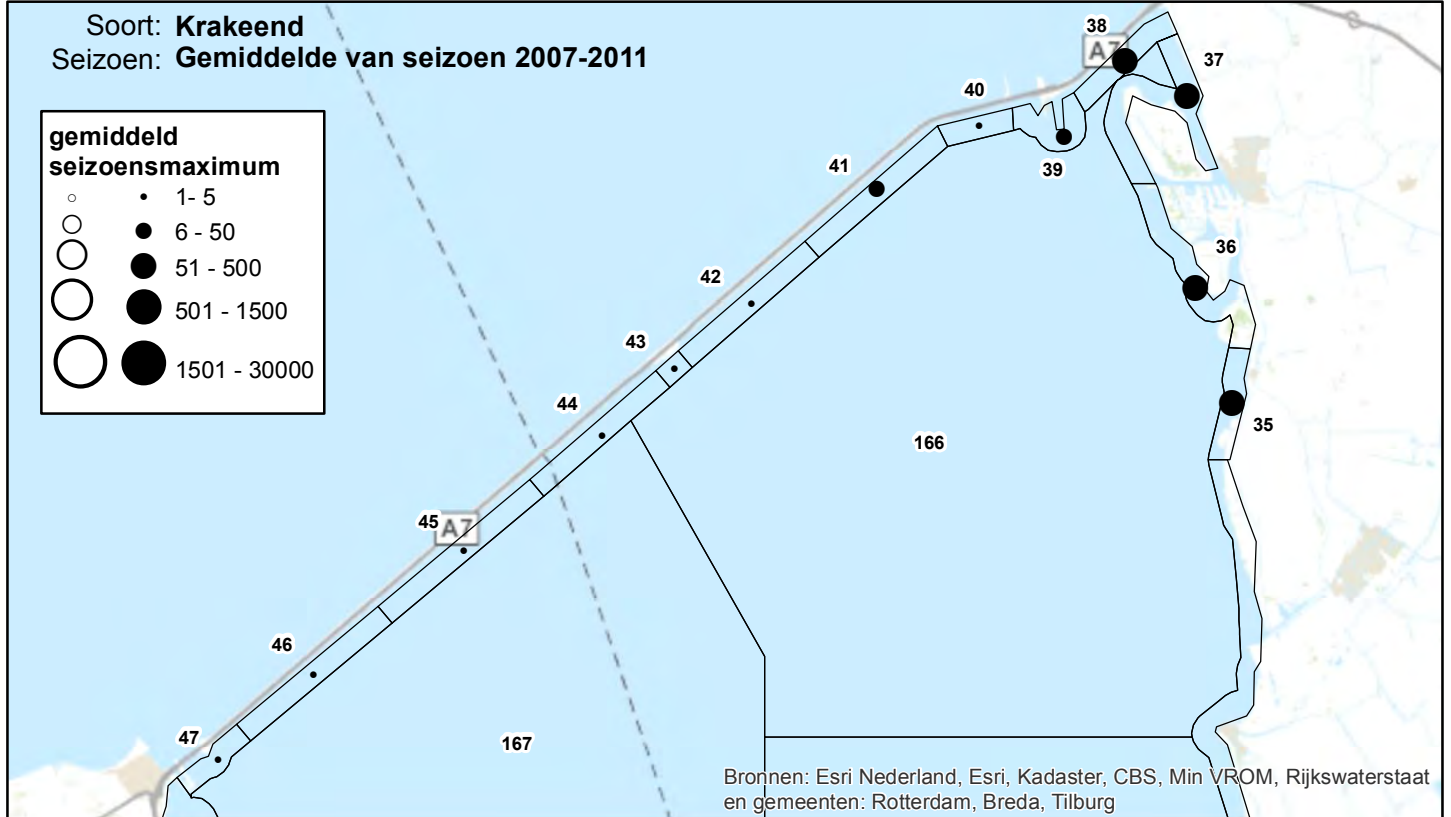
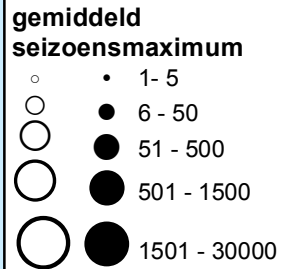


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Krakeend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

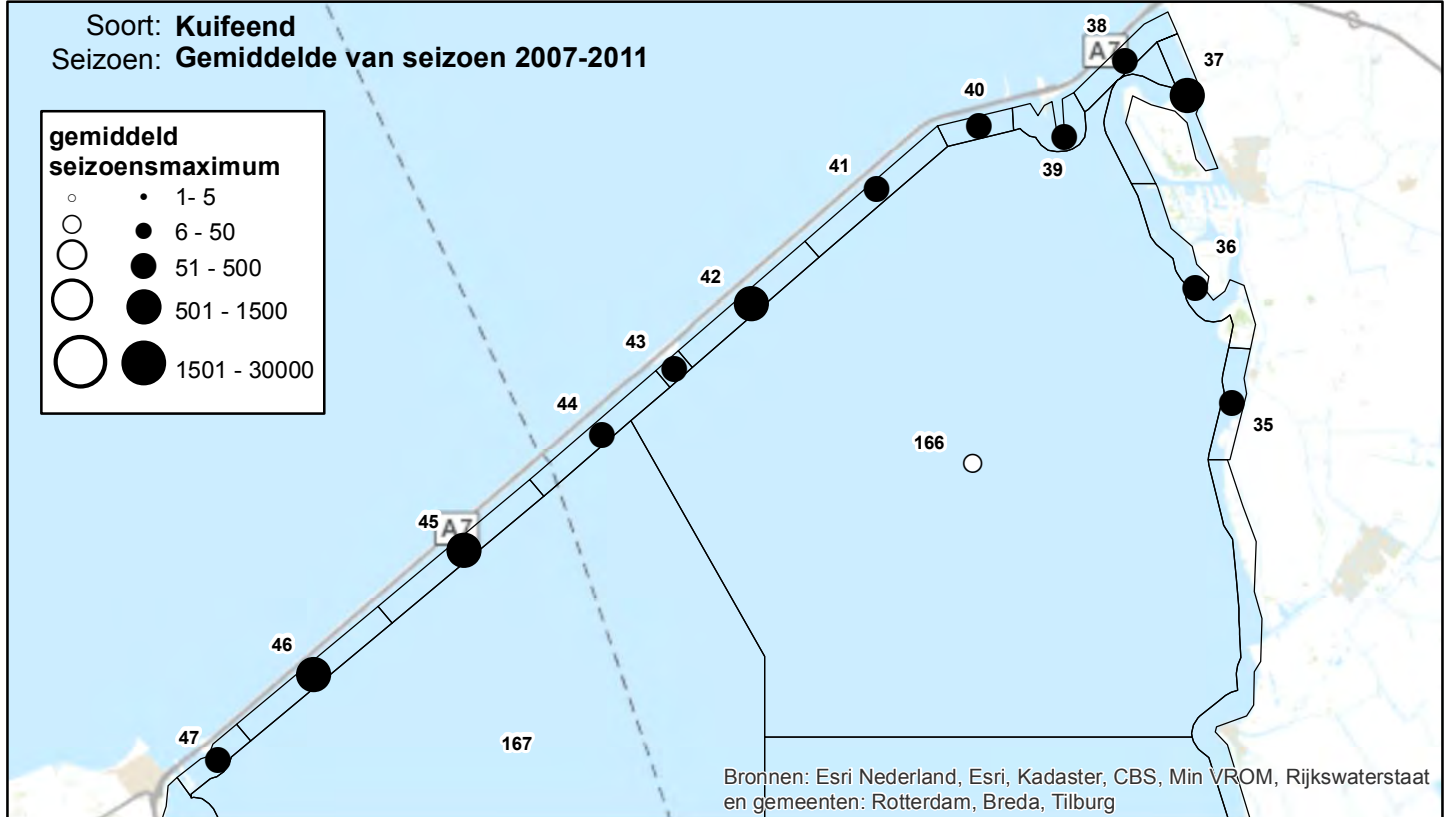
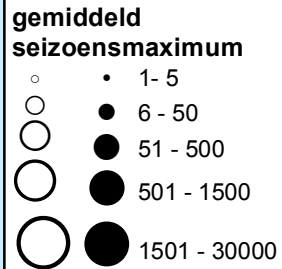


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Kuifeend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



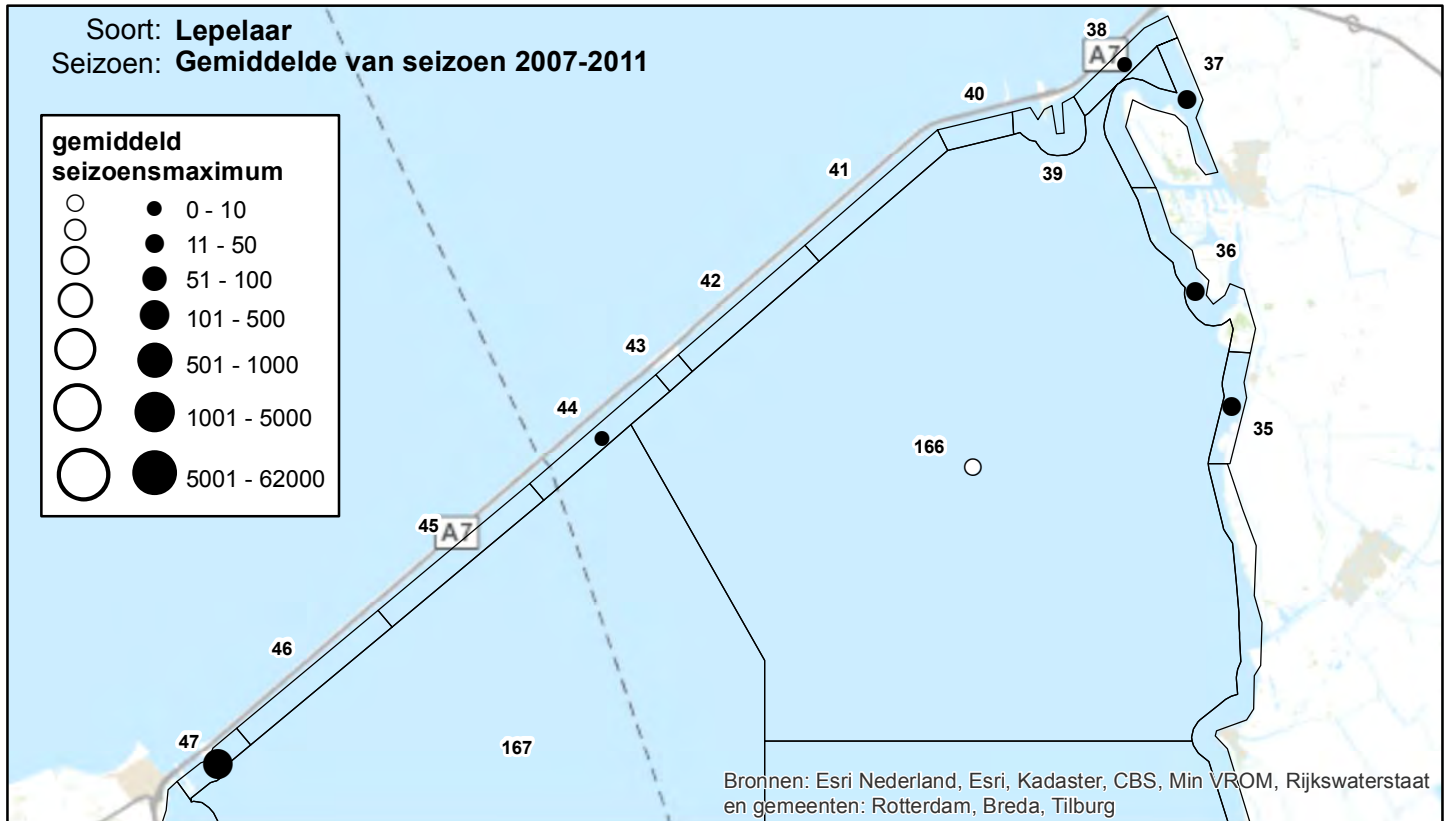
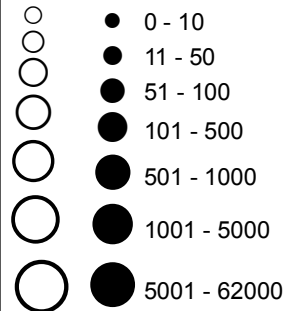
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Lepelaar**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**

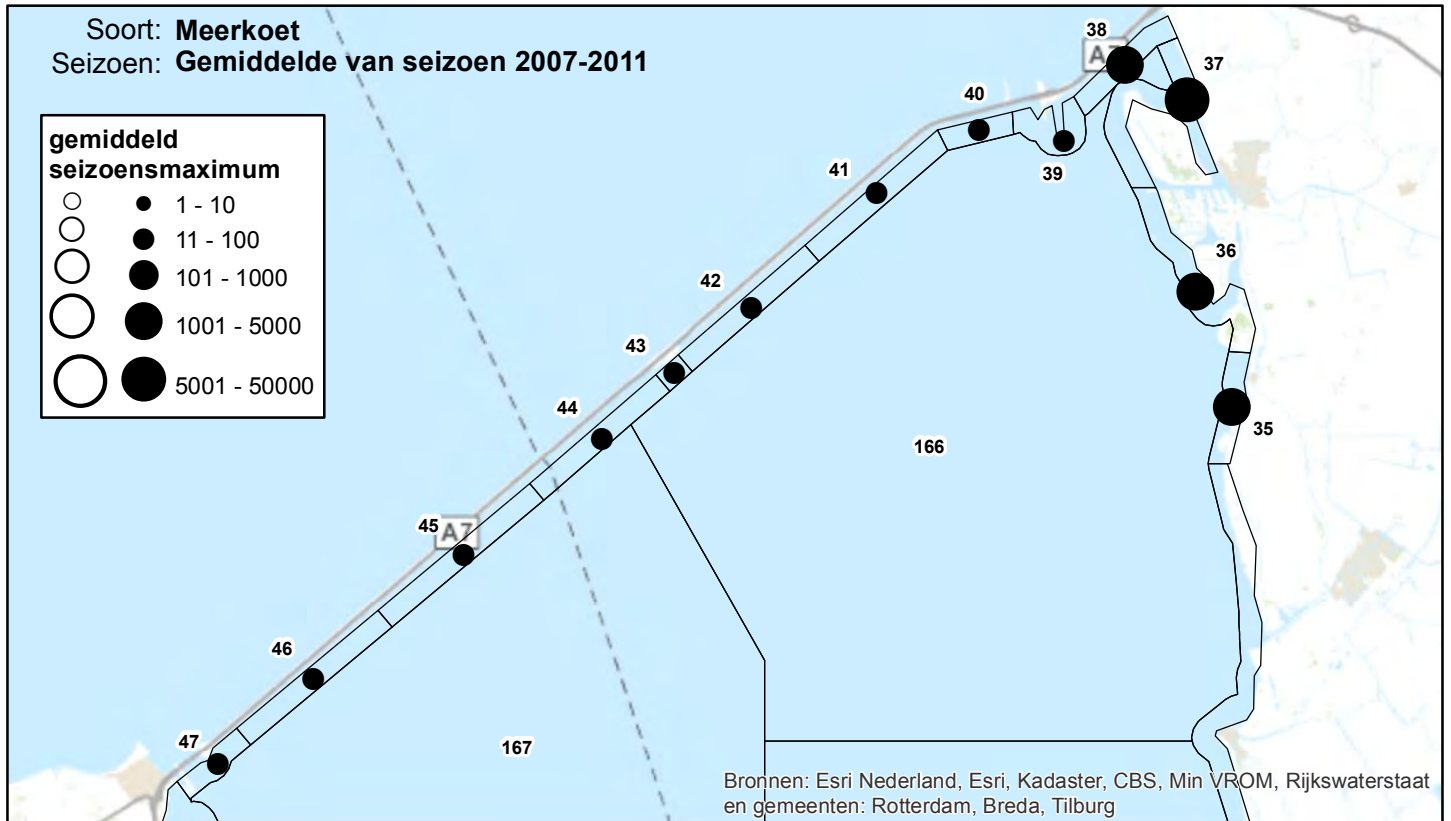
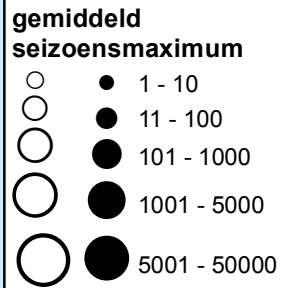


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Meerkoet**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



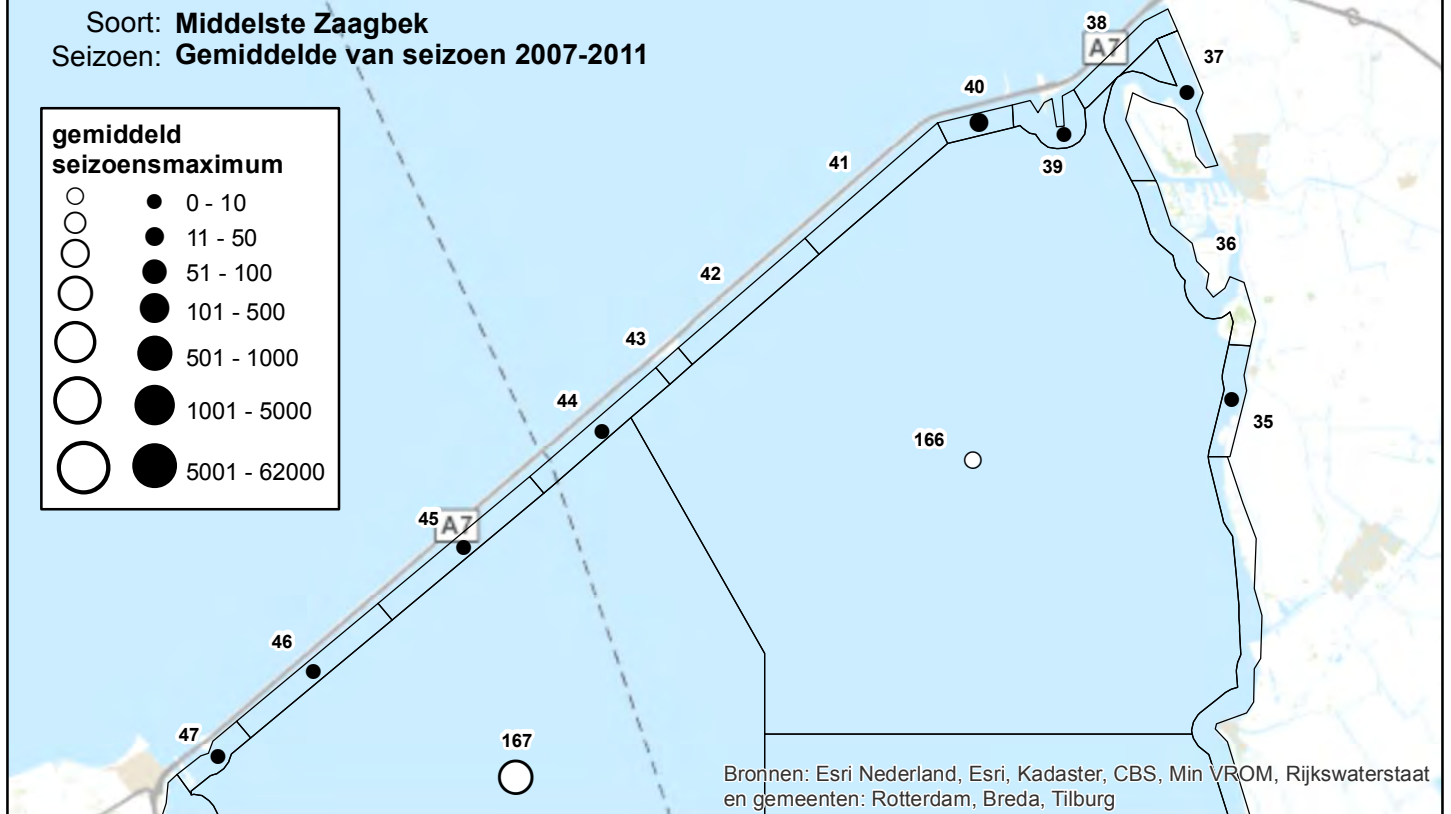
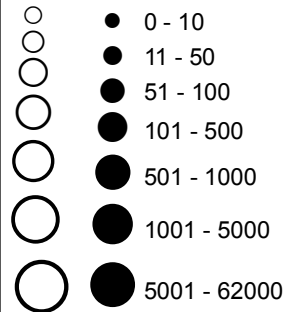
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Middelste Zaagbek**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoenen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

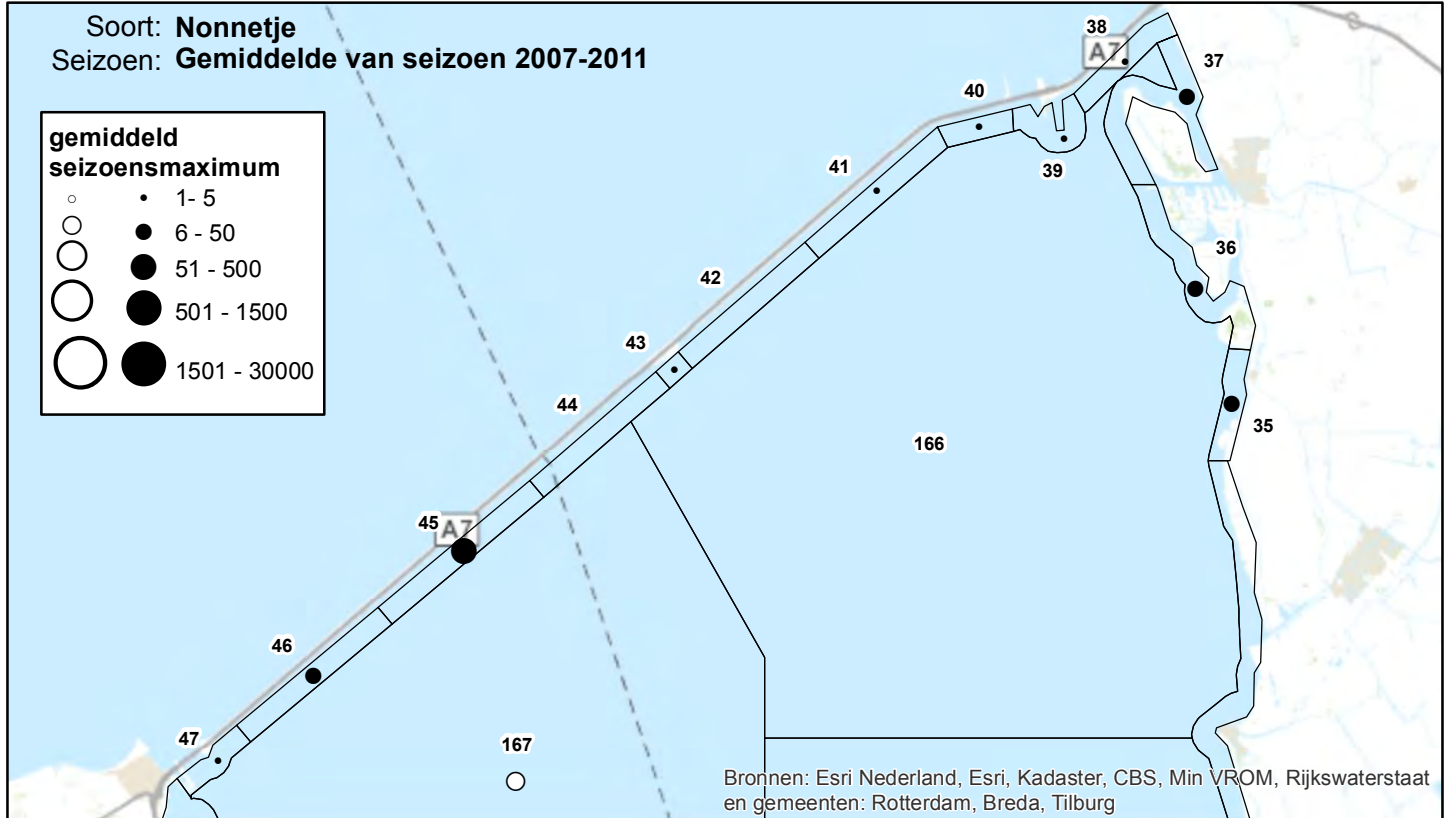
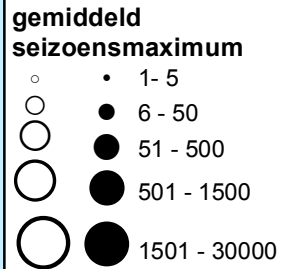


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Nonnetje**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

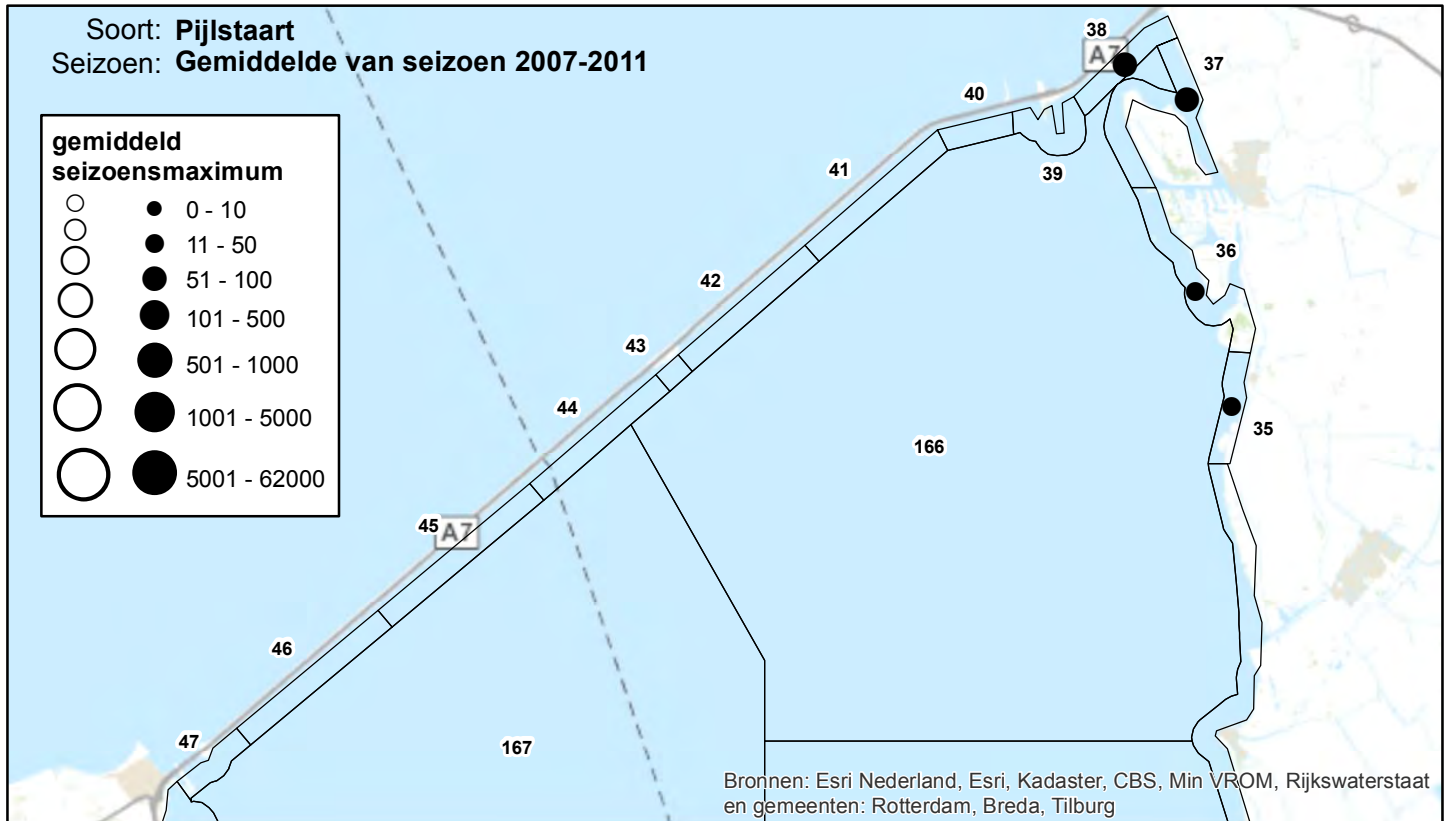
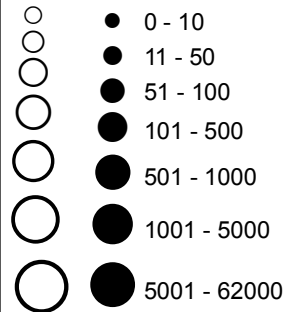


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu



Soort: **Pijlstaart**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**

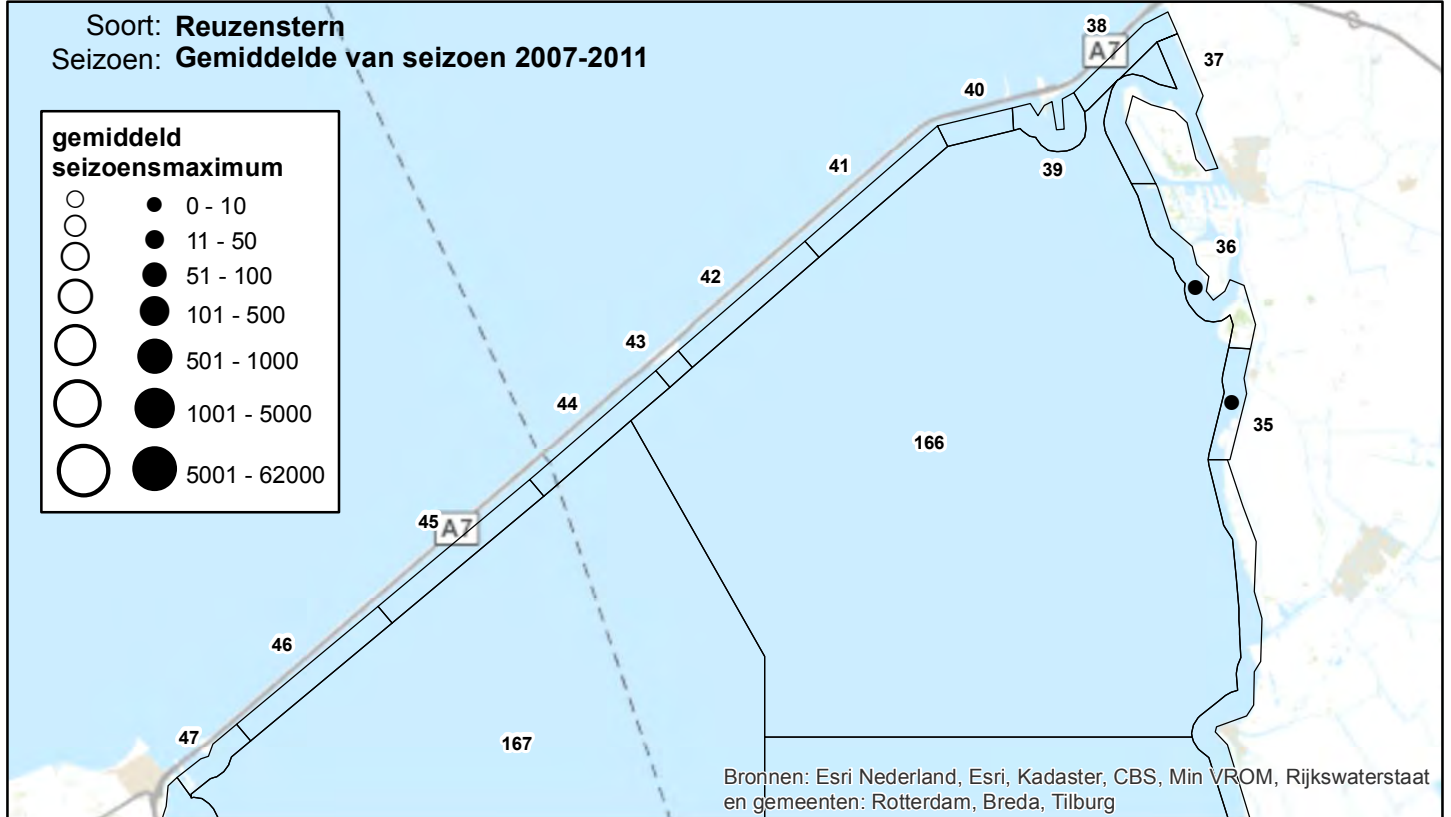
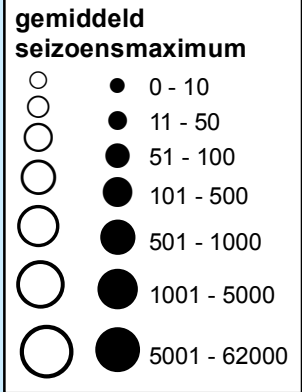


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Reuzenster**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



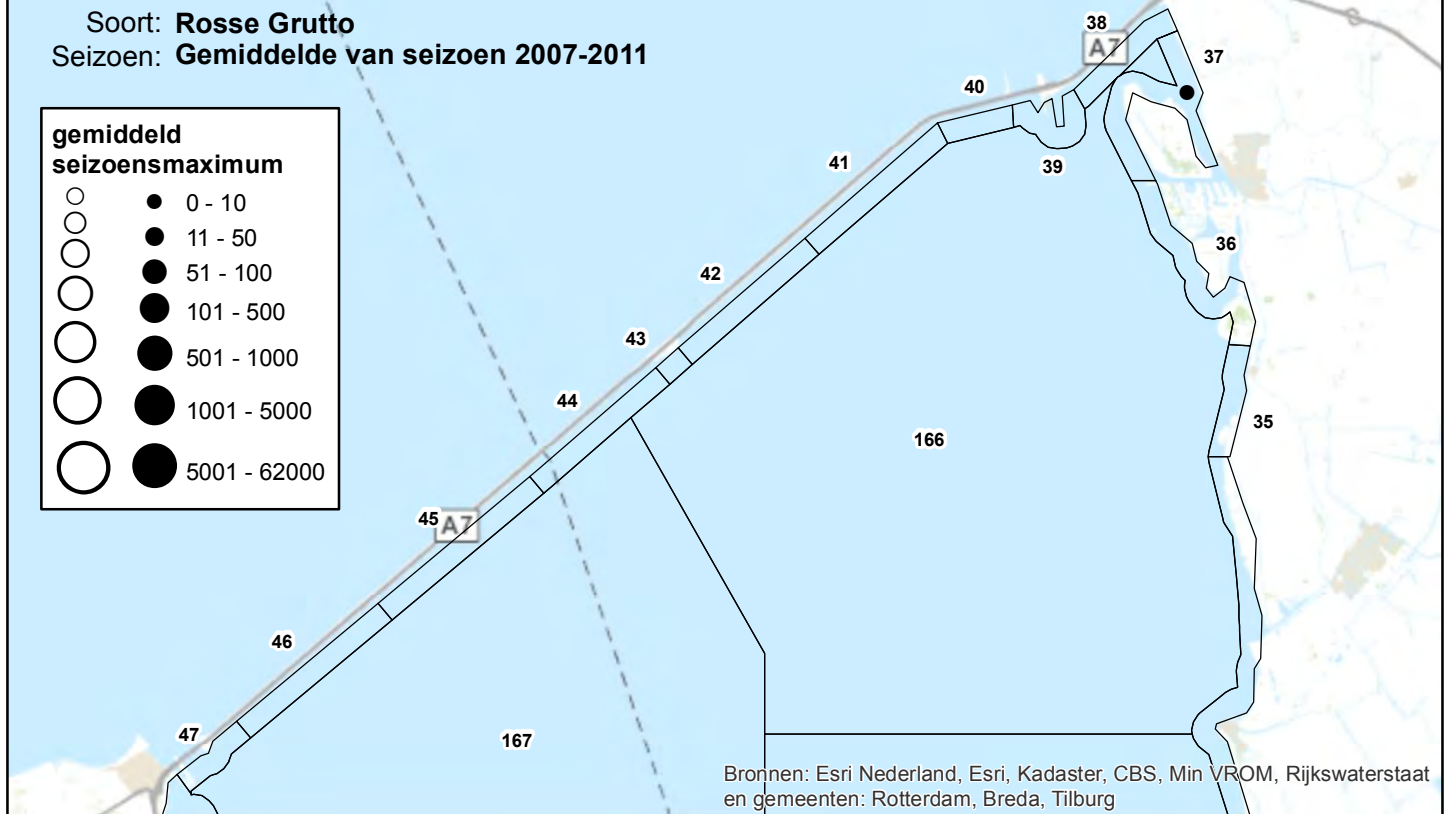
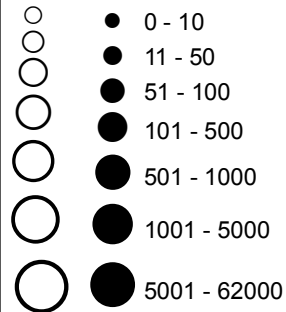
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Rosse Grutto**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



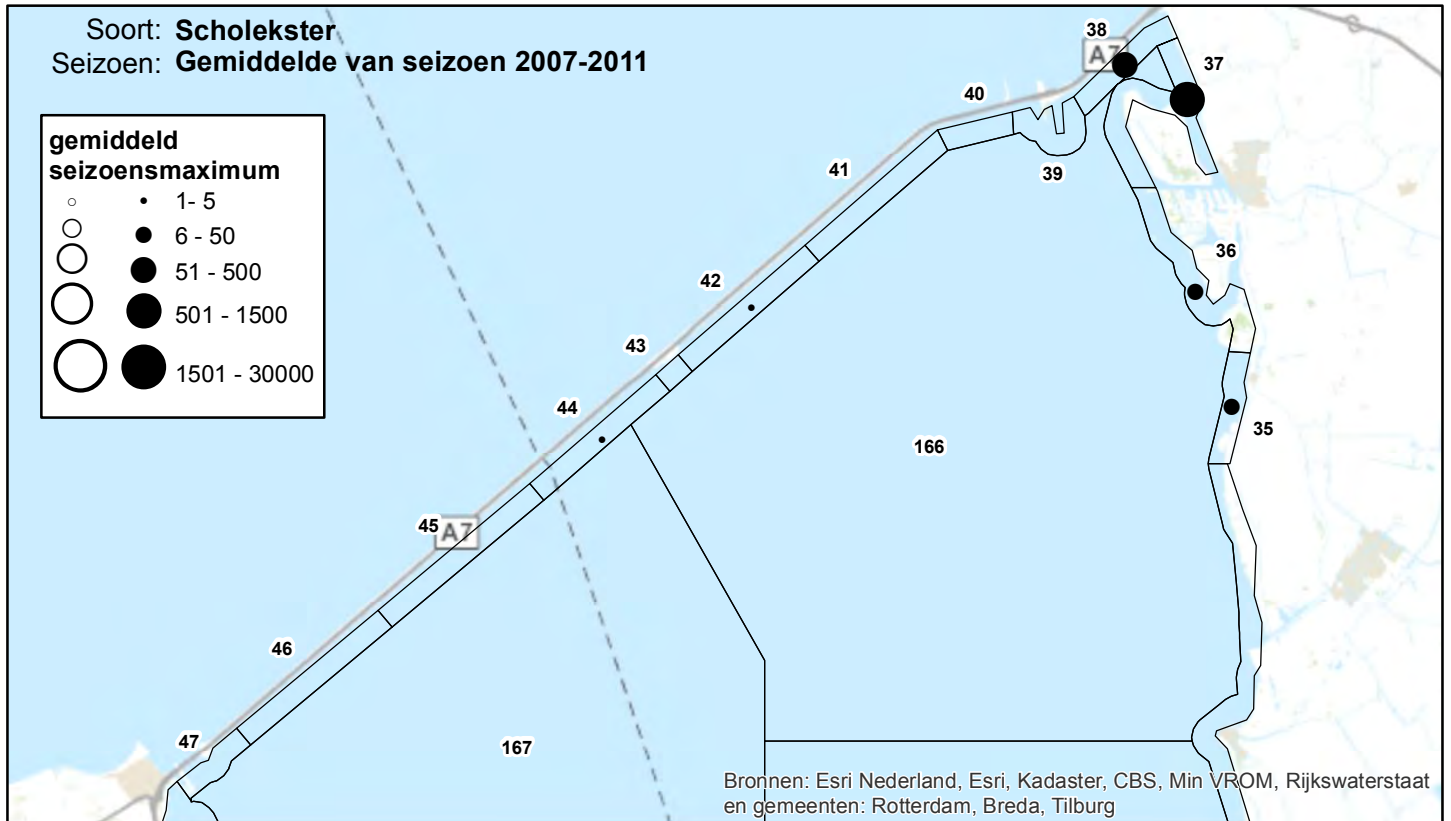
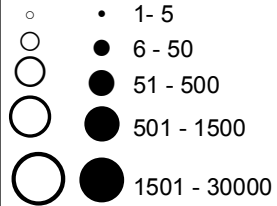
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Scholekster**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg



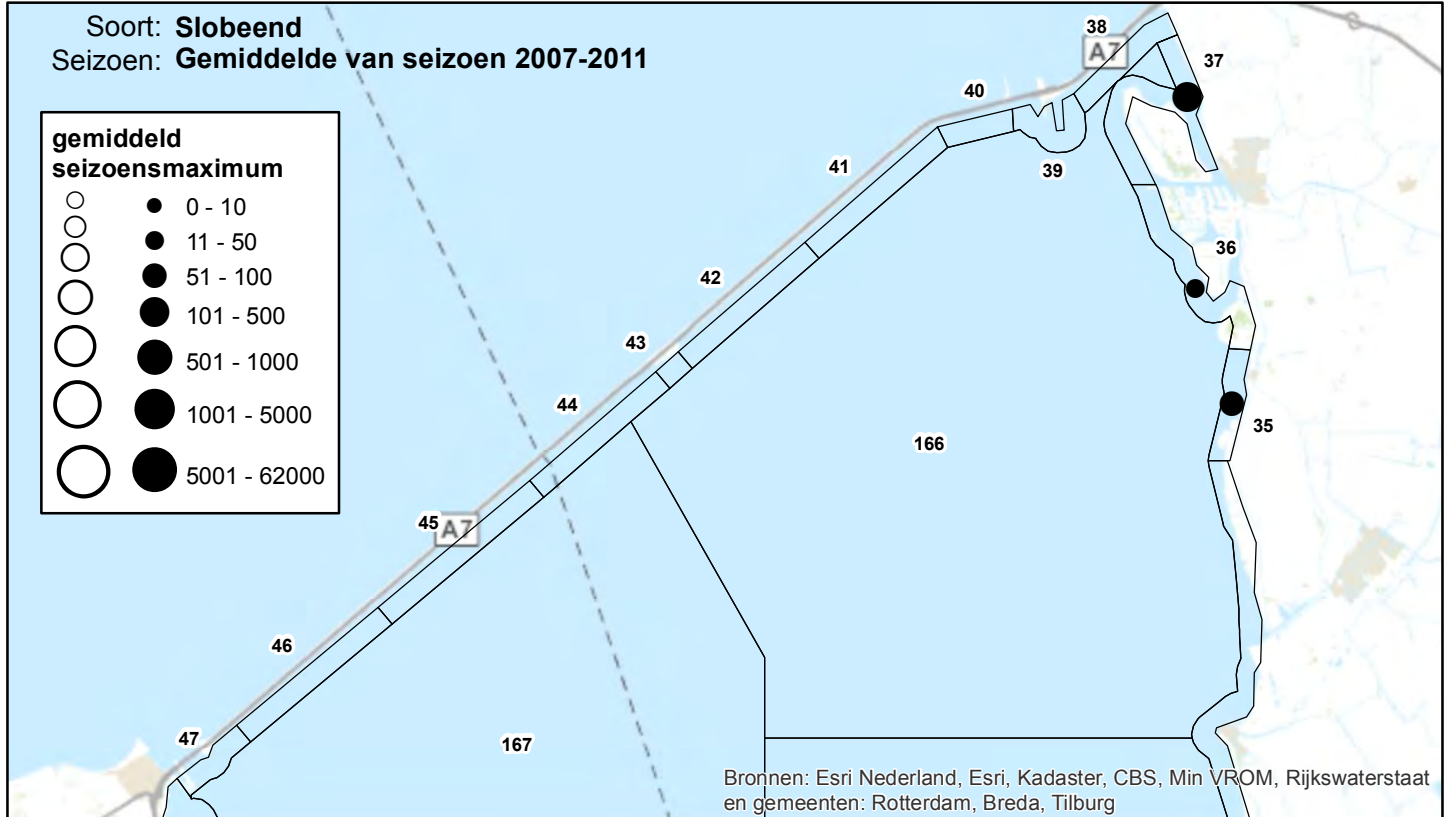
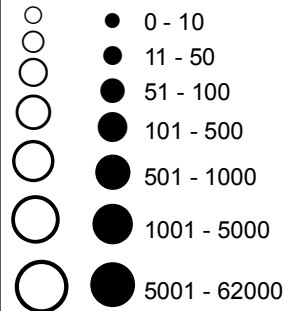
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Slobeend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

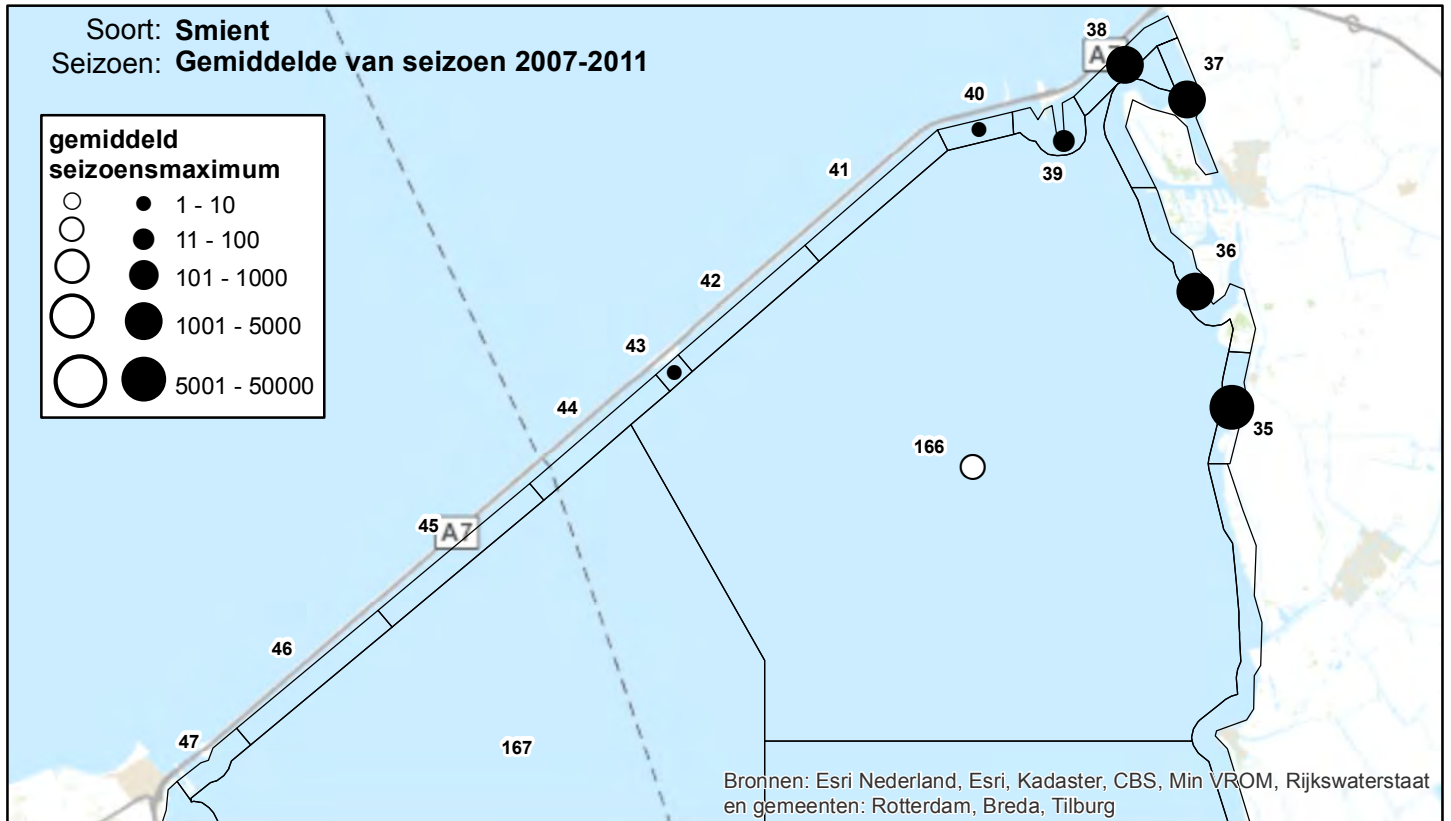
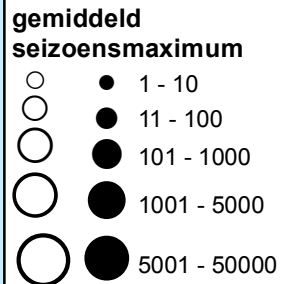


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Smient**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

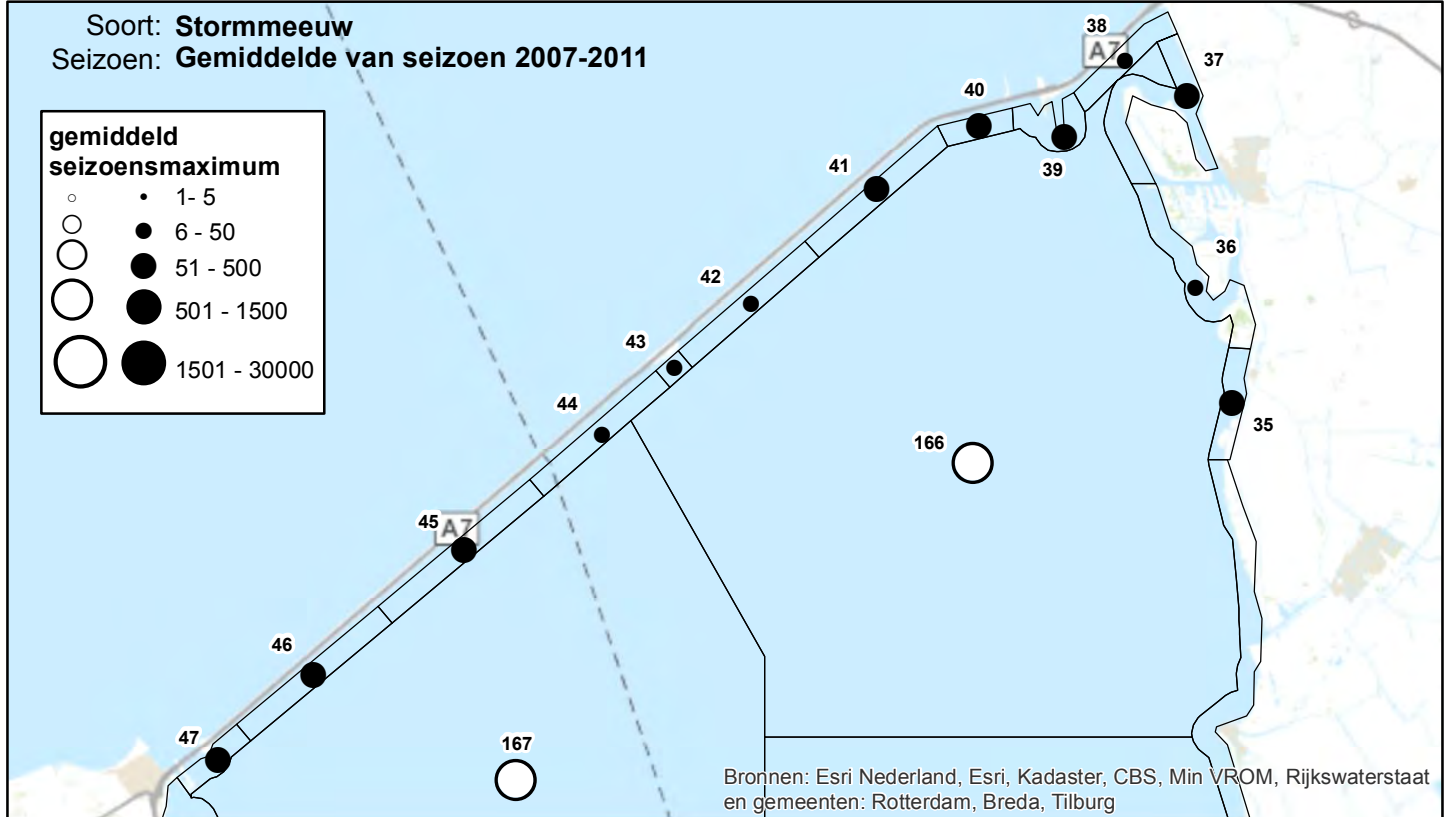
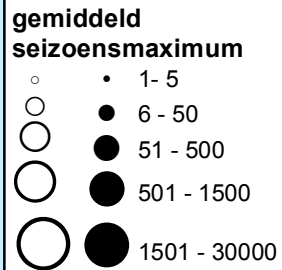


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

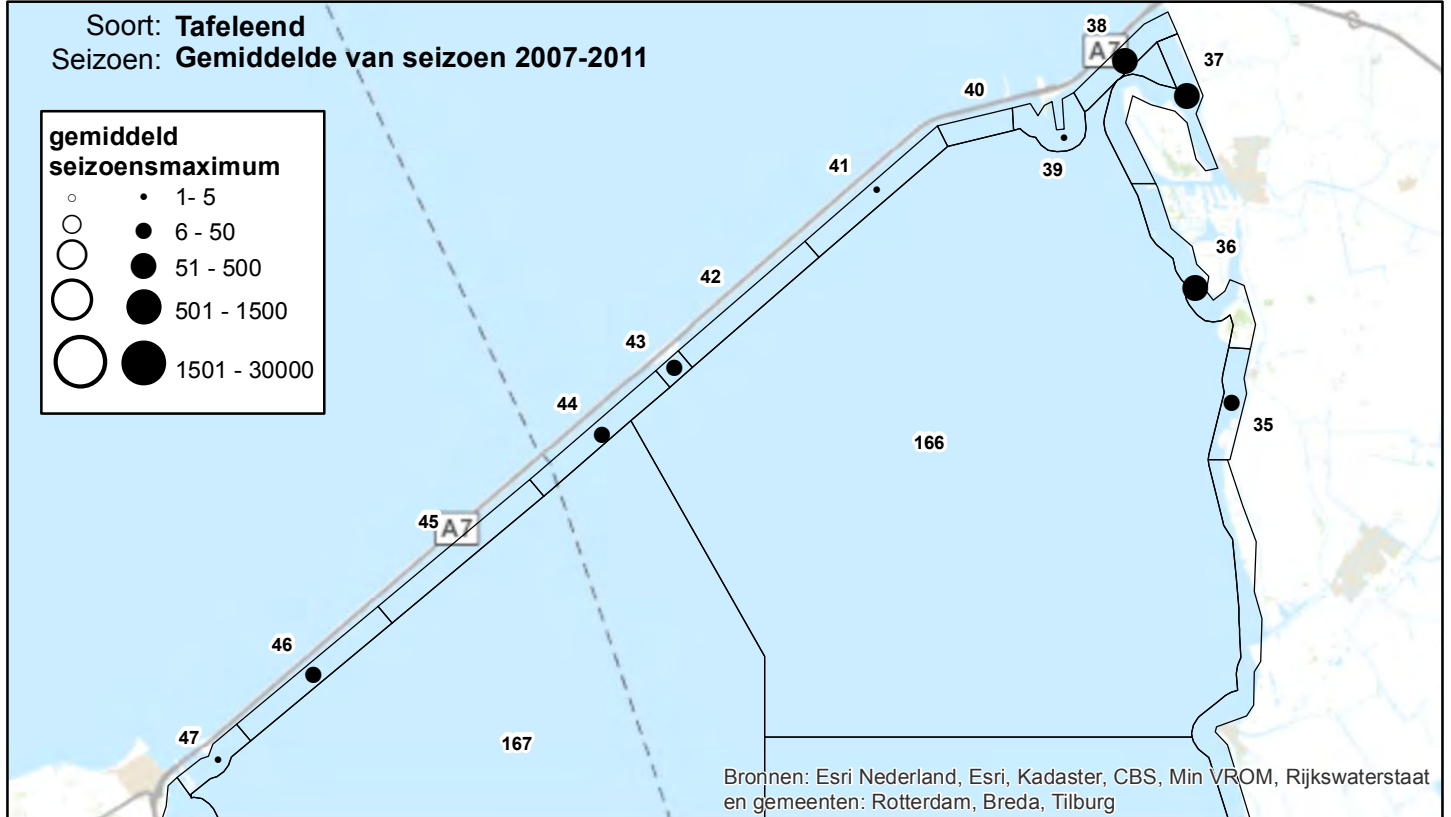
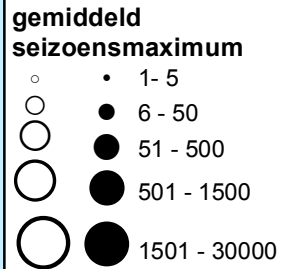
0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Stormmeeuw**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



Soort: **Tafeleend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

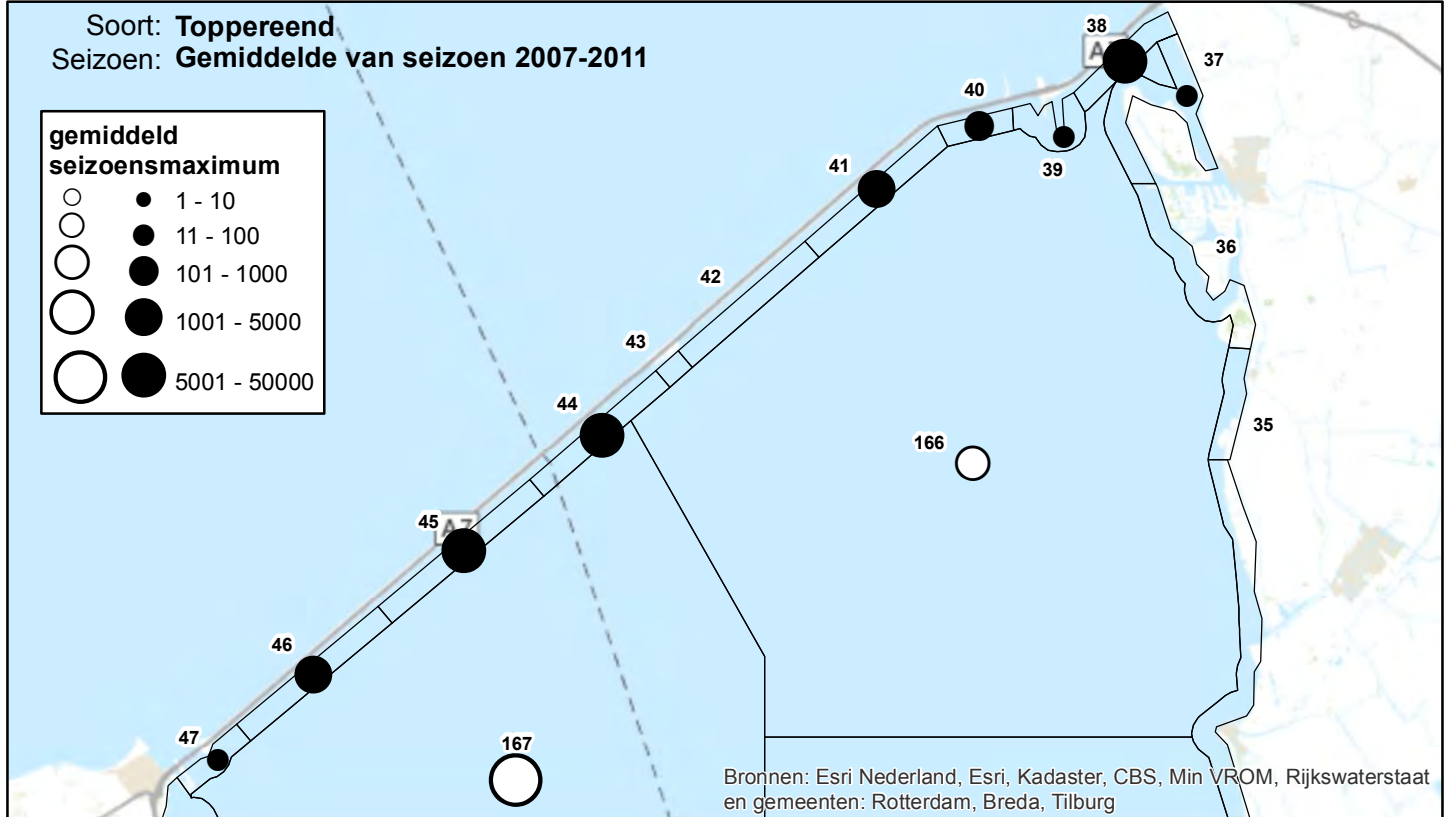
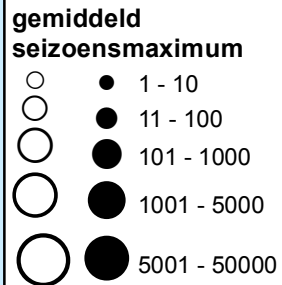


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Toppereend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



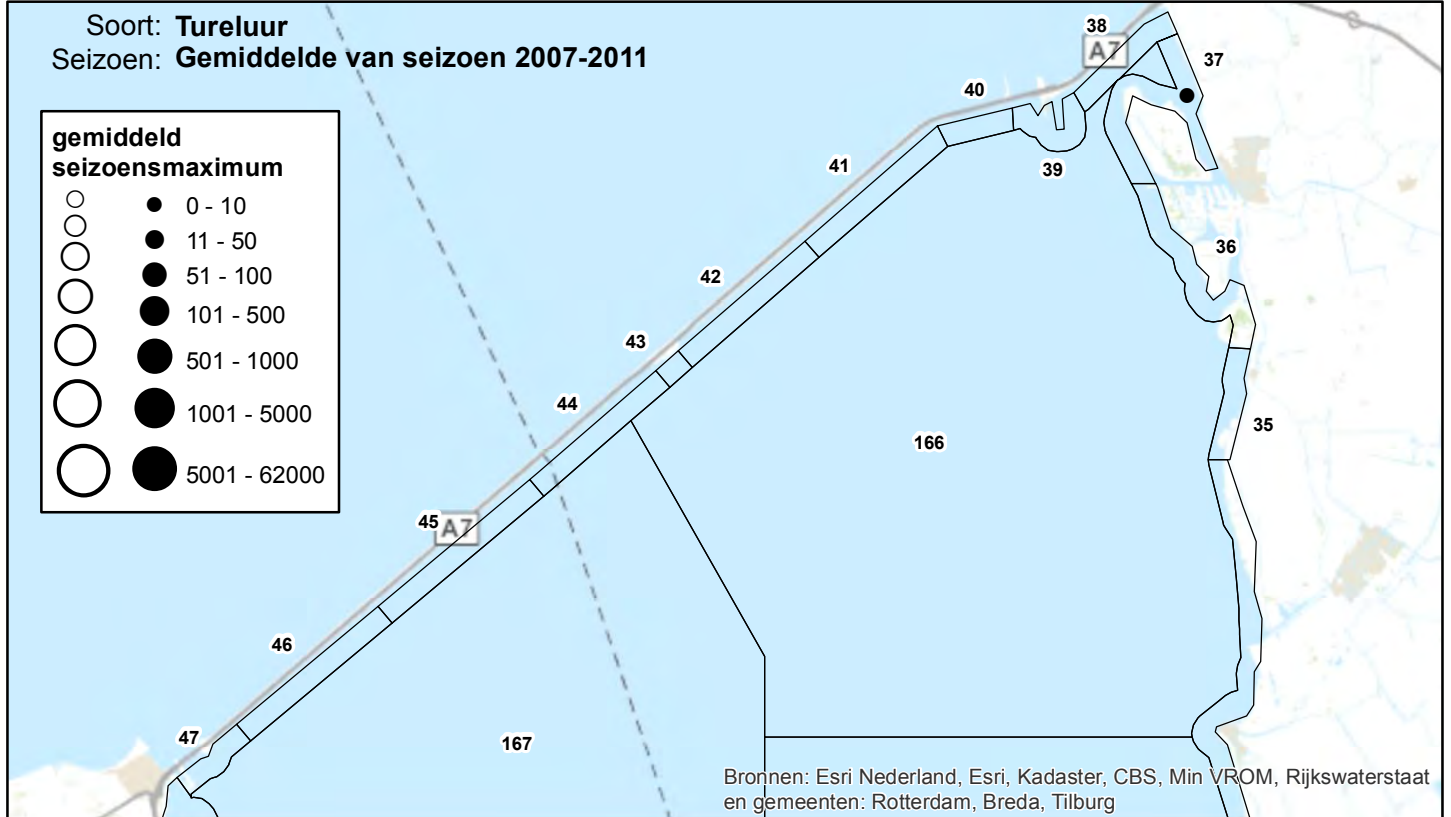
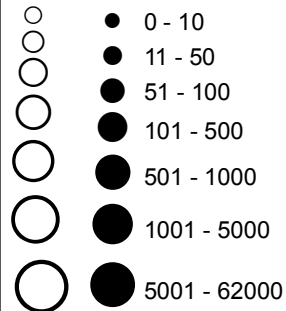
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Tureluur**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg



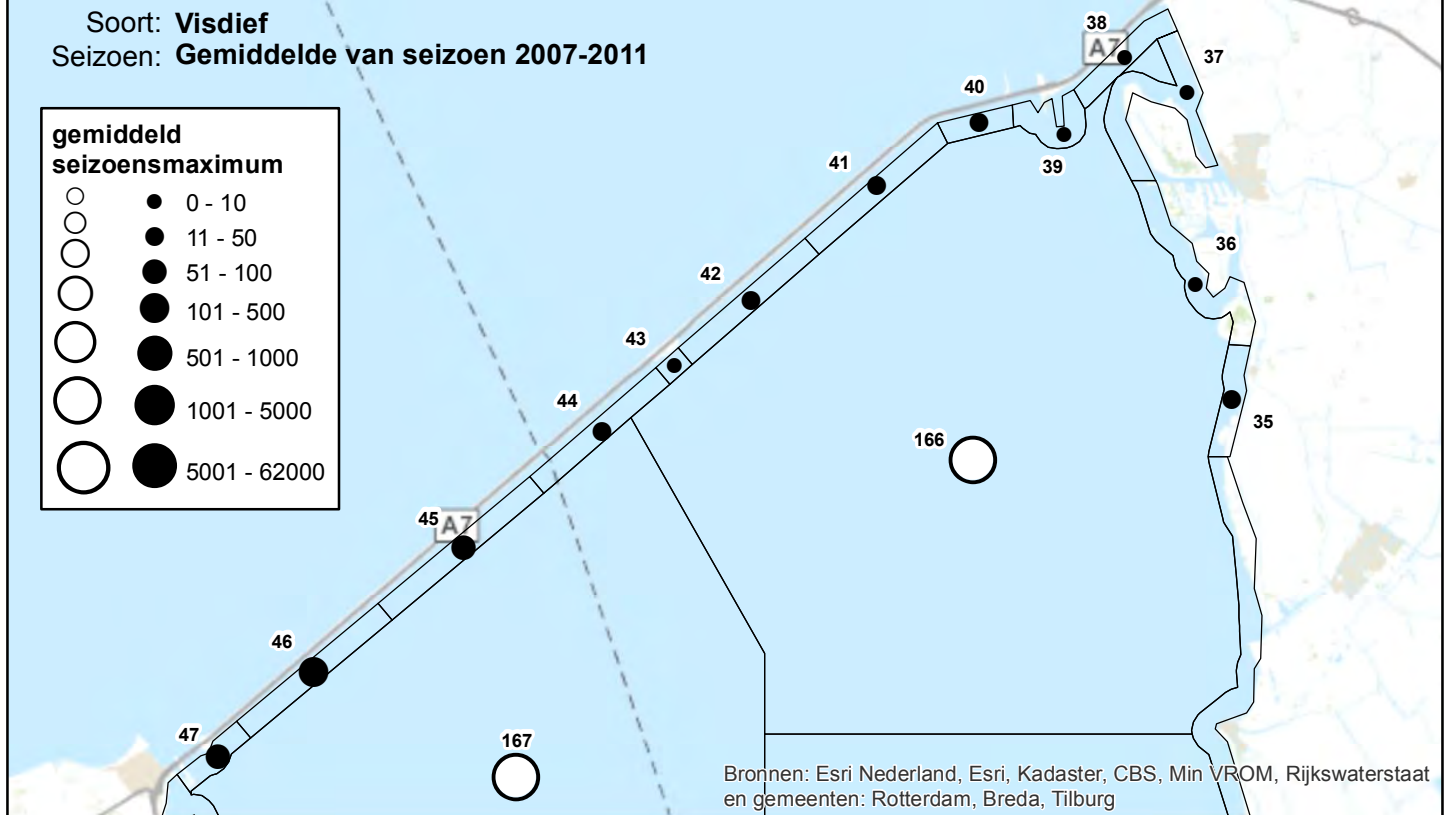
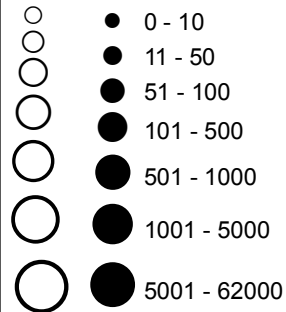
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Visdief**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**

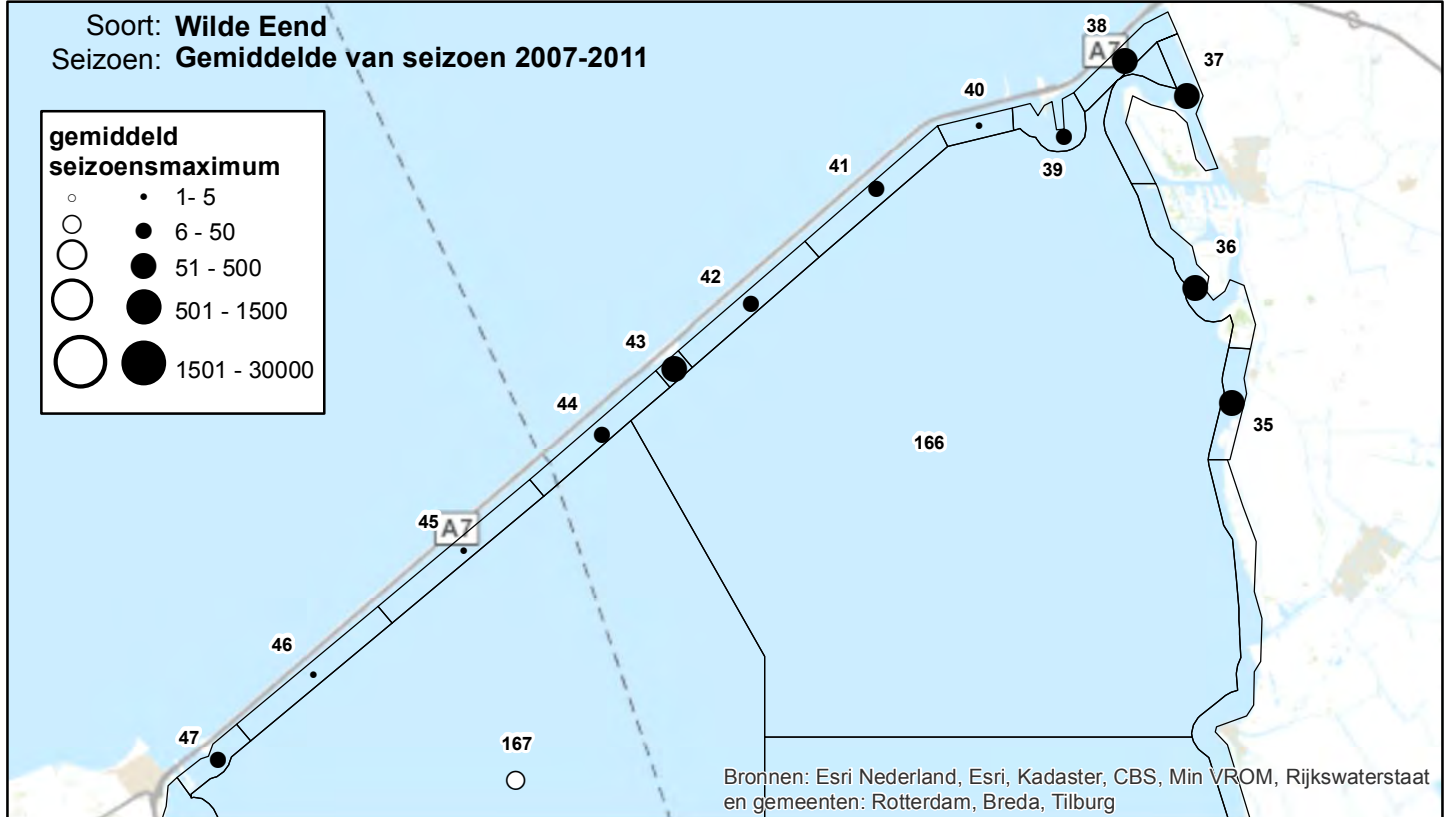
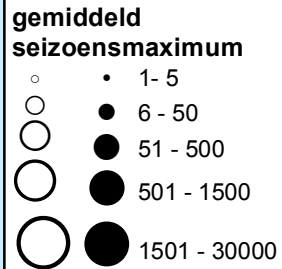


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Wilde Eend**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



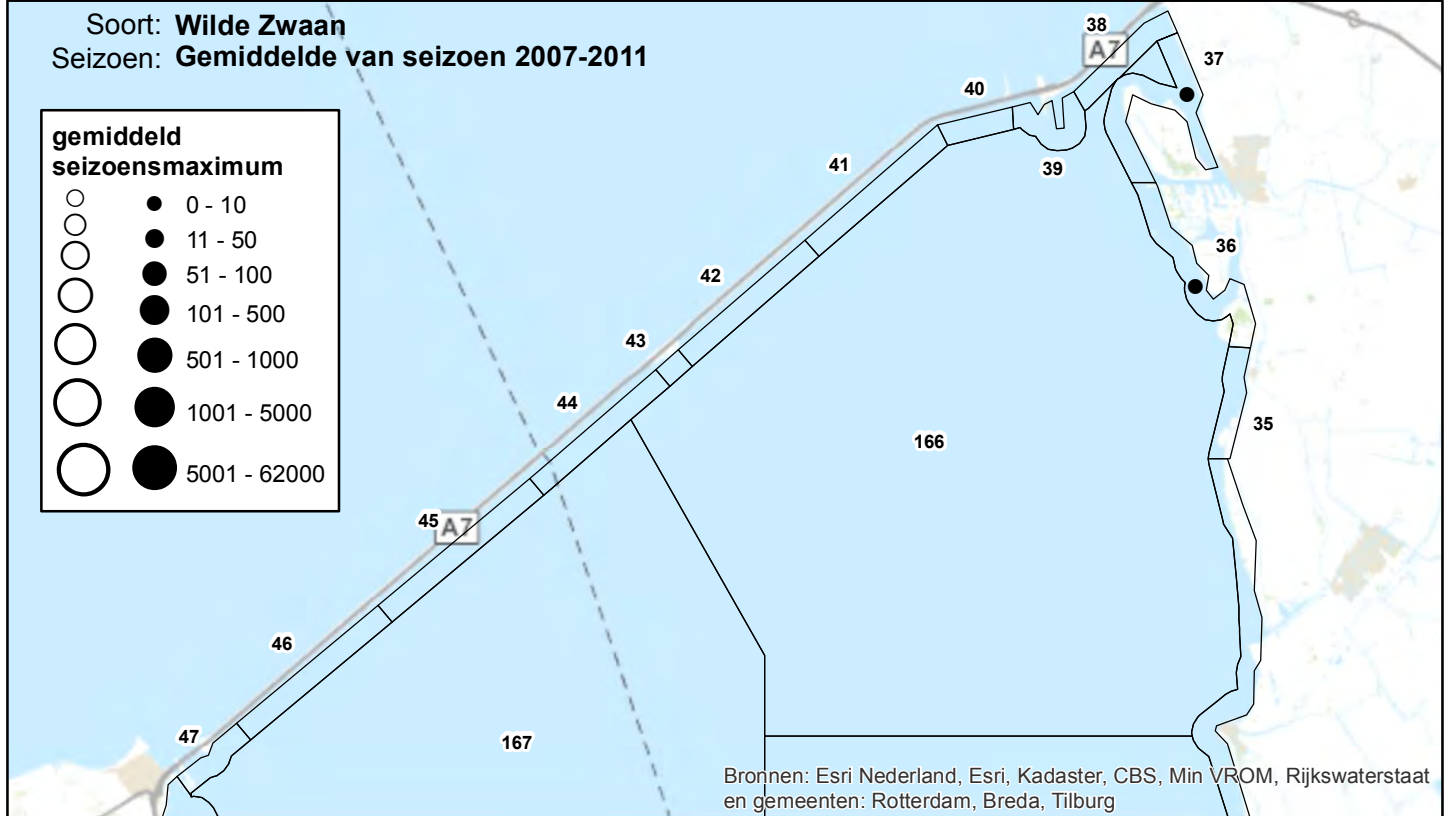
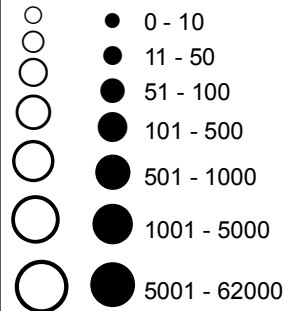
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Wilde Zwaan**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



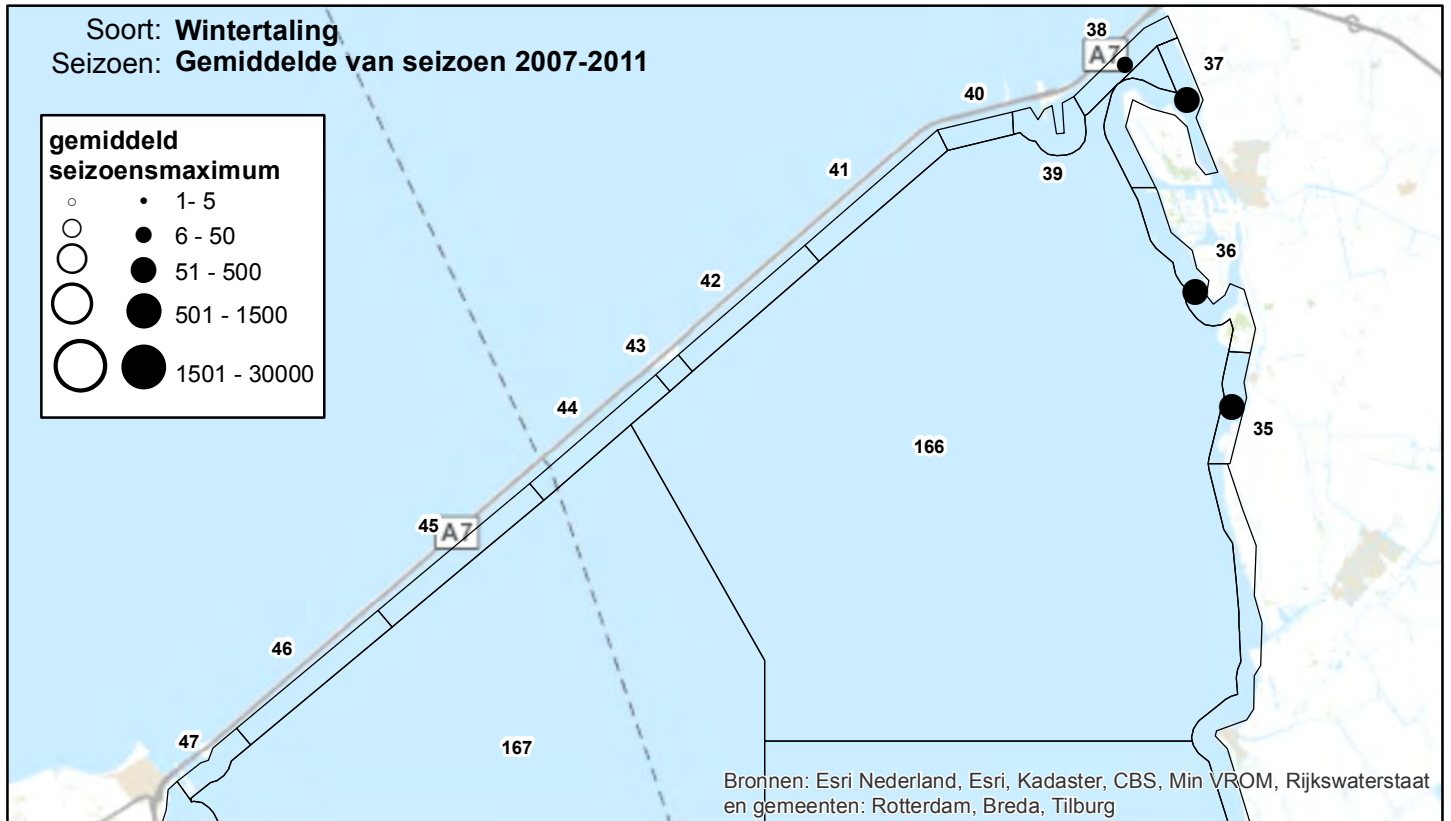
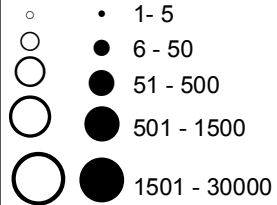
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Wintertaling**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

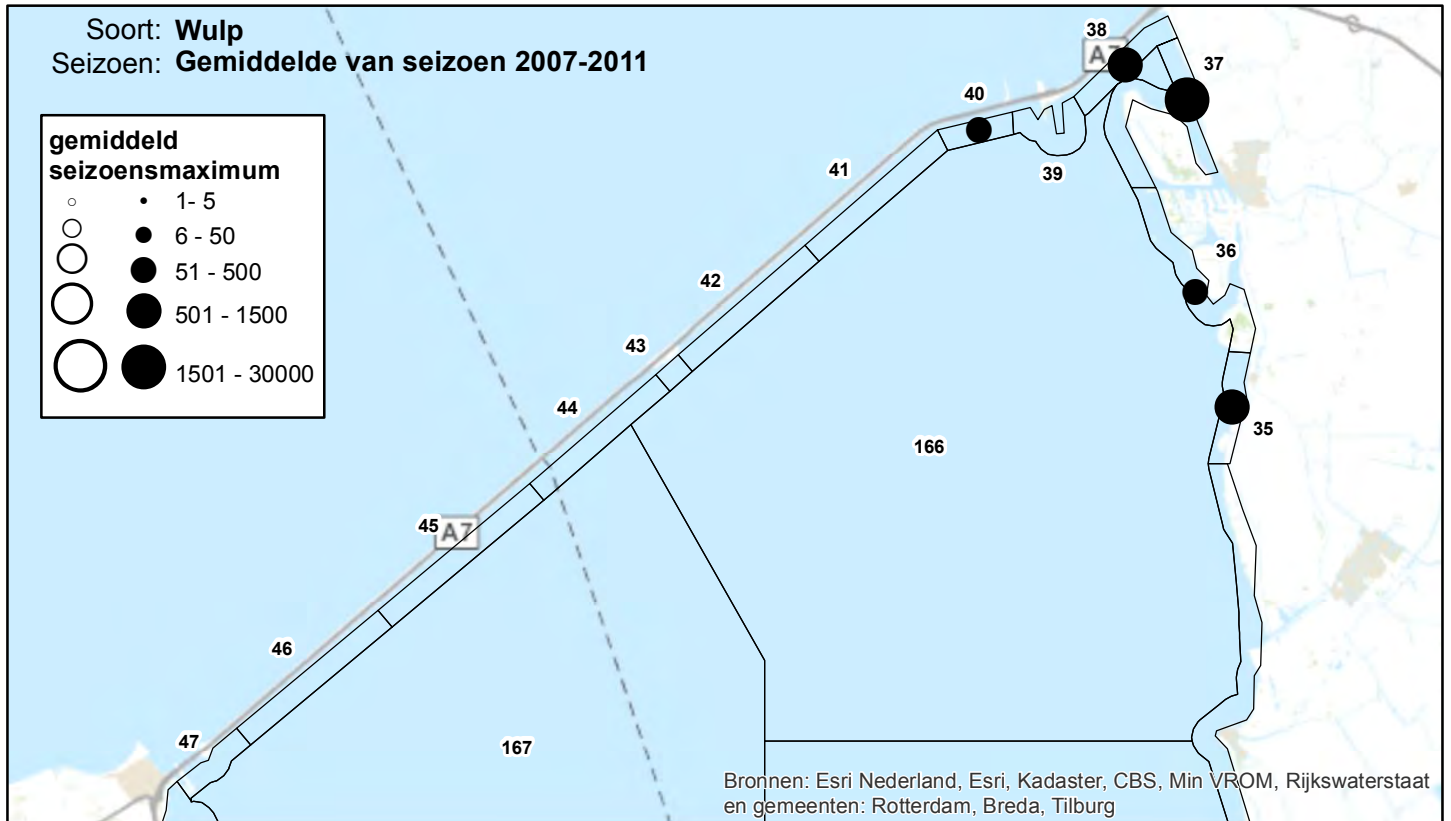
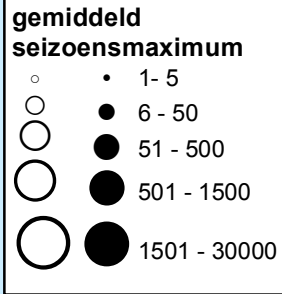


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers

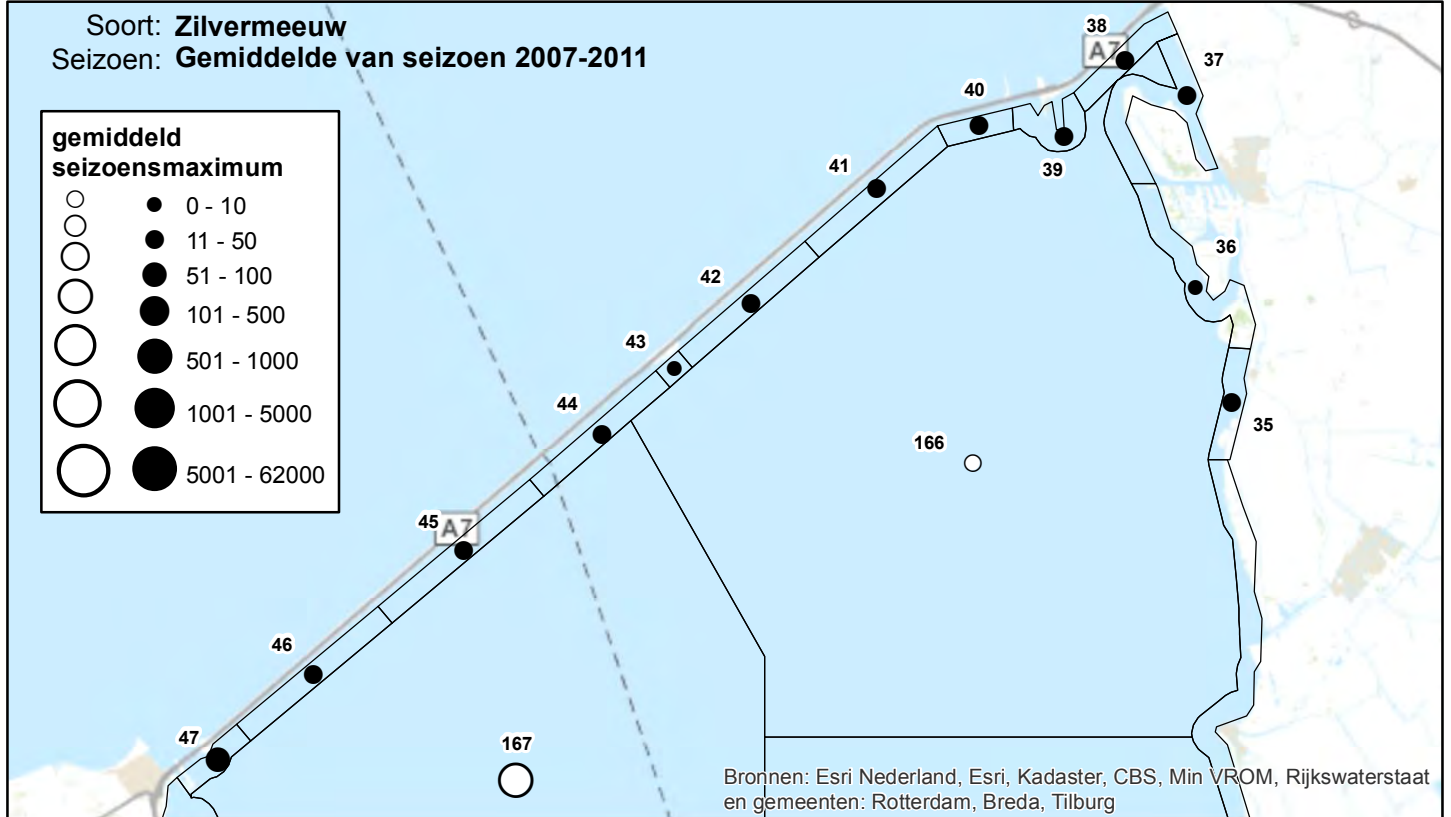
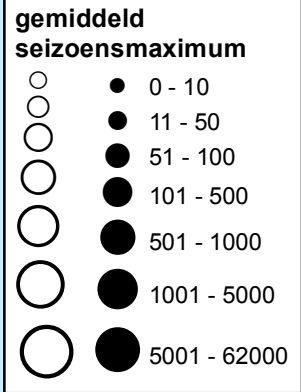


Soort: **Wulp**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

Soort: **Zilvermeeuw**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**



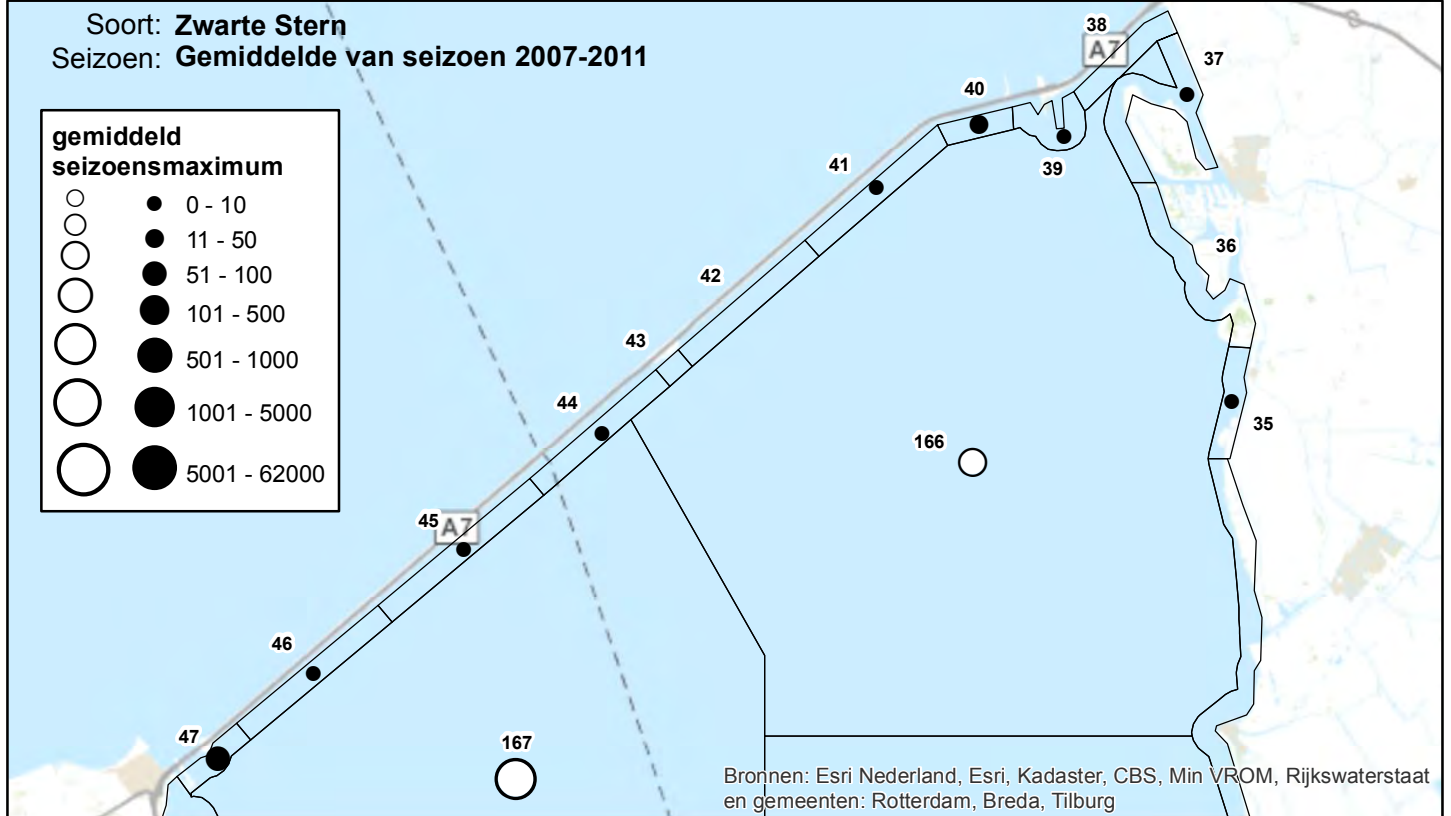
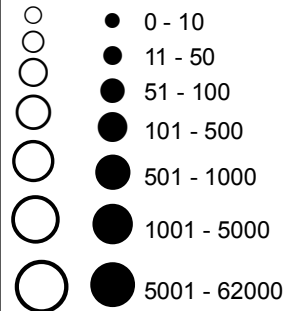
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

0 3 6 9 12 Kilometers



Soort: **Zwarte Stern**
Seizoen: **Gemiddelde van seizoen 2007-2011**

**gemiddeld
seizoensmaximum**



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu





Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie & landschap

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

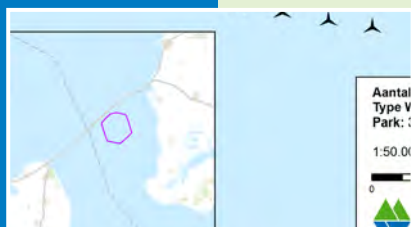
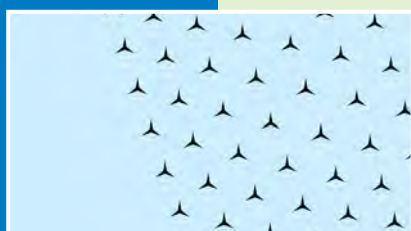
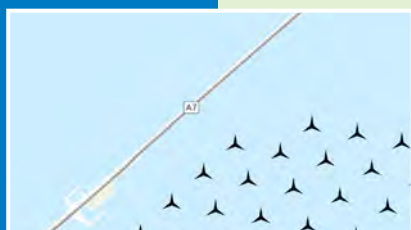
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl

BIJLAGE D-9 EFFECTRAPPORT NATUUR



Effecten van Windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden

Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet



C. Heunks
J.C. Kleyheeg
M. Boonman
R.G. Verbeek



Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap

Effecten van Windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige
beschermden natuurwaarden

Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en
faunawet

C. Heunks
J.C. Kleyheeg-Hartman
M. Boonman
R.G. Verbeek



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

opdrachtgever: Pondera consult bv

9 juli 2015
rapport nr. 13-174.2

Status uitgave: eindrapport
Rapport nr.: 13-174.2
Datum uitgave: 9 juli 2015
Titel: Effecten van Windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden
Subtitel: Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en toetsing Flora- en faunawet
Samenstellers: drs. C. Heunks
J.C. Kleyheeg-Hartman MSc.
drs. M. Boonman
ing. R.G. Verbeek
Foto's omslag: Bureau Waardenburg bv
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 214
Project nr.: 13-640
Projectleider: drs. C. Heunks
Naam en adres opdrachtgever: Pondera consult b.v.
Postbus 579, 7550 AN, Hengelo (Ov)
Referentie opdrachtgever: opdrachtbrief (dd. 12 maart 2012)
Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv
drs. H.A.M. Prinsen
Paraaf:



Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera Consult BV

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Windpark Fryslân BV heeft het voornemen om in het noordelijke deel van het IJsselmeer een windpark te realiseren: Windpark Fryslân. Er wordt gestreefd naar een omvang van circa 250-400 MW. Het zoekgebied voor het windpark is als volgt globaal aangeduid: in het open water van het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk, tussen Kornwerderzand en Breezanddijk. De locatie van dit zoekgebied is in belangrijke mate bepaald door effecten op natuur op voorhand te minimaliseren.

In verband met dit voornemen wordt door Pondera Consult in opdracht van Windpark Fryslân BV een MER opgesteld. Bureau Waardenburg is gevraagd om de ecologische ondersteuning van de m.e.r. te leveren. Voor de m.e.r. zijn vier opstellings-varianten van Windpark Fryslân gedefinieerd. In voorliggende rapportage bepalen wij voor ieder van de varianten de effecten op vogels, vleermuizen, habitats en soorten van Bijlage II van de Habitatrictlijn. De effecten worden beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en getoetst aan de Flora- en faunawet. Voorliggende rapportage is te beschouwen als één van de bouwstenen van de m.e.r-procedure. Het vormt de basis voor de Passende Beoordeling die separaat aan het MER wordt opgesteld.

De huidige natuurwaarden in het plangebied en de omgeving zijn separaat beschreven (Heunks *et al.* 2015). De beschrijving van de huidige natuurwaarden (Heunks *et al.* 2015) vormt separaat aan voorliggende rapportage een achtergronddocument voor het m.e.r. van windpark Fryslân. De huidige natuurwaarden zijn beschreven op basis van de kennis en gegevens die in maart 2014 beschikbaar waren, tenzij anders vermeld. Deze informatie is gebruikt om de effecten van windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden te bepalen en beoordelen. Voor zover bij de effectbepaling gebruik is gemaakt van aanvullende, meer recente, kennis en gegevens over de natuurwaarden in het plangebied is dat in voorliggende rapportage expliciet aangegeven.

Binnen Bureau Waardenburg bestond het projectteam uit de volgende personen:

Rogier Verbeek	rapportage vogels
Jonne Kleyheeg-Hartman	rapportage vogels
Martijn Boonman	rapportage vleermuizen
Maarten Japink	berekening verstorings-effecten in GIS
Lieuwe Anema	kaartproductie en overige GIS werkzaamheden
Camiel Heunks	projectleiding, rapportage, eindredactie
Hein Prinsen	kwaliteitsborging

Vanuit de opdrachtgever werd het project begeleid door Martijn ten Klooster. Binnen Bureau Waardenburg verleenden Jan van der Winden, Hein Prinsen en Martin Poot aanvullingen voor het vogeldeel van de rapportage. Zij leverden tevens commentaar op een eerdere versie van dit rapport. Peter van Horssen assisteerde in een eerder stadium bij de GIS werkzaamheden. Allen worden bedankt voor hun bijdrage.

Inhoud

Voorwoord	3
DEEL I: INLEIDING, AANPAK en PLANGEBIED	7
1 Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Uitgangspunten	9
1.3 Leeswijzer	10
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Bronnen	13
2.2 Bepaling van effecten op vogels	14
2.3 Bepaling van effecten op vleermuizen	24
2.4 Beoordeling effecten in het kader van de natuurwetgeving	25
3 Geplande windturbineopstellingen	31
3.1 Plangebied	31
3.2 Vier varianten	33
3.3 Bouw en aanleg	36
3.4 Onderhoud van het windpark	40
DEEL II: EFFECTEN VAN GEPLANDE TURBINES	43
4 Mogelijke effecten en invloedseer	45
5 Effecten op vogels	49
5.1 Effecten tijdens de aanlegfase	49
5.2 Sterfte	52
5.3 Aantasting kwaliteit leefgebied	55
5.4 Barrièrewerking voor lokale vogels	57
5.5 Effecten luchtvaartverlichting	59
5.6 Effecten beoordeeld in het kader van de Nbwet	61
5.7 Effecten beoordeeld in het kader van de Flora- en faunawet	80
6 Effecten op vleermuizen	93
6.1 Effecten tijdens de aanlegfase	93
6.2 Effecten tijdens de gebruiksfase	93
7 Effecten op overige beschermde natuurwaarden	99
7.1 Effecten op habitattypen in het kader van de Nbwet	99
7.2 Effecten op soorten Bijlage II Habitatrichtlijn in het kader van de Nbwet	100
7.3 Effecten op overige beschermde soorten in het kader van de Ffwet	103

8	Conclusies deel II	107
8.1	Effecten op vogels	107
8.2	Vleermuizen	109
8.3	Effecten op overige soorten en habitattypen	109
	<u>DEEL III: MITIGATIE & BEOORDELING EFFECTEN</u>	111
9	Mitigatieplan	113
9.1	Inleiding	113
9.2	Mitigatie in het kader van de Nbwet	114
9.3	Mitigatie in het kader van de Ffwet	119
10	Effecten van mitigerende maatregelen	121
10.1	Inleiding	121
10.2	Effect van mitigerende maatregelen	121
10.3	Effecten tijdens de aanlegfase van het werkeiland	127
11	Effecten beoordeeld met mitigatie	129
11.1	Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998	129
11.2	Toetsing in het kader van de Flora –en faunawet	144
	<u>DEEL IV: LITERATUUR & BIJLAGEN</u>	147
12	Literatuur	149
Bijlage 1	Wettelijke kaders	163
Bijlage 2	Windturbines en vogels	171
Bijlage 3	Vleermuizen, windturbines en de Flora- en faunawet	181
Bijlage 4	Het Flux-Collision Model voor de berekening van soortspecifieke aantallen vogelslachtoffers bij windturbines	187
Bijlage 5	Soortselectie vogels met aanvarings- en/of verstorings-risico	191
Bijlage 6	Verlichting en vleermuizen	195
Bijlage 7	Soortselectie t.b.v. ontheffingsaanvraag Ffwet artikel 9 vogels	197
Bijlage 8	Onderbouwing selectie vogelsoorten aanvraag ontheffing Ffwet artikel 9	203
Bijlage 9	Tabel beoordeling effecten per Natura 2000-gebied	209

DEEL I: INLEIDING, AANPAK en PLANGEBIED

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Windpark Fryslân BV heeft het voornemen om in het noordelijke deel van het IJsselmeer een windpark te realiseren: Windpark Fryslân. Er wordt gestreefd naar een omvang van 250-400 MW. Het zoekgebied voor het windpark is als volgt aangeduid: in het open water van het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk, tussen Kornwerderzand en Breezanddijk. De locatie van dit zoekgebied is in belangrijke mate bepaald door effecten op natuur op voorhand zo veel mogelijk te minimaliseren. Hiertoe is het zoekgebied op enige afstand van de Afsluitdijk en de vaste land kust gepositioneerd.

Voor de realisatie van het beoogde windpark wordt door Pondera Consult het MER opgesteld. Ten behoeve van deze procedure dient rekening gehouden te worden met de soorten en gebieden die beschermd zijn krachtens de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998. Ten behoeve van deze Milieueffectrapportage (m.e.r.) worden vier varianten voor het windpark onderzocht.

In voorliggende rapportage worden op basis van de momenteel best ter beschikking staande gegevens en kennis de effecten van het geplande windpark op vogels, vleermuizen, habitats en soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn bepaald. De effecten worden beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. Een toets in het kader van het NatuurNetwerk Nederland (NNN, voorheen Ecologische Hoofdstructuur, ofwel EHS) valt buiten de scope van deze rapportage. Eventuele effecten op vissen en andere aquatische soortgroepen worden separaat beschreven en beoordeeld (Heinis 2014). Effecten op deze aquatische soortgroepen die, indirect, kunnen doorwerken op vogels en andere beschermde soorten worden in het MER behandeld.

Het IJsselmeer is een vogelrijk gebied dat jaarrond voor veel verschillende vogelsoorten van internationale betekenis is. Afhankelijk van de omvang van het beoogde windpark en de exacte locatie in het IJsselmeer zijn effecten op vogels te verwachten wanneer windturbines in de directe nabijheid van belangrijke broedgebieden, foerageergebieden en/of rustgebieden staan of wanneer windturbines op belangrijke vliegroutes staan die door vogels tijdens seizoenstrek en/of slaaptrek worden gebruikt. Dit geldt ook voor vleermuizen die een binding met het plangebied hebben of tijdens de seizoenstrek passeren.

1.2 Uitgangspunten

De studie is gebaseerd op gepubliceerde en ongepubliceerde gegevens over aantallen en verspreiding van vogels en vleermuizen in de wijde omgeving van het plangebied. De meest recente gegevens zijn gebruikt. Indien uit de laatste vijf jaar geen gegevens beschikbaar zijn is geverifieerd of oudere gegevens beschikbaar zijn

en is beoordeeld in hoeverre deze nog steeds representatief zijn. Ten behoeve van onderhavige studie zijn tevens additionele veldstudies uitgevoerd. Het gros van deze informatie over de huidige natuurwaarden in het plangebied en de directe omgeving, zijn als apart onderdeel voor het MER gerapporteerd door Heunks *et al.* (2015) en Jansen *et al.* (2013). In aanvulling op de informatie gepresenteerd in Heunks *et al.* (2015) is in 2014 een rapport verschenen met de resultaten van een veldstudie, uitgevoerd ten behoeve van Windpark Fryslân, naar de populatieomvang en verspreiding van dwergmeeuwen in het IJsselmeergebied in het voorjaar (Poot *et al.* 2014).

In de onderhavige studie zijn de effecten voor vier afzonderlijke opstellingsvarianten beschreven. De varianten variëren in aantal, type en positionering van de turbines.

Er is gebruik gemaakt van de best beschikbare wetenschappelijke kennis en de meest recente wetenschappelijke inzichten. Daar waar geen informatie voorhanden was, is in de beoordelingen uitgegaan van het voorzorgbeginsel zoals de Natuurbeschermingswet 1998 en de Vogel- en Habitatrichtlijn dit voorschrijven. Dit betekent dat er een maximum effect scenario is gepresenteerd. De resultaten zijn daarmee een overschatting van de werkelijke effecten.

In dit rapport worden de begrippen 'plangebied' en 'onderzoeksgebied' gebruikt. Het plangebied is de onmiddellijke omgeving van de voorgestelde opstellingslocaties. Het onderzoeksgebied is ruimer, en omvat een omvangrijk gebied in de omgeving van het zoekgebied. Concreet betreft dit het Noordoostelijke deel van het IJsselmeer (zie ook Heunks *et al.* 2015).

Deze rapportage omvat de toetsing van de effecten van Windpark Fryslân in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet) en de Flora- en faunawet (Ffwet). Toetsing van de effecten in het kader van het Natuurnetwerk Nederland (NNN, voorheen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS)) valt buiten de scope van dit rapport, maar komt wel aan de orden in het MER voor Windpark Fryslân.

1.3 Leeswijzer

Voorliggende rapportage bestaat uit vier delen (I t/m IV).

Deel I (hoofdstukken 1 tot en met 3) beschrijft allereerst de achtergrond en uitgangspunten van de effectenstudie. Hoofdstuk 1 betreft de inleiding. In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van het gebruikte bronmateriaal en de methoden om effecten op vogels en vleermuizen te bepalen. In hoofdstuk 3 volgt tenslotte een beschrijving van de geplande windturbineopstellingen.

In deel II wordt eerst in hoofdstuk 4 een overzicht gegeven van de mogelijke effecten van Windpark Fryslân op beschermde soorten en habitats. Voorts worden de effecten van Windpark Fryslân op respectievelijk vogels (hoofdstuk 5), vleermuizen (hoofdstuk 6) en andere beschermde soorten en habitattypen (hoofdstuk 7) beschreven. De effecten worden getoetst in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. De beoordeling beperkt zich in deel II tot het windpark op zichzelf.

De noodzaak voor mitigatie en cumulatie wordt voor alle beschermde soorten en habitats beoordeeld. In hoofdstuk 8 worden de belangrijkste conclusies van deel II gepresenteerd.

Deel III (hoofdstukken 9, 10 en 11) beschrijft voorts de mitigerende maatregelen die voorzien zijn voor realisatie van Windpark Fryslân (hoofdstuk 9) en de effecten van deze maatregelen op de relevante soorten en habitattypen (hoofdstuk 10) In hoofdstuk 11 worden voorts de effecten van Windpark Fryslân na mitigatie beoordeeld. Indien na mitigatie sprake is van een negatief resteffect van Windpark Fryslân wordt in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 eerst in samenhang met andere projecten / initiatieven (cumulatie) het totale effect bepaald. Wanneer dit effect wezenlijk is wordt beoordeeld of sprake is van een significant negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelen. In het kader van de Flora- en faunawet wordt bepaald in hoeverre de gunstige staat van instandhouding van de betrokken soorten wordt aangetast.

In deel IV wordt tenslotte een overzicht gegeven van de geraadpleegde literatuur en de bijlagen. Een algemeen overzicht van effecten van windturbines op vogels en vleermuizen wordt gepresenteerd in bijlagen 2 en 3. Een beschrijving van het huidige voorkomen en gebiedsgebruik door vogels en vleermuizen is als apart onderdeel voor het MER beschreven in Heunks *et al.* (2015) en Jansen *et al.* (2013).

2 Materiaal en methoden

2.1 Bronnen

2.1.1 Vogels

Een beschrijving van het huidige voorkomen en gebiedsgebruik door vogels is gerapporteerd door Heunks *et al.* (2015). Desbetreffende rapportage is gebaseerd op langjarige telgegevens, bronnenonderzoek en informatie uit verschillende aanvullende veldonderzoeken¹.

Voor de beschrijving van de verspreiding en het voorkomen van watervogels in het plangebied en directe omgeving zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Maandelijks tellingen van watervogels op het IJsselmeer vanuit een vliegtuig door de Waterdienst van RWS (kortweg: RWS). Hierbij worden maandelijks alle kusten van het IJsselmeergebied afgevlogen en alle aanwezige watervogels geteld, her en der tot maximaal enkele kilometers uit de kust (o.a. Van Eerden *et al.* 2005). Voor voorliggende rapportage zijn telgegevens voor de telseizoenen 2007/2008 t/m 2011/2012 van RWS verkregen². Voor het noordelijke deel van het IJsselmeer (ten noorden van de lijn Stavoren-Medemblik) zijn de gegevens op het laagste detailniveau (d.w.z. per teltraject van RWS) beschikbaar. Voor het gehele IJsselmeer zijn voor desbetreffende seizoenen totaal aantallen beschikbaar (d.w.z. niet afzonderlijk per teltraject van RWS, maar één totaal voor alle teltrajecten van RWS samen).
- Ten aanzien van informatie over vogelaantallen en patronen tijdens de jaarlijkse seizoenstrek is gebruik gemaakt van de resultaten van het veldonderzoek op de Afsluitdijk (Van der Winden *et al.* 1999), diverse rapporten en het boek "Vogeltrek over Nederland" (LWVT/SOVON 2002). De resultaten van het veldonderzoek uit 1999 zijn ouder dan 10 jaar, maar nog steeds representatief voor de huidige situatie. Er zijn geen aanwijzingen dat het soortenspectrum en/of de ordegrrootte van aantallen gewijzigd zijn. De in 1999 vastgestelde vlieghoogtes van seizoenstrekkingen zijn soort specifiek en dus eveneens representatief.

¹ Ten behoeve van voorliggende effectenstudie is de informatie uit Heunks *et al.* (2014) op een aantal zaken geactualiseerd:

1. Verspreiding en aantal dwergmeeuwen tijdens de doortrektijd in april. Ten aanzien van het voorkomen van dwergmeeuwen werd in Heunks *et al.* (2014) een kennisleemte geconstateerd. Deze is in het voorjaar van 2014 door Bureau Waardenburg ingevuld door twee tellingen van dwergmeeuwen op het open water van het gehele IJsselmeer vanuit een vliegtuig (Poot *et al.* 2014).
2. De omvang van populaties broedvogels waarvoor het IJsselmeer en omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen. In Heunks *et al.* (2014) waren gegevens over de broedvogelpopulaties bekend t/m 2011. De gegevens van 2012, afkomstig van het Netwerk Ecologische Monitoring, SOVON en CBS zijn onlangs gepubliceerd op de website van SOVON. Op basis van deze gegevens is het vijfjarig gemiddelde populatieomvang in voorliggende effectenstudie geactualiseerd.

² Ten behoeve van voorliggende studie zijn de telgegevens uit het onderzoeksgebied door RWS voor aanlevering apart gecontroleerd en gecorrigeerd. Hierbij is rekening gehouden met vogels die buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied IJsselmeer zijn waargenomen, maar tot de populatie van het IJsselmeer behoren.

- Aanvullende onderzoeken van Bureau Waardenburg die locatie specifiek zijn of die aanvullende informatie over het (vlieg)gedrag van vogels leveren. Dit betreft:
 1. Tellingen van watervogels op het open water van het gehele IJsselmeer vanuit een vliegtuig in de winter van 2008/2009 (januari en februari), in de winter van 2011/2012 (januari en maart), in de nazomer van 2010 (augustus) en in het voorjaar van 2014. De resultaten zijn gerapporteerd in Smits *et al.* (2009), Poot *et al.* (2010), Poot *et al.* (2012) en Poot *et al.* (2014).
 2. Onderzoek naar dagconcentraties en nachtelijke vliegbewegingen van watervogels (met behulp van radar) in de winter van 2008/2009 en winter 2011/2012. De resultaten zijn gerapporteerd in Smits *et al.* (2009), Heunks *et al.* (2012).

Voor de broedvogelsoorten waarvoor het IJsselmeer en omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zijn de gegevens over de populatieomvang in voorliggende rapportage geactualiseerd ten opzichte van Heunks *et al.* (2015). Onlangs zijn de gegevens van het Netwerk Ecologische Monitoring namelijk geactualiseerd (www.sovon.nl).

2.1.2 Vleermuizen

Een beschrijving van het huidige voorkomen en gebiedsgebruik door vleermuizen is eveneens als apart onderdeel voor het MER beschreven in Jansen *et al.* (2013). Het gaat om de rapportage van het in 2012 uitgevoerde verspreidingsonderzoek in het plangebied van Windpark Fryslân. Voor vertaling van de op grondhoogte verzamelde gegevens naar het rotorbereik is gebruik gemaakt van recent onderzoek in vijf Nederlandse windparken (Limpens *et al.* 2013).

2.2 Bepaling van effecten op vogels

Het geplande Windpark Fryslân kan effect hebben op vogels die gedurende enige fase van hun levenscyclus in het IJsselmeer verblijven. Ook kan het windpark effect hebben op vogels die een deel van hun tijd in andere Natura 2000-gebieden die in de nabijheid van het initiatief zijn gelegen (vooral Waddenzee) doorbrengen. De effectbeoordeling richt zich op vogels in het IJsselmeer en op soorten waarvoor naburige Natura 2000-gebieden zijn aangewezen (externe werking). Voorafgaande aan de bepaling van de effecten is een selectie gemaakt van de soorten die gezien hun verspreiding en gebiedsgebruik (gedrag) in het plangebied kans op effecten hebben.

In de effectberekening worden de volgende zaken gepresenteerd:

- de ordegrootte van aantallen aanvaringsslachtoffers (verhoogde mortaliteit);
- de potentiële aantasting van het leefgebied (achteruitgang van de kwaliteit) door versturende effecten van windturbines (als gevolg van de fysieke

aanwezigheid, de beweging en het geluid) op lokaal rustende en foeragerende vogels;

- de mogelijke barrièrewerking van de opstelling voor passerende lokale vogels (indirect habitatverlies);
- de mogelijke effecten die optreden tijdens de aanlegfase (verstoring en aantasting leefgebied)

Voor de sterfte, aantasting leefgebied en barrièrewerking is de omvang van de effecten zo veel mogelijk per soort gekwantificeerd.

2.2.1 Berekenen van aantallen aanvaringslachtoffers

Voor het bepalen van de ordegrrootte van het te verwachten aantal aanvaringslachtoffers onder vogels (ongeacht de soort) is gebruik gemaakt van bestaande kennis over slachtofferaantallen bij windparken in Nederland en België (Winkelman, 1989; Winkelman, 1992a,b; Musters *et al.* 1996; Baptist 2005; Schaut *et al.* 2008; Everaert 2008; Krijgsveld *et al.* 2009; Krijgsveld & Beuker 2009; Beuker & Lensink 2010; Verbeek *et al.* 2012). In deze studies is het aantal aanvaringslachtoffers per turbine per jaar bepaald, gecorrigeerd voor factoren zoals zoek efficiëntie, verdwijnen van lijken door aaseters, de onderzoeksintensiteit en het type zoekgebied. Door de locatie van Windpark Fryslân en de lokale vogelstand en vliegintensiteit, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines te vergelijken met de situatie in voornoemde studies, is voor Windpark Fryslân een onderbouwde inschatting gemaakt van het aantal vogelslachtoffers per turbine per jaar. Deze aanpak resulteert in een ordegrrootte van de jaarlijkse vogelsterfte voor alle soorten samen.

Vervolgens is voor specifieke vogelsoorten een voorspelling van het aantal aanvaringslachtoffers per jaar gedaan. Hiervoor is gebruik gemaakt van het Flux-Collision Model (zie bijlage 4). In deze berekeningswijze wordt gebruik gemaakt van aanvaringskansen (kans dat een langsvliegende vogel in aanvaring komt met een windturbine en ten gevolge hiervan sterft) die gebaseerd zijn op slachtofferonderzoeken in Nederland en België (Winkelman 1992a-c; Everaert *et al.* 2002; Everaert & Stienen 2007; Fijn *et al.* 2007; Everaert 2008; Krijgsveld *et al.* 2009; Verbeek *et al.* 2012; Prinsen *et al.* 2013). De windparken waarin deze slachtofferonderzoeken zijn uitgevoerd zijn de 'referentiewindparken' (zie bijlage 4). De aantallen slachtoffers uit deze studies zijn te vertalen naar nieuw geplande windparken, indien rekening gehouden wordt met de turbineomvang (ashoogte, rotordiameter), configuratie van het windpark, locatie van het windpark (landschapstype) en het locatiespecifieke vogelaanbod (flux). Deze factoren zijn geformaliseerd in een berekeningswijze, genaamd het Flux-Collision Model, die soort(groep)specifiek is en waarvoor kennis over het soortspecifieke vogelaanbod (flux) noodzakelijk is (zie bijlage 4 voor details).

Met betrekking tot de configuratie van het windpark wordt in het Flux-Collision Model gecorrigeerd voor verschillen tussen het referentiewindpark en het te toetsen windpark (in dit geval Windpark Fryslân) in het aantal windturbines dat een vogel op zijn weg

door het windpark gemiddeld passeert. Bij een clusteropstelling zoals Windpark Fryslân ligt dit aantal hoger dan bij een lijnopstelling, waardoor de aanvaringskans van een vogel die door een windpark met een clusteropstelling vliegt ook hoger is dan de aanvaringskans van een vogel die door een lijnopstelling vliegt. In het model wordt hiervoor gecorrigeerd. Daarnaast wordt met betrekking tot de configuratie van het windpark ook rekening gehouden met de afstand tussen de turbines en het oppervlak dat door de rotoren in beslag wordt genomen. Het is niet mogelijk om individuele posities en eigenschappen van turbines in de modelberekeningen mee te nemen. Het is daardoor ook niet mogelijk om voor de windturbines in het midden van een cluster te rekenen met een lagere aanvaringskans dan voor de turbines aan de rand van het cluster. In het Flux-Collision Model wordt één (gemiddelde) aanvaringskans voor het gehele windpark gehanteerd, waarbij dus wel (zoals hiervoor beschreven) rekening wordt gehouden met het aantal turbines dat een vogel passeert (zij verder bijlage 4).

Voor sommige soort(groep)en ontbreekt een aanvaringskans in de literatuur. Voor deze soort(groep)en is in de berekeningswijze een aanvaringskans gebruikt van een verwante soort(groep) (tabel 2.1). In sommige gevallen zijn voor een soort(groep) meerdere aanvaringskansen uit verschillende slachtofferonderzoeken beschikbaar zoals bij meeuwen. In dat geval is ervoor gekozen om de berekening voor de verschillende meeuwensoorten met meerdere aanvaringskansen uit te voeren, zodat een range bepaald wordt waarbinnen de sterfte zal liggen. Voor eenden wordt de aanvaringskans gehanteerd zoals bepaald in windpark Oosterbierum voor de nacht (Winkelman 1992a). Dit is de enige soort(groep)specifieke aanvaringskans die voor eenden beschikbaar is en is om die reden dan ook geselecteerd. Voor de visdief is een aanvaringskans gehanteerd die bepaald is in het windpark op de Slufterdam (Prinsen *et al.* 2013). Voor deze soort is ook een aanvaringskans beschikbaar uit het onderzoek van Everaert & Stienen (2007) in Zeebrugge. Deze aanvaringskans is echter veel hoger dan die gemeten in de Slufter en dat komt onder andere doordat het veel kleinere windturbines betreft en er direct naast de turbines een broedkolonie van de visdief aanwezig is. Deze aanvaringskans is minder relevant voor Windpark Fryslân dan die gemeten in windpark Slufterdam en daarom is de aanvaringskans uit Prinsen *et al.* (2013) gehanteerd. Deze aanvaringskans is ook voor de zwarte stern gehanteerd omdat er voor deze soort geen soortspecifieke aanvaringskans beschikbaar is. Voor meeuwen zijn meerdere aanvaringskansen uit verschillende onderzoeken in Nederland en België beschikbaar. Hiervan zijn de relevante aanvaringskansen (zie tabel 2.1) gebruikt om een voorspelling van de ordergrootte van het aantal aanvarings-slachtoffers te doen. Een aantal aanvaringskansen uit onderzoek in België zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze als gevolg van de onderzoeksopzet te hoog zijn voor de situatie waar we in Windpark Fryslân mee te maken hebben en het gebruik van die aanvaringskansen leidt tot onrealistisch hoge slachtofferschattingen.

Voor wat betreft de macro-uitwijking is voor eenden gebruik gemaakt van de eerdere schatting die door Prinsen *et al.* (2007) is gedaan voor duikeenden in Windpark Noordoostpolder. Deze situatie is goed vergelijkbaar met Windpark Fryslân omdat het ook windturbines in het IJsselmeer betreft. Voor de meeuwen en sterns is gebruik

gemaakt van de percentages macro-uitwijking zoals gemeten in Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ; Krijgsveld *et al.* 2011). De studie in OWEZ betreft een uitgebreide meerjarige studie naar het effect van de windturbines in zee op (o.a.) vogels en de gemeten soortspecifieke uitwijkingspercentages uit deze studie worden in veel windparkstudies gebruikt omdat er daarnaast erg weinig betrouwbare, gemeten uitwijkpercentages beschikbaar zijn.

*Tabel 2.1. Voor de berekening van het aantal aanvaringssslachtoffers gebruikte waarden voor de aanvaringskans en het percentage dat uitwijkt voor het windpark (macro-uitwijking). Dit betreft alleen vogels die om of over het gehele windpark vliegen. Indien relatief veel vogels onder de rotoren door vliegen is hier op een andere manier voor gecorrigeerd (zie bijlage 4). Aanvaringskansen gebaseerd op Winkelman (1992a)¹ oftewel referentiewindpark Oosterbierum, Prinsen *et al.* (2013)² oftewel referentiewindpark Slufterdam en Verbeek *et al.* 2012³ oftewel referentiewindpark Sabinapolder. Macro-uitwijking gebaseerd op de studie in Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ; Krijgsveld *et al.* 2011)*, of op de effectbepaling en –beoordeling voor Windpark Noordoostpolder (Prinsen *et al.* 2009)**. Weergegeven zijn alle soorten waarvoor op grond van verspreiding en gebiedsgebruik is vastgesteld dat er een reële kans is dat de soort in Windpark Fryslân aanvaringssslachtoffer zal worden (zie ook bijlage 5).*

soort(groep)	aanvaringskans (%)	macro-uitwijking (%)
tafeleend	0,09 ¹	70**
kuifeend	0,09 ¹	70**
topper	0,09 ¹	70**
zwarte stern	0,002 ²	28*
visdief	0,002 ²	28*
dwergmeeuw	0,02 ¹ ; 0,002 ² & 0,006 ³	18*
kokmeeuw	0,02 ¹ ; 0,002 ² & 0,006 ³	18*
stormmeeuw	0,02 ¹ ; 0,002 ² & 0,006 ³	18*
zilvermeeuw	0,02 ¹ ; 0,027 ² & 0,006 ³	18*
grote mantelmeeuw	0,02 ¹ ; 0,007 ² & 0,006 ³	18*
kleine mantelmeeuw	0,02 ¹ ; 0,007 ² & 0,006 ³	18*

Voor de effectberekening van de aantallen vogelslachtoffers is uitgegaan van kennis over verspreiding, aantallen in het plangebied en vlieggedrag (Heunks *et al.* 2015). Het voorkomen en de verspreiding van watervogels in het onderzoeksgebied is in kaart gebracht met behulp van telgegevens die vanuit het vliegtuig verzameld zijn in de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 (RWS-Waterdienst en Bureau Waardenburg). Onder de soorten die mogelijk in aanvaring komen met de windturbines is voor de meest nauwkeurige berekening van de flux (aantal vliegbewegingen) een onderscheid gemaakt in twee typen vliegbewegingen:

1. Vliegbewegingen tijdens gerichte slaap- en foerageertrek (o.a. eenden en meeuwen)
2. Vliegbewegingen tijdens foerageervluchten (o.a. meeuwen en sterns)

Ad. 1 Voor de eerste groep soorten is bepaald uit welke telgebieden vogels mogelijk de turbineopstelling kruisen tijdens hun dagelijkse vliegbewegingen van rust- naar foerageergebied en *vice versa*. Op grond van het gemiddelde seizoensmaximum van relevante vogelsoorten in betreffende telgebieden is de flux (aantal vliegbewegingen) door de turbineopstelling in de piektijd bepaald. Op basis van de telgegevens is het seizoensverloop van elke soort vastgesteld. Naar ratio van het aandeel per maand is voor iedere soort de flux voor alle afzonderlijke maanden berekend. Deze flux is als aanbod opgevoerd in de effectberekening.

Ad. 2 Voor de tweede groep soorten is de dichtheid bepaald waarmee desbetreffende soorten in het plangebied worden aangetroffen. Op grond van het gemiddelde seizoensmaximum van relevante vogelsoorten is de dichtheid (aantal vogels per vierkante kilometer) in het plangebied in de piektijd bepaald. Op basis van de telgegevens is het seizoensverloop van elke soort vastgesteld. Naar ratio van het aandeel per maand is de dichtheid per soort voor alle maanden berekend. Op basis van de op deze wijze berekende dichtheid is vervolgens de flux (aantal vliegbewegingen) per dag en per maand berekend. Dit is voor ieder van de opstellingsvarianten gedaan op basis van de omvang van het park, de vliegsnelheid van desbetreffende soort, de activiteit van de soort gedurende de nacht en de lengte van de daglichtperiode. Het jaarlijks aantal vliegbewegingen dat voor desbetreffende soort en opstellingsvariant op deze wijze wordt berekend is als aanbod opgevoerd in de effectberekening.

Van soorten waarvan bekend is dat zij vrijwel uitsluitend in het donker in aanvaring kunnen komen met windturbines, zijn de weinige vogels die overdag vliegen en mede door hun vlieghoogte geen risico lopen (het gaat hier bijvoorbeeld om duikeenden die overdag nauwelijks vliegend actief zijn, maar wanneer zij dat doen vooral laag over het water vliegen en dus ver onder rotorhoogte vliegen), niet in de flux voor de slachtofferberekening opgenomen. In het Flux-Collision Model wordt rekening gehouden met uitwijking van vogels om of over het windpark (macro-uitwijking; tabel 2.1) en met een eventuele onevenredige hoogteverdeling van de flux (vaak vliegen de meeste vogels in de onderste luchtlagen en dus onder de rotoren door in vergelijking tot de hogere luchtlagen waar de rotoren draaien). Dit laatste is altijd in vergelijking met de situatie in het referentiewindpark beschouwd.

De effectbepaling richt zich op de soorten die de grootste kans hebben om in aanvaring te komen met de geplande windturbines. Dit zijn vogels die in het donker het plangebied vliegend passeren en soorten die overdag in hoge dichtheden vliegend in het plangebied foerageren. Het betreft hier de soortgroepen eenden, meeuwen en sterns (zie rapport Huidige natuurwaarden in plangebied windpark Fryslân; Heunks *et al.* 2015).

Hieronder wordt per soort(groep) toegelicht welke op tabel 2.1 aanvullende aannames zijn gedaan bij de berekening van het slachtofferaantal met het Flux-Collision Model.

Duikeenden

Tafeleenden, kuifeenden en toppers die overdag op dagrustplaatsen langs de Afsluitdijk rusten vliegen 's nachts naar foerageergebieden op open water om daar te foerageren op o.a. driehoeksmosselen. Alle eenden die in de (RWS-)telvakken 41 t/m 44 (middendeel oeverzone IJsselmeer-Afsluitdijk, zie bijlage 1 in Heunks *et al.* 2015) rusten zouden hierbij de turbineopstellingen kunnen doorkruisen. Op grond van onderzoek aan nachtelijk vlieggedrag (Smits *et al.* 2009 en Heunks *et al.* 2012) is aangenomen dat maximaal de helft van de vogels vanaf de dagrustplaatsen het IJsselmeer opvliegt in de richting van het plangebied. Deze vogels keren 's ochtends terug naar de dagrustplaatsen. Er is van uitgegaan dat deze eenden loodrecht ten opzichte van de Afsluitdijk het IJsselmeer opvliegen, waarmee een deel het plangebied zal doorkruisen. De overige eenden foerageren 's nachts langs de Afsluitdijk of elders buiten het plangebied op het IJsselmeer. Dit deel van de vogels doorkruist het plangebied niet. Recente karteringen van tweekleppigen hebben laten zien dat het voedselaanbod voor benthosetende duikeenden in het plangebied en de directe omgeving laag is (Heunks *et al.* 2015). Op grond hiervan is aangenomen dat het aantal foeragerende duikeenden in het plangebied 's nachts laag is. Binnen het plangebied is derhalve geen rekening gehouden met extra vliegbewegingen van duikeenden die zich 's nachts binnen het plangebied verplaatsen. Er mag vanuit gegaan worden dat deze vliegbewegingen van lokaal nachtelijk foeragerende vogels, zoals correctievluchten voor verdrifting door wind, laag over het water plaatsvinden en daarmee een verwaarloosbaar risico voor aanvaringen kennen.

De gemiddelde seizoensmaxima die in de afzonderlijke telvakken (41 t/m 44) zijn vastgesteld zijn bij elkaar opgeteld om het totale aanbod aan vogels in de piektijd te berekenen. Dit is waarschijnlijk een lichte overschatting van de werkelijke aantallen in de piektijd omdat de vogels in verschillende maanden kunnen wisselen tussen dagrustplaatsen op dit dijktraject. In dat geval worden seizoensmaxima onterecht bij elkaar opgeteld.

Tijdens de ruitijd van kuifeend en tafeleend (augustus) vinden geen tot verwaarloosbare aantallen vliegbewegingen plaats. Het aanbod vogels is in de effectberekening voor de maand augustus daarom op nul gezet.

Meeuwen en sterns

Meeuwen en sterns die in het plangebied verblijven kunnen tijdens foerageervluchten in aanvaring komen met de geplande windturbines. Deze lokale vogels zijn op zoek naar voedsel en mogelijk meer gefocust op de grond en/of water onder hen dan de omgeving die voor hen ligt (Krijgsveld *et al.* 2009, Martin 2011). Recente onderzoeken tonen aan dat bij sommige soorten, waaronder meeuwen, de aanvaringsrisico's overdag identiek aan de nacht kunnen zijn (bijlage 2).

Op basis van de studie bij Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) wordt aangenomen dat het uitwijkgedrag van sterns bij nadering van een windpark relatief

laag is (28%) (Krijgsveld *et al.* 2011). Voor meeuwen lag het percentage vogels dat uitwijkt op 18%.

De flux van meeuwen en sterns is berekend op basis van de vastgestelde dichtheden in en rond het plangebied. De zwarte stern en visdief zijn in de zomermaanden het talrijkst. In het broedseizoen is de verspreiding van visdieven over het IJsselmeer geconcentreerd in de nabijheid van de kolonies en in optimale foerageergebieden. Deze liggen op ruime afstand buiten het plangebied. Om hiervoor te corrigeren is aangenomen dat tijdens het broedseizoen (mei t/m juni) de dichtheid aan visdieven in het plangebied maximaal de helft (50%) bedraagt van de gemiddelde dichtheid die berekend is voor het gehele onderzoeksgebied.

Overige soorten

De verspreid over het open water voorkomende soorten fuut, aalscholver, brilduiker, grote zaagbek en nonnetje zijn dagactief. Risicovolle vliegbewegingen in het donker treden bij deze soorten dan ook hooguit incidenteel op (o.a. Poot *et al.* 1999) en er zijn daarom geen aanvaringslachtoffers berekend. Van overdag sociaal foeragerende groepen aalscholvers is aangenomen dat deze de geplande turbine opstellingen zullen ontwijken. Slaaptrek van aalscholvers vindt voor het overgrote deel voor de schemering plaats (o.a. Poot *et al.* 1999).

Herbivore watervogels (smient, kraakeend, grauwe gans en knobbelzwaan) verblijven overdag nabij de oever. Het zwaartepunt van de verspreiding van deze soorten ligt aan de Friese kust. Smienten en grauwe ganzen foerageren 's nachts voornamelijk in de aangrenzende binnendijkse graslanden, kraakeend en knobbelzwaan ook langs de oever. Vogels die op het open water van het Noordoostelijke deel van het IJsselmeer (RWS-telvak 166, zie Heunks *et al.* 2015) worden geteld bevinden zich voornamelijk in de Makkumer Noordwaard. In het plangebied worden deze soorten slechts sporadisch en/of in kleine aantallen waargenomen. Van al deze soorten zijn op basis van bovenstaande geen of nauwelijks risicovolle vliegbewegingen door het windpark te verwachten.

Maximum effect scenario

Bij het doen van de hiervoor beschreven aannames is het in beeld brengen van het maximum effect scenario altijd als uitgangspunt aangehouden. Dit betekent dat de werkelijke aantallen soortspecifieke aanvaringslachtoffers nooit hoger uit zullen vallen dan de voorspelling die in deze rapportage is opgenomen. In de aannames is wel de realiteit in het oog gehouden, zodat de berekeningen niet zouden leiden tot onrealistisch hoge aantallen aanvaringslachtoffers.

2.2.2 Berekenen van het verstoringseffect

Voor het bepalen van het aantal verstoorde vogels als gevolg van het plaatsen van turbines is allereerst per telgebied de dichtheid (aantal vogels per vierkante kilometer) berekend. Afhankelijk van de soort zijn hierbij verschillende uitgangspunten gehanteerd (tabel 2.2). Voor alle soorten is aangenomen dat deze gelijkmatig verdeeld zijn

over de telvakken van RWS-Waterdienst. Voor wat betreft de telvakken langs de Afsluitdijk worden hierdoor de vogeldichtheden op enkele honderden meters van de dijk enigszins overschat omdat dagrustplaatsen in de meeste gevallen binnen 200 meter van de dijk liggen. Dit is nauwelijks van invloed op de effectberekening, omdat de geplande windturbines minimaal op 600 meter vanaf de dijk zijn gepland. Voor vogels op dagrustplaatsen kan het verstorende effect van deze turbines tot maximaal 150 meter reiken. Het effect is voor deze soorten derhalve nihil, ongeacht de dichtheden en verspreiding in de oeverzone (0-600 meter van de Afsluitdijk).

Tabel 2.2 Aanbod aan vogels in het plangebied in de periode waarin de hoogste aantallen aanwezig zijn. Het aanbod is uitgedrukt als dichtheid (aantal vogels per hectare en per kilometer). Weergegeven zijn alle soorten waarvoor op grond van verspreiding en gebiedsgebruik is vastgesteld dat er een reële kans is dat het leefgebied als gevolg van de geplande turbines zal worden aangetast (zie ook bijlage 5).

Soort	n/ha	n/km ²	toelichting
aalscholver	0,056	5,60	2
bergeend	0,000	0,00	1
brilduiker	0,056	5,64	2
dwergmeeuw	0,041	4,06	4
eidereend	0,000	0,00	1
meerkoet	0,000	0,00	1
fuut	0,036	3,56	2
grauwe gans	0,004	0,35	1
grote mantelmeeuw	0,003	0,28	1
grote zaagbek	0,112	11,16	2
kleine mantelmeeuw	0,000	0,00	1
knobbelzwaan	0,007	0,73	1
kokmeeuw	0,061	6,11	1
krakeend	0,000	0,00	1
kuifeend	0,000	0,00	1
middelste zaagbek	0,000	0,00	1
nonnetje	0,000	0,00	1
smient	0,001	0,06	1
stormmeeuw	0,060	6,03	1
tafeleend	0,000	0,00	1
topper	0,013	1,29	1
visdief	0,107	10,73	3
wilde eend	0,000	0,00	1
zilvermeeuw	0,000	0,01	1
zwarte stern	0,109	10,87	3

Toelichting:

1) dichtheid op basis van gemiddeld seizoensmaximum, zoals vastgesteld tijdens tellingen vanuit het vliegtuig door RWS-Waterdienst in seizoen 2007/2008 t/m 2011/2012

2) dichtheid op basis gemiddeld maximum, zoals vastgesteld tijdens tellingen vanuit het vliegtuig door Bureau Waardenburg in de winter van 2008/2009 en 2011/2012

3) dichtheid berekend op basis van slaappleatstellingen en verdeling van vogels over IJsselmeer en Markermeer, zoals vastgesteld tijdens aanvullende tellingen vanuit het vliegtuig door Bureau Waardenburg in de nazomer van 2010

4) dichtheid op basis maximum aantal pleisterende vogels in de voorjaarsdoortrektijd, zoals vastgesteld tijdens tellingen vanuit het vliegtuig door Bureau Waardenburg in het voorjaar (april) van 2014 (Poot et al. 2014)

Tabel 2.3 Soortspecifieke werkwijze en aannames voor berekening van aantallen verstoorde vogels. Bij zone staat de soortspecifieke potentiële verstoringszone die is aangehouden inclusief het bijbehorend verstoord percentage (%) vogels binnen die zone (naar Prinsen et al. 2009). Onder verstoring wordt de aantasting van het leefgebied verstaan die wordt veroorzaakt door een combinatie van de fysieke aanwezigheid van windturbines, de beweging van de rotorbladen en het geluid dat daarbij vrijkomt.

soort	zone (m)	verstoring (%)
aalscholver	50	70
fuut	150	70
grote zaagbek	150	80
middelste zaagbek	150	80
nonnetje	150	80
knobbelzwaan	400	80
grauwe gans	400	80
smient	150	80
brilduiker	150	80
meerkoet	50	80
tafeleend	150	80
topper	150	80
kuifeend	150	80
krakeend	150	80
wilde eend	150	80
bergeend	150	80
eider	150	80
grote mantelmeeuw	100	90
kleine mantelmeeuw	100	90
zilvermeeuw	100	90
stormmeeuw	100	90
kokmeeuw	100	90
dwergmeeuw	100	90
zwarte stern	50	75
visdief	50	75

Voor alle relevante soort(groep)en is een soortspecifieke potentiële verstoringszone bepaald rondom de turbines (tabel 2.3) (cf. Prinsen *et al.* 2009, van der Winden *et al.* 1999, 2006). Dit is gebaseerd op bestaande literatuur (zie bijlage 2) en de aanname dat grote turbines (3 MW en groter) geen evenredig groter of kleiner verstorend effect hebben dan turbines van de eerste generatie (Scheckerman *et al.* 2003). Tevens is aangenomen, (zie bijlage 2), dat binnen de soortspecifieke potentiële verstoringszone niet alle vogels het gebied verlaten (tabel 2.3). Aangenomen is dat de potentiële hinderzones rondom turbines cirkelvormig zijn. Voor de ruimte tussen deze cirkels is aangenomen dat vogels ook hier het gebied verlaten indien deze tussenruimte minder dan twee keer de verstoringsafstand (tot een turbine) bedraagt. Dit heeft als consequentie dat het voorspelde verstoringseffect van de gehele opstelling groter is dan wanneer de verstoring door de afzonderlijke turbines gesommeerd wordt. Dit is te beschouwen als een maximum effect scenario.

2.2.3 Inschatten van barrièrewerking

Voor het inschatten van de mate waarin barrièrewerking een probleem voor vogels vormt, is gebruik gemaakt van literatuur (zie bijlage 2) en eigen expertise opgebouwd tijdens meerjarige veldonderzoeken bij windturbineopstellingen over vlieggedrag van vogels bij turbines (o.a. Krijgsveld *et al.* 2011, Beuker & Lensink 2010, Fijn *et al.* 2007, Tulp *et al.* 1999, van der Winden *et al.* 1996). Op grond hiervan en informatie over de dimensies van de geplande turbineopstellingen is ingeschat of vogels de turbineopstellingen zullen kruisen of eromheen vliegen, en de mate waarin dat optreedt.

2.2.4 Inschatten van effecten luchtvaartverlichting

Afhankelijk van de grootte van de turbines zal vanwege de luchtvaartveiligheid verlichting op de gondel van een deel van de turbines worden aangebracht. Om het effect te kunnen bepalen van verlichting op vogels zijn de volgende aannamen gedaan.

- De luchtvaartverlichting komt bovenop de as (topverlichting; deze is naar beneden toe afgeschermd) en aan de mast (mastverlichting).
- De helft van de turbines in de buitenste rij wordt voorzien van dagverlichting met wit flitslicht met een sterkte van 20.000 candela en een frequentie tussen 20-60 flitsen/minuut (eigen keuze) én voorzien van nachtverlichting met rood flitslicht met een sterkte van 2.000 candela en een frequentie tussen 20-60 flitsen/minuut (eigen keuze).
- Nachtverlichting op de turbines heeft een sterkte van 2.000 candela (topverlichting) of 50 candela (mastverlichting).

Voor het inschatten van de effecten van luchtvaartverlichting is gebruik gemaakt van de effectinschatting van luchtvaartverlichting in windpark Noordoostpolder (Lensink & van der Valk 2011), gebaseerd op literatuuronderzoek en *expert judgement*.

2.2.5 Inschatten van tijdelijke effecten aanlegfase

Voor het inschatten van de tijdelijke effecten die kunnen optreden tijdens de aanlegfase is gebruik gemaakt van literatuur en eigen expertise opgebouwd tijdens verschillende effectstudies en verstoringsonderzoek. Op grond hiervan en informatie over de geplande werkzaamheden is ingeschat of vogels hinder zullen ondervinden tijdens de aanlegfase van Windpark Fryslân.

2.3 Bepaling van effecten op vleermuizen

Het effect van Windpark Fryslân op vleermuizen is beschreven voor de aanlegfase en de gebruiksfase. Hierbij is gebruik gemaakt van de in §2.1 genoemde bronnen. Het verspreidingsonderzoek binnen het plangebied is uitgevoerd op grondhoogte. Om een uitspraak te kunnen doen over het voorkomen van vleermuizen in het rotorbereik is tevens gebruik gemaakt van studies (in Nederland en in het buitenland) waar zowel op

grondhoogte als op gondelhoogte gemeten is. De inschatting van het aantal aanvaringssslachtoffers van het toekomstig windpark is gebaseerd op de resultaten bij windparken op land aangezien er weinig bekend is van aanvaringssslachtoffers bij windparken in meren. Dit volgt uit de omstandigheid dat er beperkt windturbines in meren zijn gerealiseerd tot op heden. Daarnaast is slachtofferonderzoek bij windturbines in water alleen indirect (via bijvoorbeeld geluidsregistratie) mogelijk. Voorzichtigheidshalve is daarom een *worst case* benadering gehanteerd.

Omdat het verspreidingsonderzoek (Jansen *et al.* 2013) op gestandaardiseerde wijze is uitgevoerd kunnen verschillende locaties binnen het plangebied goed met elkaar vergeleken worden. Op deze manier kunnen de effecten van verschillende turbine opstellingen op vleermuizen met elkaar vergeleken worden.

Voor het inschatten van de effecten van luchtvaartverlichting op het aantal vleermuissslachtoffers is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek. De gehanteerde uitgangspunten zijn opgenomen in paragraaf 2.2.4. Evenals voor vogels zijn de effecten op vleermuizen tijdens de aanlegfase gebaseerd op literatuur en eigen expertise opgebouwd tijdens meerjarige veldonderzoeken bij verschillende effectstudies en verstoringsonderzoek.

2.4 Beoordeling effecten in het kader van de natuurwetgeving

De effecten van Windpark Fryslân worden beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. Bijlage 1 geeft een beschrijving van de wettelijke kaders. Hieronder volgt een beknopt overzicht.

2.4.1 Natuurbeschermingswet 1998

Het wettelijke kader voor de bescherming van Natura 2000-gebieden is de Natuurbeschermingswet 1998 (kortweg: Nbwet). Voor het uitvoeren van projecten en handelingen, die negatieve effecten kunnen hebben op Natura 2000-gebieden en die niet nodig zijn voor of verband houden met het beheer, is mogelijk een vergunning nodig. Van negatieve effecten is sprake als, gelet op de instandhoudingsdoelen, habitattypen of leefgebied van soorten verslechterd of soorten significant worden verstoord. Deze bescherming geldt voor habitattypen en soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Projecten en handelingen die de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied aantasten zijn in ieder geval vergunningplichtig.

Voorliggende rapportage vormt de basis voor de passende beoordeling die separaat aan het MER wordt opgesteld. Een passende beoordeling is nodig als significante gevolgen niet kunnen worden uitgesloten. Dit geldt voor zowel artikel 19d, als artikel 19j. Op grond van een passende beoordeling beoordeelt het bevoegd gezag of zekerheid is gegeven dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. De passende beoordeling is een onderdeel van de vergunningaanvraag. Als in de passende beoordeling geconcludeerd wordt dat de natuurlijke kenmerken

niet worden aangetast dan kan de vergunning worden verleend cq kan het inpassingsplan worden vastgesteld.

Mitigatie en Cumulatie

In voorliggende effectenstudie worden de effecten van het geplande windpark eerst op zichzelf en later, indien relevant, in cumulatie met andere projecten en/of initiatieven beoordeeld. Wanneer het effect van Windpark Fryslân op zichzelf al significant is of, in het andere uiterste, wanneer Windpark Fryslân geen effect heeft voegt cumulatie niks aan de beoordeling toe. Voor zover aan de orde worden de effecten van mitigerende maatregelen ook beoordeeld. De beoordeling is, samengevat, als volgt doorlopen:

Stap 1 (hoofdstuk 5, 6 & 7): De effecten van de voorgenomen ingreep worden op zichzelf beoordeeld. Dit kan voor iedere soort/habitat drie verschillende uitkomsten hebben.

1. Windpark Fryslân heeft geen enkel effect. In dat geval kunnen significant negatieve effecten direct met zekerheid worden uitgesloten.
2. Windpark Fryslân heeft een beperkt effect, wat op zichzelf geen significant negatief effect heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelen van de betrokken Natura 2000-gebieden. In dat geval dient in cumulatie met andere projecten en initiatieven beoordeeld te worden of significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten (stap 3).
3. Windpark Fryslân heeft een significant negatief effect op het behalen van het instandhoudingsdoel van desbetreffende soort/habitatype. In dat geval wordt beoordeeld of er mitigerende maatregelen mogelijk zijn om significant negatieve effecten uit te kunnen sluiten (stap 2).

Stap 2 (§11.1.1): De effecten van Windpark Fryslân worden in combinatie met mitigerende maatregelen beoordeeld. Deze stap volgt op stap 1 (uitkomst 3). Stap 2 kan voor iedere soort/habitatype twee verschillende uitkomsten hebben:

1. Windpark Fryslân heeft in combinatie met mitigerende maatregelen geen enkel effect. In dat geval kunnen significant negatieve effecten worden uitgesloten.
2. Windpark Fryslân heeft in combinatie met mitigerende maatregelen een beperkt effect, wat op zichzelf geen significant negatief effect heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelen. In dat geval dient in cumulatie met andere projecten en initiatieven beoordeeld te worden of significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten (stap 3).

Stap 3 (§11.1.3): De effecten van Windpark Fryslân worden met inbegrip van mitigatie in cumulatie met andere projecten en initiatieven beoordeeld. Deze stap volgt op stap 1 (uitkomst 2) of op stap 2 (uitkomst 2). Stap 3 kan voor iedere soort/habitatype drie verschillende uitkomsten hebben:

1. Windpark Fryslân heeft met mitigatie en in cumulatie met andere projecten / initiatieven geen of hooguit een verwaarloosbaar effect. In dat geval kunnen significant negatieve effecten worden uitgesloten.

2. Windpark Fryslân heeft met mitigatie en in cumulatie met andere projecten / initiatieven een negatief effect. De omvang van het effect is beperkt en significant negatieve effecten kunnen met zekerheid uitgesloten worden.
3. Windpark Fryslân heeft met mitigatie en in cumulatie met andere projecten / initiatieven een negatief effect. De omvang van het effect is dusdanig dat significant negatieve effecten niet met zekerheid uitgesloten kunnen worden.

Effectbeoordeling

Voor de effectbeoordeling is gebruik gemaakt van de leidraad van het Steunpunt Natura 2000 van LNV waarin het begrip 'significantie' nader wordt uitgelegd (Steunpunt Natura 2000, 2010). In deze leidraad wordt o.a. geconcludeerd dat 'er sprake is van een significant gevolg wanneer de kwaliteit van een habitatype of leefgebied ten gevolge van menselijk handelen (met uitzondering van het beheer dat gericht is op de instandhoudingsdoelstellingen) in de toekomst, gemiddeld genomen, lager zal zijn dan bedoeld in de instandhoudingsdoelstelling'. Daarbij kan rekening worden gehouden met de veerkracht van het gebied.

Verlagingen die kleiner zijn dan de eenheden waarin de kwaliteit van het habitatype of het leefgebied is uitgedrukt, worden beschouwd als niet meetbaar. Een (verwachte) vermindering van de *verbetering* van de kwaliteit kan alleen een significant gevolg zijn bij een verbeterdoel en hangt voorts af van de nadere uitwerking in het beheerplan (Steunpunt Natura 2000, 2010).

In de aanwijzingsbesluiten voor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied en voor de overige relevante gebieden (zie website Ministerie van EZ) zijn gekwantificeerde instandhoudingsdoelen voor de soorten waarvoor het gebied is aangewezen vastgelegd. Deze instandhoudingsdoelen dienen als basis voor de effectbeoordeling. Hierin is ook aangegeven of voor een betreffende soort/habitatype een behoud- of verbeterdoel is geformuleerd.

Beoordeling verstoring en verlies habitat voor vogels

De gekwantificeerde verstoringseffecten op vogels zijn getoetst op hun 'significantie'. Hierbij is zoals aangegeven waar nodig een *worst case* benadering gehanteerd, uitgaande van het voorzorgsbeginsel.

Beoordeling vogelsterfte

Ter beoordeling van de omvang van het effect van het aantal aanvaringslachtoffers, is 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (1%-mortaliteitsnorm) van die soort in het Natura 2000-gebied bij de beoordeling aangehouden als eerste zeef om te zien of significante effecten al dan niet zouden kunnen optreden (Steunpunt Natura 2000, 2010). Indien de voorspelde sterfte niet hoger is dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de betrokken populatie, kunnen significant negatieve effecten met zekerheid worden uitgesloten. Indien het te verwachten aantal aanvaringslachtoffers hoger is dan deze 1%-mortaliteitsnorm is nader onderzocht of het effect op de populatie als significant is te beschouwen.

Bij de effectbeoordeling is, conform de leidraad van Steunpunt Natura 2000 (2010), voor vogelsterfte voornoemde 1%-mortaliteitsnorm toegepast als eerste beoordelingsstap. In de uitspraak door de Raad van State met betrekking tot het ontwikkelen van een windpark bij Scheerwolde in de provincie Overijssel is deze werkwijze gevolgd (zaak 200801465/1/R2, d.d 1 april 2009).

Beoordeling barrièrewerking voor vogels

In algemene zin is er sprake van een effectieve barrière als vogels door een windparkopstelling hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken. In dat geval kan het voedselgebied als 'verstoord' beschouwd worden en kunnen de voor verstoring gehanteerde criteria worden toegepast. Als barrièrewerking niet leidt tot het compleet of gedeeltelijk mijden van voedsel- of rustgebieden kan de hindernis nog dermate groot zijn dat het energieverlies dat de vogels leiden als gevolg van het omvliegen een wezenlijk effect heeft op de functie van het gebied voor de betreffende soort. Hiervan is sprake als vogels vanwege het omvliegen substantieel meer moeten eten om het energieverlies te compenseren of, als dit niet lukt binnen de gegeven tijd, substantieel in lagere conditie zijn of komen waardoor andere functies, zoals opvetten, in gevaar komen. Voor wat als 'substantieel' moet worden beschouwd bestaan geen objectieve criteria. In deze beoordeling is de om te vliegen afstand ingeschat op grond van de afmetingen van de dimensies van de turbineopstellingen, en vergeleken met de lengte van de dagelijkse vliegafstanden in de ongestoorde situatie, om een ruwe indicatie te verkrijgen van het relatieve belang van de extra vlieggkosten.

2.4.2 Flora- en faunawet

De effecten op vogels en vleermuizen en overige beschermde soorten zijn tevens beoordeeld in het kader van de Flora- en faunawet (zie bijlage 1). Het doel van de Flora- en faunawet is het instandhouden en beschermen van in het wild voorkomende planten- en diersoorten. De Flora- en faunawet kent zowel een zorgplicht als verbodsbepalingen.

De zorgplicht geldt te allen tijde voor alle in het wild levende dieren en planten en hun leefomgeving, voor iedereen en in alle gevallen.

De verbodsbepalingen zijn gebaseerd op het 'nee, tenzij' principe. Dat betekent dat alle schadelijke handelingen ten aanzien van beschermde planten- en diersoorten in principe verboden zijn (zie bijlage 1) maar dat ontheffing kan worden verkregen.

Beoordeling additionele sterfte van vogels en vleermuizen

In het kader van de Flora- en faunawet dient het effect van aanvaringsslachtoffers van vogels en vleermuizen op de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de betreffende soorten beoordeeld te worden. Hiervoor is 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (1%-mortaliteitsnorm) van de betreffende populatie van de soort als een eerste 'grove zeef' gebruikt. Indien de additionele sterfte ten gevolge van het initiatief lager is dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte, zijn negatieve effecten op de GSI van de

betreffende populatie met zekerheid uit te sluiten. Indien de additionele sterfte hoger is dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de betreffende populatie, dient nader beoordeeld te worden of er sprake kan zijn van een negatief effect op de GSI van de betreffende populatie van de soort.

Beoordeling vogelsterfte in het kader van de Flora- en faunawet

Het effect van de sterfte op de GSI van soorten die voornamelijk tijdens seizoenstrek slachtoffer zullen worden is getoetst aan de flyway-populatie van deze soorten. De sterfte van soorten die voornamelijk buiten het broedseizoen in het plangebied verblijven is getoetst aan de niet-broedvogelpopulatie in Nederland en de sterfte van soorten die voornamelijk in de broedperiode in het plangebied verblijven is getoetst aan de broedvogelpopulatie van de soort in Nederland.

Voor informatie over de omvang van in Nederland verblijvende populaties broedvogels en niet-broedvogels, is onder andere gebruik gemaakt van 'Watervogels in Nederland' 2010/2011 (Hornman *et al.* 2013a,b, 2015), 'Atlas van de Nederlandse vogels' (SOVON 1987) en Natura 2000 profielen vogels (versie 1 september 2008), aangevuld met recente gegevens van SOVON Vogelonderzoek Nederland gepubliceerd op internet (www.sovon.nl). Voor informatie over de omvang van de voor Nederland belangrijke flyway-populaties van watervogels is gebruik gemaakt van 'Waterbird population estimates – Fifth edition' (Wetlands International 2012), zoals beschikbaar op internet (wpe.wetlands.org). Voor een inschatting van de omvang van de voor Nederland relevante flyway-populaties van roofvogels en zangvogels is gebruik gemaakt van de informatie uit 'Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status' (Birdlife International 2004).

De soortspecifieke jaarlijkse "natuurlijke" sterfte (%) is voor de meeste soorten afgeleid van de BTO BirdFacts (<http://www.bto.org/about-birds/birdfacts>). Dit sterftepercentage is nodig om de sterfte ten gevolge van het windpark te kunnen relateren aan de jaarlijkse natuurlijke sterfte. Voor de soorten waarvan de jaarlijkse sterfte niet bekend is, is de natuurlijke sterfte van een nauw verwante soort in de berekening toegepast. Voor de zwarte stern is de natuurlijke sterfte afgeleid uit van der Winden & van Horssen (2008). In de berekeningen is gewerkt met de jaarlijkse sterfte van volwassen vogels. Aangezien deze lager ligt dan de sterfte van onvolwassen vogels is dit een *worst case* scenario.

3 Geplande windturbineopstellingen

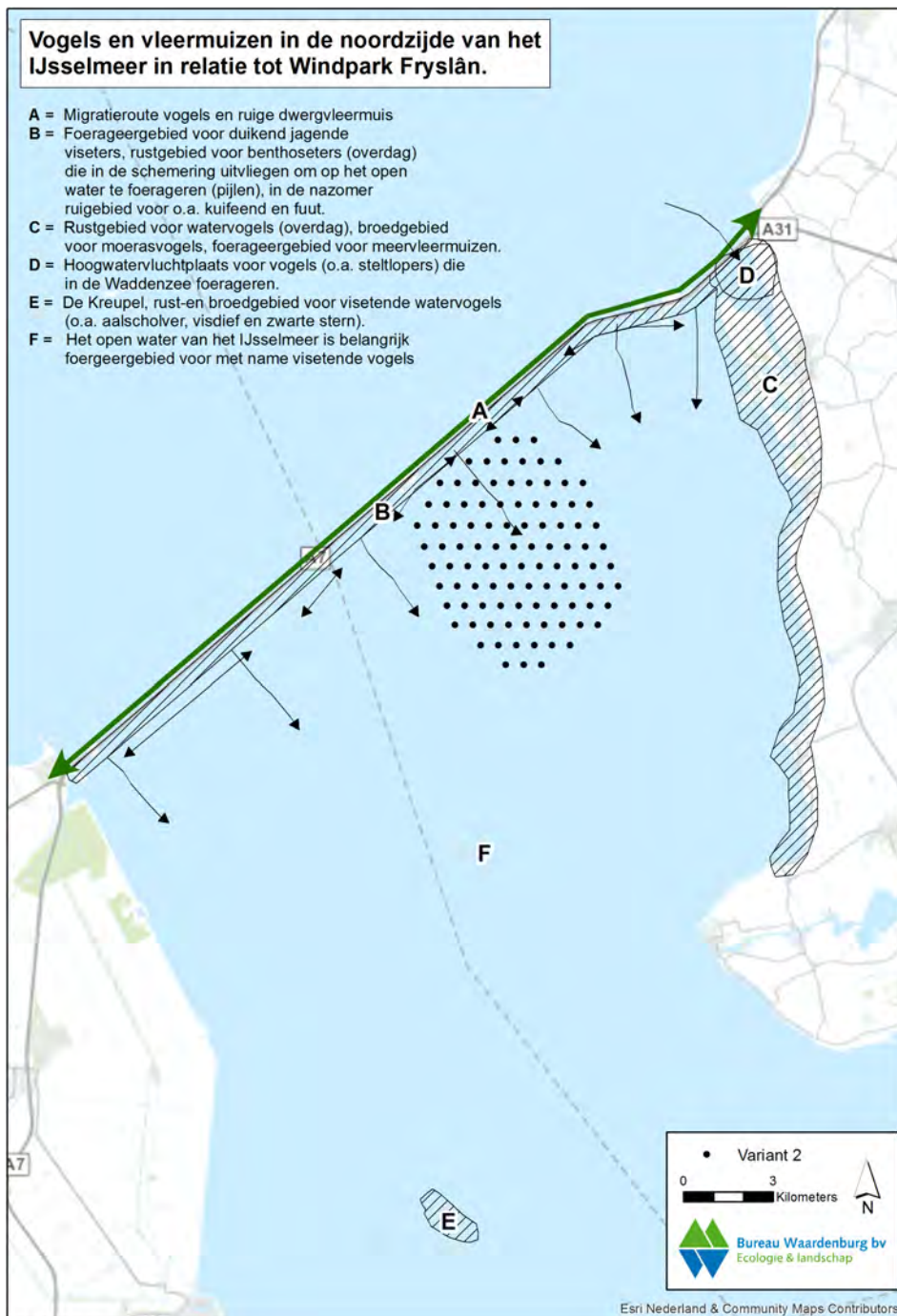
3.1 Plangebied

Windpark Fryslân BV heeft het voornemen om in het noordelijke deel van het IJsselmeer een windpark te realiseren: Windpark Fryslân. Er wordt gestreefd naar een omvang van 250-400 MW. Het plangebied van het windpark is gelegen in het open water van het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk, tussen Kornwerderzand en Breezanddijk. Het plangebied ligt in de Provincie Fryslân in de gemeente Súdwest Fryslân. Onderdeel van het initiatief zijn de bijbehorende elektrische en civiele werken en een werkeiland dat tijdens de bouwfase van het windpark wordt gebruikt ten behoeve van de bouw van het windpark en voor inbedrijfname van het windpark wordt aangepast op grond van een natuurinclusief ontwerp voor de gebruiksfase om een ecologische functie te vervullen.

Op enkele kilometers afstand van het plangebied bevindt zich het Kornwerderzand, met een spuicomplex en de Lorentzsluizen. Hier zijn tevens enkele woningen aanwezig. Over de Afsluitdijk loopt de A7. Halverwege de Afsluitdijk, nabij het plangebied, bevindt zich Breezanddijk. Dit is een voormalige werkhaven en parkeerplaats waar eveneens een kleine camping is gesitueerd. Ten oosten van het plangebied loopt een voor de beroepsvaart gemarkeerde vaargeul vanaf het sluisencomplex naar het zuiden. Het gehele IJsselmeer is vaargebied en er zijn geen verplichte routes. Ten zuiden van de Afsluitdijk bevindt zich nabij de dijk een gebied dat is opengesteld voor de beroepsvisserij met behulp van fuiken.

Het plangebied en de omgeving hiervan kent een waterdiepte van 3 tot 4,5 meter met lokaal enkele ondiepten tot 2 meter en enkele grotere diepten ten gevolge van kleiputten en voormalige getijdengeulen. De afstand van het plangebied tot de Afsluitdijk bedraagt minimaal 600 meter. Aan de noordzijde van de Afsluitdijk bevindt zich de Waddenzee en ten oosten van het plangebied bevindt zich op een afstand van *circa* zes kilometer het vaste land van Friesland.

De functie van het plangebied en de (directe) omgeving voor beschermde natuurwaarden is in detail in beeld gebracht in Heunks *et al.* (2015) en Janssen *et al.* (2013). Voor een beter begrip van de in dit rapport gepresenteerde effectbepaling en –beoordeling in het kader van de natuurwetgeving, is in figuur 3.1 de betekenis van (de omgeving van) het plangebied voor vogels en vleermuizen op hoofdlijnen (indicatief) gepresenteerd.



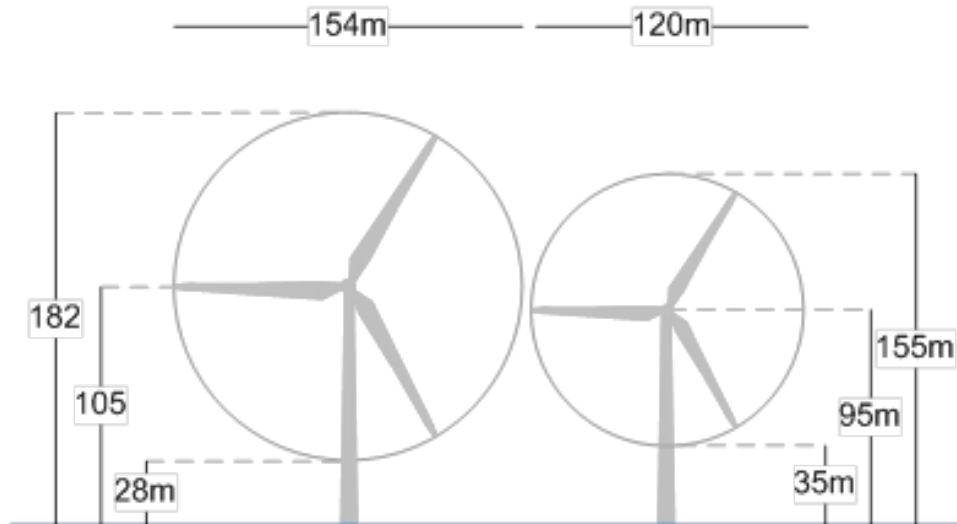
Figuur 3.1 De functies van specifieke delen van het noordelijk deel van het IJsselmeer voor vogels en vleermuizen zijn op hoofdlijnen (indicatief) weergegeven. Alleen de functies die van belang zijn in relatie tot de toetsing van Windpark Fryslân in het kader van de natuurwetgeving zijn gepresenteerd. De figuur bevat geen compleet overzicht van functies van verschillende delen van (de noordzijde van) het IJsselmeer voor vogels en vleermuizen. Ook bevat de figuur geen informatie over andere soortgroepen dan vogels en vleermuizen. Zie Heunks *et al.* (2015) voor meer informatie over natuurwaarden in het noordelijke deel van het IJsselmeer.

3.2 Vier varianten

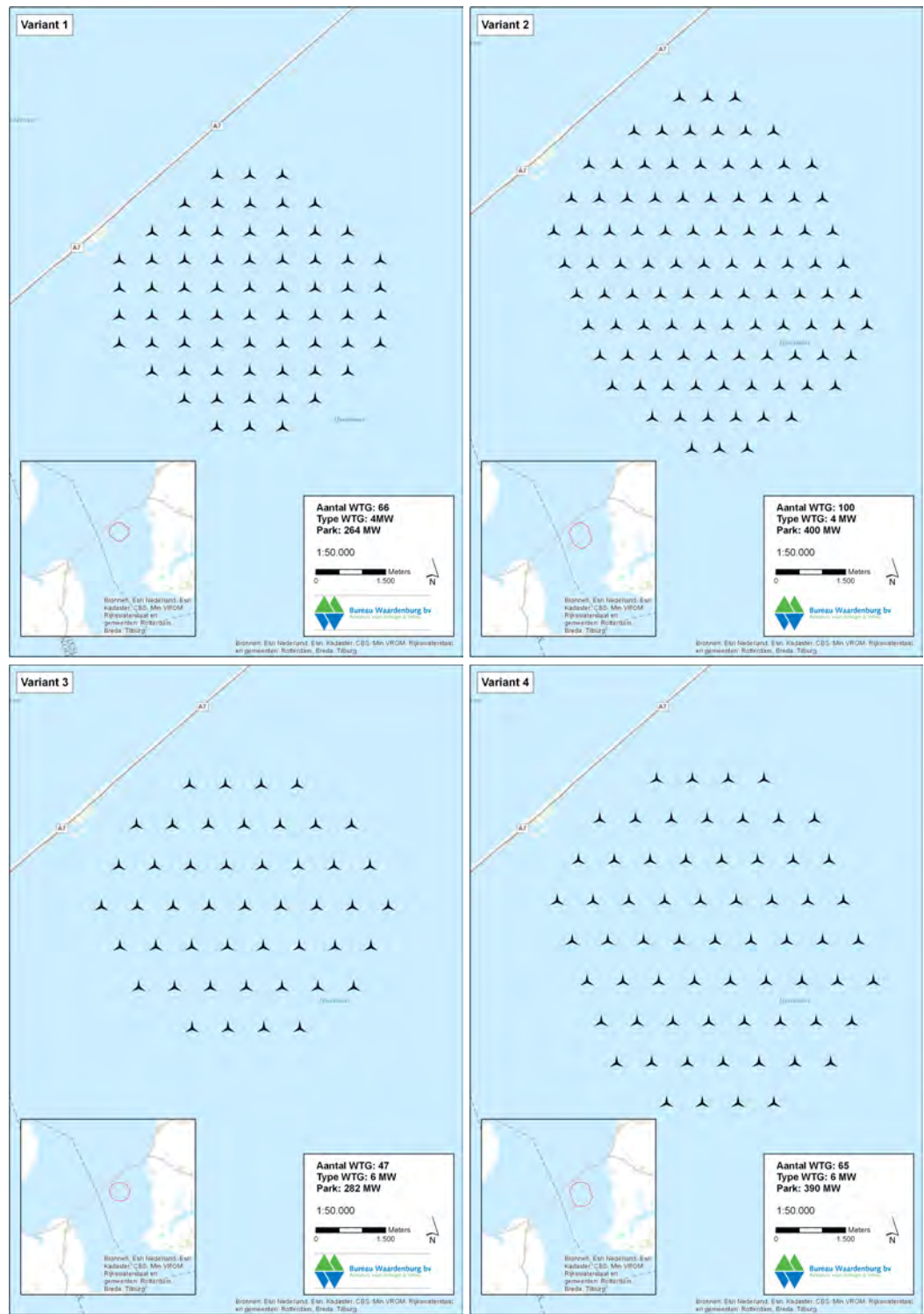
Voor de m.e.r. zijn vier verschillende varianten van het beoogde windpark gedefinieerd. De varianten variëren in omvang (2.265-3.553 ha), aantal turbines (47-100) en type turbines (3-5 en 5-8 MW klasse) (tabel 3.1, figuur 3.2 en figuur 3.3).

Tabel 3.1 Specificaties van de verschillende opstellingsvarianten voor Windpark Fryslân.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Aantal turbines	66	100	47	65
Vermogen individueel (MW)	4	4	6	6
ashoogte	95	95	105	105
rotordiameter	120	120	154	154
onderlinge afstand (m)	600-900	600-1.200	770-1.400	770-1.400
Vermogen park (MW)	264	400	282	390



Figuur 3.2 Visualisatie van de beoogde windturbine typen voor Windpark Fryslân volgens variant 1 en 2 (rechts) en variant 3 en 4 (links) (bron: Pondera Consult bv).



Figuur 3.3 Opstellingsvarianten voor Windpark Fryslân (bron: Pondera Consult bv).

3.3 Bouw en aanleg

De wijze van realisatie kan van invloed zijn op de milieueffecten van het initiatief. Daarbij kunnen verschillende methoden tot verschillende milieueffecten leiden. De bouw en aanleg betreft de volgende onderdelen:

1. windturbines (inclusief funderingen)
2. werkeiland
3. kabels in het windpark
4. transformatorstation
5. (kabel op land)
6. (meetmast)

Onderdelen 1 t/m 4 worden in onderhavige rapportage getoetst. De effecten van onderdelen 5 en 6 zijn apart getoetst (respectievelijk Reitsma 2015a en Reitsma 2015b & Smits 2015). Deze paragraaf beschrijft op hoofdlijnen de verschillende onderdelen van de aanleg van het windpark en de reële opties die daarbij worden betrokken.

3.3.1 Transport en installatie van de windturbinefunderingen

Voor Windpark Fryslân in het IJsselmeer geldt dat ten gevolge van de beperkte omvang van de sluizen die toegang geven tot het IJsselmeer en de relatieve kleine havens rondom het IJsselmeer, de aanvoer van grote onderdelen waarschijnlijk plaatsvindt naar een grote haven met voldoende ruimte om een werkvoorraad aan onderdelen aan te houden (zoals Amsterdam of Eemshaven) waar ook pre assemblage kan plaatsvinden. De installatievaartuigen die worden ingezet voor de bouw van windparken op zee (zoals zogenaamde 'jack ups' voor het heien) zijn door de sluis capaciteit niet toepasbaar waardoor naar verwachting gebruik wordt gemaakt van reguliere (land)installatieapparatuur geplaatst op grote pontons. Voor de fabricage en (tijdelijke) opslag van onderdelen van het windpark wordt gebruik gemaakt van bestaande voorzieningen (havens, bedrijventerreinen, loskades).

De funderingen voor de windturbines worden, afhankelijk van het type fundament dat gebruikt gaat worden, in delen door de fabrikant geleverd of lokaal geproduceerd, opgeslagen en daarna getransporteerd voor installatie. Hierna zijn de vier fundatie-principes die mogelijk worden toegepast kort toegelicht. Welke vaartuigen in aanmerking komen voor de installatie en bouw van de funderingen en windturbines wordt voor een belangrijk deel bepaald door de gekozen funderingstechnologie en de waterdiepte ter plekke. In het algemeen is voor hijsoperaties een drijvende bok (grote lifts) of een kraanpontoon (middelgrote en kleine lifts) met een diepgang van ongeveer twee meter, het meest geschikt.

In principe worden de verschillende onderdelen in een 'treintje' gerealiseerd omdat specifieke installatiewerktuigen nodig zijn voor de verschillende onderdelen. Dat betekent dat een installatieploeg de fundaties bouwt. Achter deze ploeg aan komt de ploeg voor de installatie van de torens. Vervolgens komt de ploeg voor de installatie

van gondel en rotorbladen. Tenslotte worden de turbines aangesloten, getest en in bedrijf genomen.

Monopile fundering

Bij de monopile fundering worden de monopiles (lange, holle, zeer grote buizen met een diameter van zo'n 6 meter) elders in gespecialiseerde staalfabrieken gefabriceerd en per ponton naar het IJsselmeer gevaren. Het zou noodzakelijk kunnen zijn om de monopiles op een tijdelijke locatie op te slaan, voorafgaand aan het transport richting de locatie van het windpark. Bij de installatie worden de monopiles op locatie door een installatieschip recht op gehesen en in een positioneringsstuk (template) geplaatst. Het schip laat de monopile vervolgens op de juiste positie (GPS coördinaten) op de bodem zakken. Met een hydraulische hamer wordt de monopile vervolgens tot op de gewenste diepte de bodem in geheid. Na het heien wordt op de monopile een verbindingstuk geplaatst voor de installatie van de windturbinetoren en kan de elektriciteitskabel, die de fundering in wordt getrokken, worden vastgezet. De fundering is nu klaar voor de windturbine. Per monopile wordt circa 2-3 uur geheid gedurende de dagperiode.

Gravity based fundering

Deze grote betonnen funderingen worden vanwege hun grootte waarschijnlijk op een speciale constructielocatie in de nabijheid van het windpark geproduceerd. Hiervoor zal een specifieke betonfabriek nodig zijn en een dok of bouwhaven, waarin de funderingen in zijn geheel kunnen worden geproduceerd. De niet-verzwaarde funderingen worden het water in gehesen en ondersteund door drijvers of pontons geleidelijk op hun plaats gebracht. Met behulp van een installatieschip wordt de fundering gecontroleerd afgezonken op de locatie, waar de bedding tevoren reeds is versterkt. De holle ruimten in de fundering worden vervolgens met stenen verzwaard, waardoor de fundering stabiel wordt gemaakt. Hierna is de fundering klaar voor installatie van de elektriciteitskabel en de windturbine.

Dolphin fundering

De constructie van een fundatie conform het dolphin-principe kan gedeeltelijk dan wel geheel op locatie plaatsvinden. In het geval van constructie op land, worden vanuit een nabijgelegen haven betonnen heipalen en een geprefabriceerd betonnen funderingsstuk naar de locatie getransporteerd. Op locatie worden de funderingspalen de bodem ingeheid of getrild, waarna het funderingsstuk op de funderingspalen wordt geplaatst. Het betreft kleine heipalen. Met grout worden de betonnen delen vast met elkaar verbonden. In het geval van constructie op locatie worden de funderingsmaterialen (funderingspalen, wapeningsstaal, betoninstallatie) naar de locatie getransporteerd. Op de geïnstalleerde heipalen wordt een bekisting aangebracht, waarin het wapeningsstaal wordt aangebracht. Daarna wordt het beton in de bekisting gestort en hardt het uit tot een fundering. Het installatieschip kan worden gebruikt voor het transporteren en installeren van de funderingscomponenten, maar het is ook mogelijk om pontons te gebruiken voor het aanvoeren van funderingsonderdelen.

Damwandfundering

De damwandfundering wordt geheel op locatie gemaakt. Vanuit een nabijgelegen haven worden de funderingscomponenten (damwanden, heipalen, wapeningsstaal, betoninstallatie) naar de locatie getransporteerd. Eén transportschip kan componenten voor verschillende funderingen transporteren. Op een installatieschip is een hijskraan en een hei/tril-installatie aanwezig voor het installeren van de damwanden en de heipalen. De koppen van de heipalen worden gesneld en het wapeningsstaal wordt aangebracht, waarna het beton wordt gestort en de fundering klaar is. Het installatieschip kan worden gebruikt voor het transporteren en installeren van de funderingscomponenten, maar het is ook mogelijk om pontons te gebruiken voor het aanvoeren van funderingsonderdelen.

Windturbines

De windturbines worden in delen door de fabrikant geleverd en vanaf de fabriek naar de bouwlocatie getransporteerd. In de fabriek of op het werkeiland, (zie §3.3.3) worden de interne ladder en de controlemechanismen in de turbine geïnstalleerd en worden de torendelen geassembleerd. Daarnaast wordt de rotor in elkaar gezet (drie rotorbladen plus de rotornaaf – voor installatie van de rotor ineens op het water) die horizontaal wordt getransporteerd. Het is ook mogelijk dat juist de naaf en de gondel worden verbonden voor een installatie van individuele bladen op het water. Een derde optie is om de gondel, de naaf en twee bladen te combineren, om later het derde blad op het water te installeren. De keuze voor de installatieopzet wordt afgestemd op het type windturbine, het installatieschip en verwachte weersomstandigheden op locatie.

Na de voorbereiding op land en het gereedkomen van de eerste funderingen en elektriciteitskabels gaan de torendelen, de gondel en de rotor(bladen) op het installatieschip naar de eerste locatie. Het installatieschip positioneert zich dicht naast de windturbinefundering. Tussen het installatievaartuig en de funderingspaal wordt een verbinding gelegd, zodat installatiepersoneel veilig toegang heeft tot de windturbine en de turbine van energie kan worden voorzien. Eerst wordt het eerste torendeel op de fundering geplaatst en wordt de flensverbinding tussen fundering en toren vast gemonteerd. Na de volgende torendelen wordt de gondel geplaatst en daarna de rotor, of wel eerst de gondel met de naaf en daarna driemaal een rotorblad. De teamleden die de turbines installeren, zijn afkomstig van de fabrikant van de turbines, omdat deze de specificaties kennen.

De windturbine wordt daarna mechanisch gereed gemaakt op grond van de inbedrijfsstellingprocedure (dagen), waarin onder andere alle boutverbindingen worden nagelopen en de gondel en de bladen worden uitgelijnd. Ook worden de interne elektrische systemen mechanisch verbonden met de elektrische kabel. Wanneer het onderstation op land inmiddels in bedrijf is genomen, kunnen vervolgens ook elektriciteitskabels worden getest. Tenslotte kan de windturbine zelf onder spanning worden gebracht en worden opgestart. De windturbine is dan ook zichtbaar op het monitorings- en afstandbesturingssysteem van het windpark (SCADA). Na het

succesvol doorlopen van uitgebreide elektrische en bedrijfsvoering testprocedures (dagen tot weken) is de windturbine gereed voor bedrijfsvoering.

3.3.2 Elektrische infrastructuur

Elektrische infrastructuur op land

Op land wordt een transformatorstation gebouwd (oostzijde Breezanddijk) en vervolgens vindt de aansluiting op het hoogspanningsnetwerk in Friesland plaats (Oudehaske of Louwsmeer, naar verwachting tussen 110 en 220 kV). Het transformatorstation heeft een afmeting van ca. 24 x 40 meter. Het transformatorstation staat op een betonnen fundering op staal of op geheide palen. Het transformatorstation wordt niet verlicht.

Het transformatorgebouw wordt op locatie gebouwd uit beton (bijvoorbeeld geprefabriceerde en over de weg aangevoerde componenten) en/of steen en bevat de meeste of zelfs alle elektrische componenten. De elektrische componenten zoals de transformatoren, spoelen, de schakelaars en de bedieningskasten worden elders in gespecialiseerde fabrieken gebouwd en getest en in zijn geheel of in delen over het water en over de weg aangevoerd.

De kabelverbinding op land wordt aangelegd door de kabels over de gehele lengte van de verbinding in te graven tot de vereiste diepte (minimaal 80 centimeter onder maaiveld). Op plekken waar de kabel andere kabels, wegen of water kruist, wordt gebruik gemaakt van gestuurde boringen. Hierbij worden op zekere afstand van de kruising, mantelbuizen de grond in geboord. De kabels worden door deze mantelbuizen getrokken. De kabelverbinding wordt tenslotte verbonden met het transformatorstation en de netaansluiting van TenneT. Na uitgebreide testen op locatie wordt de kabelverbinding onder spanning gezet.

Elektriciteitskabels binnen het windpark

De windturbines zijn via elektriciteitskabels met elkaar en met het onderstation op land verbonden. Afhankelijk van de windturbines, het type kabel en het spanningsniveau (naar verwachting 33 of 66 kV, middenspanning) kunnen 5 - 15 windturbines met elkaar worden verbonden in een zogeheten string. De lengte van elk kabelstuk tussen de windturbines ligt tussen de ongeveer 600 en 1.200 meter. De installatie van de kabel op een diepte van *circa* 2 meter onder de meerbodem kan plaatsvinden op verschillende manieren, bijvoorbeeld door het jetten waarbij de waterbodem week wordt gemaakt met lucht en de kabel door zijn eigen gewicht naar de gewenste diepte zakt of door ploegen. De aanlanding van de kabel op de Afsluitdijk zal door middel van gestuurde boringen plaatsvinden.

De elektriciteitskabels worden volgens specificatie van het elektrische ontwerp geproduceerd in een kabelfabriek. De kabelstukken of kabel aan één stuk wordt opgerold op haspels en vervolgens op één of meerdere grote trommels op een transport- of kabelinstallatieschip naar de locatie vervoerd. Voor de installatie van de kabels positioneert het kabelinstallatieschip zich bij de windturbine die wordt

aangesloten. De kabel wordt allereerst met een kabelhaspel op de windturbine, vanaf het schip de windturbine ingetrokken. Daarna wordt de kabel bij de windturbine ingegraven en vaart het schip naar de volgende windturbine, terwijl de kabel continu wordt ingegraven. Bij de volgende turbine positioneert het schip zich opnieuw en wordt opnieuw een kabelhaspel op de windturbine geplaatst. De kabel wordt doorgeknipt en de windturbine ingetrokken. In de windturbine wordt de kabel verbonden met een eindsluiting, die later wordt gebruikt voor het aansluiten van de schakelapparatuur en de transformator in de windturbine. Indien nodig wordt het installatieproces van de kabels door duikers begeleid en wordt de kabel nabij de invoer in de windturbine extra beschermd tegen mogelijke ankerschade.

3.3.3 Werkeiland

Onderdeel van het initiatief is een eiland. Dat eiland heeft tijdens de bouw de functie van werkeiland. Dit betreft bijvoorbeeld assemblage van turbineonderdelen of tijdelijke opslag en mogelijk een mobiele betoncentrale van beperkte omvang.

Halverwege de aanleg van het windpark krijgt het eiland een ecologische en indien mogelijk recreatieve functie die het eiland gedurende de volledige exploitatiefase zal vervullen.

Het werkeiland is gelegen tussen het windpark en de Friese kust. Op basis van de ecologische effectbeoordeling zijn in onderhavige rapportage ontwerpisen gespecificeerd om te komen tot een natuurinclusief ontwerp (zie §9.2). Voor de exploitatiefase wil de initiatiefnemer het eiland een ecologische functie geven en minimaal zoveel mogelijk negatieve effecten van de windturbines mitigeren.

Het werkeiland leidt met een lengte van circa 1 km en een breedte van 20 meter tot een luwte in een gebied van circa 25 ha. Tijdens de eerste helft van de bouwfase is het eiland, deels, breder in verband met potentiële opslag.

In deze rapportage wordt het werkeiland benaderd als mitigerende maatregel in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Voor de effectbeoordeling van de aanleg en exploitatie van het eiland zelf wordt uitgegaan van de maatvoering zoals beschreven in §9.2 van dit rapport.

3.4 Onderhoud van het windpark

Het onderhoud van het windpark wordt uitgevoerd vanuit een onderhoudshaven, naar verwachting een bestaande haven bij het bedrijfsvoeringscentrum. Nabij de haven is een opslagplaats voor reserveonderdelen voor de windturbines en het onderstation en gereedschap voor het uitvoeren van werkzaamheden. In de haven liggen schepen om het onderhoudspersoneel van en naar de windturbines te brengen en hen veilig over te zetten.

De activiteiten op locatie bestaan uit het uitvoeren van gepland regulier onderhoud, ongepland onderhoud (het rectificeren van storingen) en het uitvoeren van reparaties en vervangingen (indien nodig).

DEEL II: EFFECTEN VAN GEPLANDE TURBINES

4 Mogelijke effecten en invloedsfeer

Alvorens de effecten van Windpark Fryslân te bepalen worden in dit hoofdstuk de mogelijke effecten en de invloedsfeer gedefinieerd. Dit wordt gedaan op basis van literatuur en expertise opgebouwd tijdens meerjarige veldonderzoeken in diverse windparken. Op grond hiervan is ingeschat welke effecten kunnen optreden en binnen welke invloedsfeer effecten mogelijk zijn. Afhankelijk van de gekozen variant zal de ingreep effect hebben op beschermde soorten en gebieden. Gezien de locatie en de specificaties van het geplande windpark elektrische en civiele werken en een werkeiland kunnen de volgende effecten op beschermde soorten worden verwacht:

Vogels

1. vogels kunnen met de rotor, mast of zog achter de windturbine in aanvaring komen en gewond raken of sterven;
2. het leefgebied van vogels kan worden aangetast door de aanwezigheid (het geluid en de beweging) van windturbines en/of de aanleg van de windturbines elektrische en civiele werken en een werkeiland;
3. windturbines kunnen een barrière vormen op vliegroutes van vogels. Hierdoor worden rust- of foerageergebieden onbereikbaar;

Vleermuizen

4. vleermuizen kunnen met de rotor, mast of zog achter de windturbine in aanvaring komen en gewond raken of sterven;
5. de aanleg van de elektrische infrastructuur op land kan leiden tot vernietiging of versterking van verblijfplaatsen van vleermuizen;

Overige beschermde soorten

6. het leefgebied van andere (aquatische) soortgroepen kan door de plaatsing van de windturbines elektrische en civiele werken en een werkeiland worden aangetast. Dit kan via de voedselketen van watervogels effect hebben op watervogels;
7. andere (aquatische) soortgroepen kunnen tijdens de aanlegwerkzaamheden gewond raken of sterven, bijvoorbeeld als gevolg van een verhoogde geluidsbelasting (trillingen) onder water;

Beschermde habitattypen

8. beschermde habitattypen kunnen worden aangetast door de fysieke plaatsing (ruimtebeslag) van windturbines;
9. de kwaliteit van habitattypen kan worden aangetast door de aanleg van het geplande windpark (stipstofdepositie en/of vertroebeling).

Tijdens de exploitatiefase kan Windpark Fryslân ook een effect hebben op het landschap. Deze effecten worden in het MER uitgebreid belicht, maar vallen buiten de scope van voorliggende natuurtoets.

Wanneer waterrecreanten en vissers het plangebied niet meer mogen gebruiken kan dit betekenen dat andere delen van het studiegebied mogelijk intensiever gebruikt zullen worden. Echter in de huidige situatie is het gebruik van het gebied door waterrecreanten al zeer beperkt (Van Eerden *et al.* 2005, Poot *et al.* 2010, Poot *et al.* 2012 en Poot *et al.* 2014). De waterrecreatie concentreert zich in de vaargeulen en met name in het midden en zuidelijke deel van het IJsselmeer. In het noordelijke deel van het IJsselmeer zal dit na realisatie van het windpark mogelijk nog sterker het geval zijn. Er zijn geen aanwijzingen dat de waterrecreatie zich zal verplaatsen van het plangebied naar gebieden die in de huidige situatie nog beperkt in gebruik zijn door waterrecreanten. Een dergelijk, indirect, negatief effect van Windpark Fryslân wordt derhalve uitgesloten.

De effecten beperken zich niet alleen tot het plangebied, maar kunnen zich ook daarbuiten manifesteren ('externe werking'). Dat kan 1) doordat effecten (geluid, trilling *etc.*) verder reiken dan de grens van het plangebied en 2) doordat de geplande windturbines een effect hebben op soorten die een deel van de tijd buiten het plangebied verblijven.

Gezien de huidige natuurwaarden in het plangebied van Windpark Fryslân (Heunks *et al.* 2015) en de mogelijke effecten van de hier geplande windturbines (hierboven) reikt de invloedssfeer van Windpark Fryslân, afhankelijk van de soort, tot maximaal enkele 10-tallen kilometers afstand van het plangebied. In het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 liggen de volgende Natura 2000-gebieden en Beschermden Natuurmonumenten mogelijk binnen de invloedssfeer van het plangebied:

- Natura 2000-gebied IJsselmeer;
- Natura 2000-gebied Waddenzee;
- Natura 2000-gebied Duinen en lage Land Texel;
- Natura 2000-gebied Duinen Vlieland;

Overige Natura 2000-gebieden (zoals bijvoorbeeld het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone) of Beschermden Natuurmonumenten liggen op een dusdanig grote afstand van het plangebied dat effecten op de desbetreffende beschermde natuurwaarden op voorhand zijn uit te sluiten. Soorten waarvoor deze Natura 2000-gebieden zijn aangewezen vertonen geen dagelijkse vliegbewegingen over het plangebied en het plangebied vormt voor deze vogels geen essentieel onderdeel van het leefgebied.

De Beschermden Natuurmonumenten Waddenzee II, Friese IJsselmeerkust en Stoenckherne zijn inmiddels komen te vervallen door de aanwijzing van de Natura 2000-gebieden IJsselmeer en Waddenzee. Deze Beschermden Natuurmonumenten vallen namelijk volledig binnen de begrenzing van deze Natura 2000-gebieden. Aanvullend op de doelen die nu vallen onder de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden, worden in de 'oude' aanwijzingsbesluiten van Staats- en Beschermden Natuurmonumenten ook de natuurwetenschappelijke waarden en het natuurschoon als grond voor de bescherming aangevoerd. Windpark Fryslân ligt

buiten de oorspronkelijke begrenzing van de Beschermden Natuurmonumenten. Voor vervallen Beschermden Natuurmonumenten geldt, op basis van artikel 16 lid 4 van de Natuurbeschermingswet 1998, de externe werking ook voor de oude doelen, mits externe werking in het oorspronkelijke aanwijzingsbesluit expliciet is opgenomen. In de oorspronkelijke aanwijzingsbesluiten van de Beschermden Natuurmonumenten Waddenzee II en Stoenckherne is externe werking niet expliciet genoemd. Voor beschermd natuurmonument de Friese IJsselmeerkust is in het oorspronkelijke aanwijzingsbesluit wel expliciet de externe werking van de bescherming met betrekking tot natuurschoon vermeld. Voor dit beschermd natuurmonument dient het effect van Windpark Fryslân op het natuurschoon van het vervallen beschermd natuurmonument Friese IJsselmeerkust dan ook nader beschouwd te worden. Dit ligt buiten de scope van deze rapportage en er wordt verder in dit rapport dan ook niet nader op ingegaan.

Het Natura 2000-gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving' ligt op meer dan 15 km afstand van het onderzoeksgebied. De soorten en habitattypen waar het gebied voor is aangewezen hebben geen relatie met het onderzoeksgebied. Op een dergelijke grote afstand is de kans op effecten op beschermde natuurwaarden op voorhand nihil. Het Natura 2000-gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving' zal dan ook verder in dit rapport buiten beschouwing gelaten worden.

5 Effecten op vogels

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de potentiële effecten als gevolg van de aanleg (§5.1) en het gebruik (§5.2 t/m §5.5) van Windpark Fryslân en de bijbehorende elektrische en civiele werken en een werkeiland op vogels. De effecten worden allereerst in algemene zin besproken en vervolgens wordt nader onderbouwd of, en zo ja welke verschillen te verwachten zijn tussen de verschillende varianten. De effecten zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd. Tenslotte worden de effecten beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 (§5.6) en in het kader van de Flora- en faunawet (§5.7).

5.1 Effecten tijdens de aanlegfase

Bij de aanleg van het windpark in het IJsselmeer zijn scheepsbewegingen noodzakelijk, moet mogelijk beperkt worden gebaggerd, vinden heiwerkzaamheden plaats en wordt eveneens gewerkt met grote (drijvende) kranen. In de aanlegfase kan de kwaliteit van het leefgebied van vogels (tijdelijk) worden aangetast door verstoring door de vele werkzaamheden. Aspecten waarmee redelijkerwijs rekening gehouden dient te worden zijn:

- optische verstoring en geluidsbelasting door vervoers- en constructiebewegingen;
- verlies leefgebied door ruimtebeslag door de windturbines en/of elektrische en civiele werken en een werkeiland;
- verstoring door kunstlicht;
- geluidsbelasting onder water door heiwerkzaamheden;
- geluidsbelasting boven water door heiwerkzaamheden;
- vertroebeling van het water;

Optische verstoring door vervoers- en constructiebewegingen, verstoring door kunstlicht

De aanwezigheid van het materieel, mensen en kunstlicht kunnen tijdelijk enige hinder veroorzaken voor (water)vogels die ter plaatse rusten en/of foerageren. Vogels zullen het verstoorde gebied verlaten of het foerageren tijdelijk onderbreken. De afstand waarover effecten optreden, zijn sterk variabel. Ten aanzien van recreatief vaarverkeer bedragen de verstoringafstanden voor verschillende soorten watervogels 100-500 meter (Krijgsveld *et al.* 2008, Platteeuw & Beekman 1994). Aangezien de aanwezigheid van werkzaamheden (vergeleken met recreatief vaarverkeer) sterk afwijkend is van de normale situatie wordt zekerheidshalve een potentiële verstoringafstand van 500 meter voor alle soorten en alle werkzaamheden aangehouden. Dit is een *worst case* benadering, omdat vogels evenals bij recreatievaart en andere verstoringbronnen naar verloop van tijd zullen wennen aan de extra vaarbewegingen en aanwezigheid van materieel en mensen. Na verloop van tijd zal de verstoringafstand dus afnemen.

De werkzaamheden worden ruimtelijk gefaseerd uitgevoerd (niet overal tegelijk bouwen maar op een beperkt aantal locaties). De werkzaamheden vinden plaats in aaneengesloten werkgebieden. Er kan in een beperkt aantal werkgebieden tegelijkertijd gewerkt worden, te weten op het werkeiland en aan maximaal 20 windturbineposities, verdeeld over nader in te delen clusters van turbines (bijvoorbeeld 2 clusters van 10 of 4 van 5). De meest hinderlijke activiteiten zijn activiteiten met veel lawaai en scheepsbewegingen. Dit betreft met name eventuele heiwerkzaamheden. Als een aantal fundaties gereed is zal ook het plaatsen van de turbines worden opgestart. Gedurende de aanleg van het windpark (1 tot 2 jaar) beslaan de werkzaamheden opeenvolgend een ander deelgebied. Aan het begin van de bouw (start aanleg fundaties) en het einde (plaatsen windturbines) is het aantal locaties waar bouwwerkzaamheden plaatsvinden kleiner doordat een deel van de werkzaamheden reeds is afgerond.

Binnen de 'verstoringafstand' ofwel straal van 500 meter ten opzichte van de werkzaamheden zal ten minste 20% van de aanwezige vogels afwijkend gedrag vertonen (Krijgsveld *et al.* 2008). Voorzichtigheidshalve ('worst case') wordt aangenomen dat maximaal 20% van de vogels bij aanvang van de werkzaamheden het gebied binnen een straal van 500 meter van desbetreffende locaties zal verlaten. Het betreft echter zoals aangegeven een beperkt aantal locaties waar tegelijk gewerkt wordt. Deze vogels zullen elders in het IJsselmeer een rustige plek opzoeken. Hiervoor zijn voldoende geschikte alternatieve rust- en foerageergebieden aanwezig. Na afloop van de werkzaamheden in het deelgebied zullen na verloop van tijd (enkele dagen) minder verstoringgevoelige soorten als fuut al weer gedeeltelijk terugkeren naar de verstoorde gebieden. Soorten die gevoeliger zijn voor verstoring (o.a. kuifeend en brilduiker) zullen vermoedelijk langere tijd (tot maximaal 2 weken) op alternatieve rust- en foerageergebieden verblijven. Bij werkzaamheden op land kan ook sprake zijn van verstoring van rustende of foeragerende vogels of nesten van broedvogels.

Verstoring door kunstlicht

Indien gewerkt wordt met kunstlicht kunnen vogels hinder ondervinden. Afhankelijk van de aard, omvang en intensiteit van het gebruik van dit kunstlicht kan het leefgebied van vogels (tijdelijk) worden aangetast en kunnen vogels het plangebied voor kortere of langere tijd verlaten. Het is mogelijk dat ook in het donker wordt gewerkt waarbij het gebruik van kunstlicht noodzakelijk is. Deze activiteiten zullen beperkt zijn tot een aantal locaties tegelijk.

Geluidbelasting onder water door heiwerkzaamheden

Als gevolg van onderwatergeluid wat vrijkomt met schadelijke sterktes kunnen vissen (zowel volwassen individuen als juvenielen) verstoord worden, letsel ondervinden of sterven. Grootschalige sterfte van vissen kan effect hebben op visetende watervogels in het IJsselmeer. Het effect van onderwatergeluid op vissen is door HWE en TNO onderzocht en apart gerapporteerd ten behoeve van het MER (Heinis 2014). Spiering, Baars, Blankvoorn en Pos vormen een voedselbron voor visetende vogels. Deze

soorten zijn relatief gevoelig voor onderwatergeluid. Dit geldt vooral voor Baars en Pos, omdat zij een gesloten zwemblaas hebben die bij zeer hoge geluids(druk)-niveaus zou kunnen scheuren. Het is niet geheel uitgesloten dat geluidsniveaus waarbij dit zou kunnen gebeuren bij het heien worden geproduceerd. De kans dat een vis aan een dermate hoge geluidsdosis wordt blootgesteld dat schade aan de gesloten zwemblaas optreedt is echter verwaarloosbaar, aangezien dat alleen kan als de vis tijdens de hele periode van het heien van een fundering op zeer korte afstand van de heilocatie verblijft (en dus niet wegzwemt). Omdat er niet meer dan één fundering tegelijk zal worden geheid in geval van een monopile fundering, beslaat de oppervlakte waarbinnen de drempelwaarde voor het optreden van tijdelijke of niet dodelijke effecten op vissen op een bepaald moment wordt overschreden niet meer dan 0,3% (circa 3,25-3,75 km²) van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Voor vissen die dicht bij het wateroppervlak zwemmen zijn de effectoppervlakten met een maximum van 0,5 km² veel geringer (= 0,04% van de oppervlakte van het IJsselmeer). Het betreft een tijdelijk effect dat alleen optreedt tijdens de relatief korte periode van de aanleg van de funderingen; er vindt geen blijvende aantasting van het habitat plaats. Effecten door de aanleg van het windpark die leiden tot vissterfte kunnen derhalve worden uitgesloten en daarmee ook effecten op de beschikbaarheid van voedsel voor visetende watervogels.

Geluidbelasting boven water door heiwerkzaamheden

Geluid ten gevolge van heiwerkzaamheden is maatgevend. Het geluid van overige werkzaamheden is beperkt tot het geluid van de inzet van kraanmateriaal en schepen. De verstoring voor vogels ten gevolge van het geluid boven water is vergelijkbaar met de verstoringafstanden die zijn beschreven onder optische verstoring. Relevante geluidsniveaus, ook van heien, ontstaan maar op één à twee locaties tegelijk en treden alleen overdag op.

Vertroebeling

Tijdens de aanleg van het windmolenpark kan als gevolg van heiwerkzaamheden, het aanleggen van de kabel (veelal met spuitlansen), eventuele verwijdering van grond en de aanleg van additionele structuren (werkeiland) door toepassen van bijvoorbeeld zand of grond het water vertroebelen. De opwerveling van bodemmateriaal (slib) kan aanvullend verlies van mossels tot gevolg hebben. Echter, dit verlies is zeer lokaal en tijdelijk. De bodem wordt lokaal verdund om vervolgens de kabels in te laten zakken zodat deze verdiept in de bodem komen te liggen. Hierdoor is de opwerveling van bodemmateriaal (slib) minimaal. Uit een onderzoek naar het storten van bagger blijkt dat slibopwerveling slechts tot een afstand van 25 meter als een geringe verstoring van het doorzicht wordt aangemerkt (Kraaijeveld 2003). Aangezien er in het IJsselmeer geen sprake is van stroming, het water beweegt voornamelijk op basis van windstuwing, spuien bij de spuicomplexen en invoer vanuit de IJssel, zal vertroebeling lokaal blijven en tijdelijk van aard zijn (enkele uren tot maximaal circa een dag). De aanlegwerkzaamheden zullen hooguit lokaal tot vertroebeling leiden. Verstikking van driehoeksmosselen door opwerveling van slib vormt in de huidige situatie geen probleem in het IJsselmeer (RvS Uitspraak 201100875/1/R2). Ook is het aanbod aan

driehoeksmosselen in het plangebied beperkt en heeft geen belangrijke functie voor watervogels die op driehoeksmosselen foerageren. (Heunks *et al.* 2015). Het deel van de mast van de windturbines biedt daarnaast juist geschikt substraat voor aangroei van driehoeksmosselen. De voedselvoorziening van duikeenden die op driehoeksmosselen foerageren wordt daarom niet noemenswaardig beïnvloed.

5.2 Sterfte

5.2.1 Alle soorten

Op basis van resultaten van slachtofferonderzoeken in bestaande windparken in Nederland en België is voor de vier opstellingsvarianten van Windpark Fryslân een inschatting gemaakt van de totale jaarlijkse vogelsterfte als gevolg van aanvaringen met de windturbines. Gemiddeld vallen in een windpark in relatief vogelrijke gebieden ongeveer 20 slachtoffers per turbine per jaar (Winkelman 1989, Winkelman 1992a, Musters *et al.* 1996, Baptist 2005, Schaut *et al.* 2008, Everaert 2008, Krijgsveld *et al.* 2009, Krijgsveld & Beuker 2009, Beuker & Lensink 2010, Verbeek *et al.* 2012). Afhankelijk van onder andere de aanwezigheid van vogels en de intensiteit van vlieg-bewegingen in de omgeving van het windpark, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines, varieert dit aantal van minimaal een enkel slachtoffer tot maximaal enkele tientallen slachtoffers per turbine per jaar.

Aangezien het plangebied in het IJsselmeer en nabij de Waddenzee ligt (beide relatief vogelrijke gebieden), wordt er voorzichtigheidshalve van uitgegaan dat het aantal slachtoffers per turbine in Windpark Fryslân niet onder het gemiddelde zal liggen. Daarentegen geven de aanwezigheid van vogels in het plangebied en de intensiteit van vliegbewegingen over het plangebied geen reden om aan te nemen dat het aantal slachtoffers per turbine boven het gemiddelde zal liggen:

- Het plangebied van Windpark Fryslân is van weinig belang voor broedvogels. Omdat de turbines op relatief grote afstand van de kust in het open water zijn voorzien, biedt het plangebied geen geschikte nestplaatsen. Slechts enkele vogelsoorten (bijvoorbeeld aalscholver en visdief) benutten in het broedseizoen het plangebied als foerageergebied.
- Door een gebrek aan relevante waterplanten voor watervogels en een beperkt aanbod (driehoeks)mosselen, herbergt het plangebied (buiten het broedseizoen) geen belangrijke concentraties foeragerende herbivore of benthivore watervogels.
- Er liggen geen belangrijke dagelijkse vliegroutes van vogels tussen foerageer- en rustgebieden over het plangebied.
- De seizoenstrek over het plangebied vindt overwegend in een breed front plaats, wat betekent dat er geen sprake zal zijn van bovengemiddelde sterfte onder vogels op seizoenstrek (Heunks *et al.* 2015).

Het rotoroppervlak van de turbines die voorzien zijn voor Windpark Fryslân is twee (variant 1 en 2) tot drie maal groter (variant 3 en 4) dan de grootste turbines waarvan in Nederland en België tot nu toe resultaten van slachtofferonderzoek beschikbaar zijn. Grotere rotoren beslaan een groter oppervlak, waardoor de kans dat vogels door de rotor van een turbine vliegen ook groter is. Om die reden wordt een iets groter

aantal slachtoffers per turbine per jaar verwacht, dan het aantal dat gemiddeld bij de huidige windparken wordt vastgesteld. Voor Windpark Fryslân wordt om deze reden voorzichtigheidshalve uitgegaan van een gemiddeld aantal van **25 slachtoffers per turbine per jaar**. Op grond van bovenstaande redentatie (*expert judgement*) kan hiermee een representatieve inschatting gemaakt worden van de ordegrrootte van het totaal aantal slachtoffers. Aangenomen wordt dat het relatief beperkte verschil in turbinegrootte tussen de varianten 1 & 2 en 3 & 4 niet zal leiden tot een duidelijk verschil in het aantal slachtoffers per turbine per jaar. De verschillen tussen de varianten worden in deze eerste globale schatting van het aantal slachtoffers dan ook volledig veroorzaakt door het verschil in het aantal voorziene windturbines.

Het aantal vogelslachtoffers dat voor de verschillende varianten wordt voorspeld ligt in de ordegrrootte van 1.200 – 2.500 slachtoffers per jaar (tabel 5.1). Dit is inclusief vogels op seizoenstrek en lokaal talrijke soorten, zoals meeuwen. Rekening houdend met het totaal aantal turbines dat bij de verschillende varianten gepland is wordt het hoogste aantal aanvaringslachtoffers voorspeld voor variant 2. Variant 3 zal naar verwachting tot het laagste aantal slachtoffers leiden (tabel 5.1).

Tabel 5.1 Ordegrrootte van het aantal aanvaringslachtoffers per jaar per turbine en voor het gehele windpark volgens vier varianten. Het aantal aanvaringslachtoffers per turbine is ingeschat door middel van vergelijking met resultaten van slachtofferonderzoeken in bestaande windparken in Nederland en België. In deze vergelijking is rekening gehouden met de locatie van het windpark, de aanwezigheid van vogels en de intensiteit van vliegbewegingen op deze locatie, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Aantal slachtoffers per turbine per jaar	±25	±25	±25	±25
Aantal turbines	66	100	47	65
Totaal aantal slachtoffers per jaar	±1.650	±2.500	±1.175	±1.625

Sterfte onder vogels op seizoenstrek

De seizoenstrek van vogels over het plangebied van het windpark maakt onderdeel uit van de breedfronttrek over Nederland. Stuwings van vogeltrek langs de Afsluitdijk kan optreden. Er zijn geen aanwijzingen dat dit vaker dan incidenteel optreedt en het vindt met name overdag plaats (Van der Winden *et al.* 1999, Heunks *et al.* 2015). Tijdens de seizoenstrek vliegen grote aantallen zangvogels over het plangebied (breed front) die over het algemeen hoog over de turbines vliegen en dus een lage aanvaringskans hebben. Het is echter bekend dat bepaalde weersomstandigheden (bijvoorbeeld tegenwind) ervoor zorgen dat vogels op seizoenstrek lager kunnen gaan vliegen. Omdat er weinig achtergrondlicht in de omgeving aanwezig is, is er met name een aanvaringsrisico gedurende de nacht of andere omstandigheden met slecht zicht. Aangezien het tijdens de seizoenstrek om grote aantallen overtrekkende vogels gaat, kan het aantal slachtoffers in het windpark al snel honderden slachtoffers per jaar omvatten. Langs en over de Afsluitdijk vliegen overdag grote aantallen van de volgende soorten: spreeuw, Kievit, graspieper en veldleeuwerik. Het leeuwendeel van de nachtelijke seizoenstrek bestaat uit lijsters en andere zangvogels (Van der Winden *et al.* 1999). Deze soorten kunnen ook als aanvaringslachtoffer verwacht worden.

5.2.2 Natura 2000 vogelsoorten en overige lokaal verblijvende talrijke vogelsoorten

Selectie van soorten

Op basis van de verspreiding en het gebiedsgebruik is voor alle vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer of omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, bepaald of deze regelmatig door het plangebied vliegen. Indien dit risicovolle vliegbewegingen op rotorhoogte betreft is er een reële kans op aanvaring met de geplande windturbines (bijlage 5). Alleen voor de vogelsoorten die frequent risicovolle vliegbewegingen in het plangebied uitvoeren is het aantal aanvaringslachtoffers in Windpark Fryslân berekend.

Soorten waarvoor het IJsselmeer of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen

Voor de soorten waarvoor het IJsselmeer of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen is het berekende aantal aanvaringslachtoffers gebaseerd op soortspecifieke aanvaringskansen, vastgesteld in verschillende windparken in Nederland, en de aantallen en verspreiding van de soorten in de omgeving van de te onderzoeken windparkvarianten (zie §2.2.1). Evenals bij de *overall* voorspelling voor 'alle soorten', zijn er duidelijke verschillen tussen varianten betreffende het mogelijke aantal vogelslachtoffers. Voor alle soorten is het hoogste aantal aanvaringslachtoffers wederom voorspeld voor variant 2 (tabel 5.2). Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het feit dat in deze variant verreweg de meeste windturbines zijn voorzien.

Uit tabel 5.2 komt naar voren dat onder de soorten waarvoor het IJsselmeer of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen met name sterns (visdief en zwarte stern) en toppers en in mindere mate kuifeenden en dwergmeeuwen slachtoffer zullen worden van een aanvaring met de windturbines (indien ze het gebied niet mijden vanwege de aanwezigheid van turbines, zie § 5.3). Voor de overige soorten waarvoor het IJsselmeer en/of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen worden jaarlijks enkele tot enkele tientallen slachtoffers voorspeld. Bij elk van deze soorten is het laagste aantal aanvaringslachtoffers voorspeld voor varianten 1 en 3.

Sterns en dwergmeeuwen hebben tijdens pendel- en foerageervluchten een reëel risico om in aanvaring te komen met de geplande turbines. Toppers en kuifeenden kunnen slachtoffer worden als ze vanaf de dagrustplaatsen, die gelegen zijn langs de Afsluitdijk, in het donker naar foerageergebieden op het open water vliegen en hierbij het geplande windpark passeren. Onder de visdieven worden de meeste slachtoffers in de maanden juni tot en met september voorspeld. De aantallen zijn dan het hoogst en de vogels hebben een ruime verspreiding over het open water. Tijdens het broedseizoen van de visdief (mei t/m september) worden jaarlijks enkele tientallen tot ruim honderd slachtoffers verwacht, waaronder ook een deel niet-broedende visdieven (waarvoor overigens geen instandhoudingsdoel geldt).

Overige lokaal verblijvende talrijke vogelsoorten

Voor de overige soorten die in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer verblijven en talrijk zijn, worden voor meeuwen (zilvermeeuw, stormmeeuw en kokmeeuw) vele tientallen tot honderden slachtoffers per jaar voorspeld. Meeuwen hebben net als sterns tijdens foerageervluchten een reëel risico om in aanvaring te komen met de geplande turbines. Ook voor deze soorten wordt het laagste aantal aanvarings-slachtoffers voorspeld voor variant 3 en het hoogste aantal voor variant 2.

Tabel 5.2 Ordegrootte van het voorspelde aantal aanvarings-slachtoffers per jaar voor het gehele windpark volgens vier varianten. Het aantal aanvarings-slachtoffers is berekend volgens het Flux-Collision Model (zie bijlage 4). Weergegeven zijn alle vogelsoorten die lokaal verblijven en gezien hun voorkomen, gebiedsgebruik en gedrag een reële kans hebben om in aanvaring te komen met de geplande turbines. Voor overige vogelsoorten die lokaal verblijven zullen geen of hooguit een verwaarloosbaar aantal slachtoffers vallen. Soorten waarvoor het IJsselmeer of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zijn onderstreept. Voor de visdief is het aantal slachtoffers tijdens het broedseizoen (b) en buiten het broedseizoen (nb) apart vermeld omdat het IJsselmeer voor het voorkomen van deze soort in het broedseizoen als Natura 2000-gebied is aangewezen. De range waarmee de ordegrootte is weergegeven is voor de meeuwen gebaseerd op verschillen in uitkomsten tussen berekeningen met aanvaringskansen uit verschillende referentiewindparken (Oosterbierum, Slufterdam en Sabinapolder; zie bijlage 4). Voor de overige soorten is veiligheidshalve een range om het berekende aantal aangenomen.

	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
	66 turbines	100 turbines	47 turbines	65 turbines
soort	4MW	4MW	6MW	6MW
<u>visdief (b)</u>	30-40	50-60	30-40	40-50
visdief (nb)	60-70	90-100	50-60	70-80
<u>topper</u>	100-110	120-130	90-100	110-120
<u>zwarte stern</u>	80-90	120-130	70-80	90-100
zilvermeeuw	0-10	0-10	0-10	0-10
kokmeeuw	260-580	390-870	230-570	300-760
<u>kuifeend</u>	25-35	30-40	20-30	30-40
stormmeeuw	150-330	220-490	130-320	170-430
grote mantelmeeuw	20-40	30-60	20-40	30-50
<u>dwergmeeuw</u>	20-40	40-50	20-30	30-40
<u>tafeleend</u>	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0-5	0-5	0-5	0-5

5.3 Aantasting kwaliteit leefgebied

Selectie van soorten

Indien in het plangebied windturbines worden gerealiseerd kan in de gebruiksfase van het windpark door de versturende werking die van de windturbines uitgaat de kwaliteit van het leefgebied van vogelsoorten worden aangetast. Dat geldt alleen voor soorten die een binding met het gebied hebben. Hiertoe rekenen we de vogelsoorten die op open water foerageren en/of rusten en meer dan incidenteel gebruik maken van het

plangebied en de beïnvloedingszone. De beïnvloedingszone is per soort(groep) verschillend en varieert van 50 meter voor aalscholvers tot 400 meter voor ganzen en zwanen (tabel 2.3). Op basis van de verspreiding en het gebiedsgebruik is voor alle vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer of omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen of die in belangrijke aantallen in het onderzoeksgebied voorkomen, bepaald of deze een binding met het plangebied hebben. Alleen voor deze soorten is er een reële kans dat de kwaliteit van het leefgebied door toedoen van de geplande windturbines zal worden aangetast (bijlage 5). De mate waarin dat daadwerkelijk het geval zal zijn is voor deze soorten nader gekwantificeerd. Alle andere vogelsoorten waarvoor er geen reële kans is dat de kwaliteit van het leefgebied door het gebruik van Windpark Fryslân wordt aangetast worden in deze paragraaf buiten beschouwing gelaten.

Soorten waarvoor het IJsselmeer of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen

Op basis van de aannames en rekenwijze, uiteengezet in hoofdstuk 2, is berekend in welke mate de kwaliteit van het leefgebied van vogelsoorten in de gebruiksfase zal worden aangetast als gevolg van de geplande windturbines (tabel 5.3). Voor de grote zaagbek en brilduiker leidt de aantasting er in potentie toe dat de kwaliteit van het leefgebied dusdanig aangetast wordt dat enkele tientallen vogels (respectievelijk 25-70 en 10-35, afhankelijk van de variant) het plangebied permanent zal vermijden. Voor de fuut en grauwe gans is berekend dat 10-20 vogels in potentie het plangebied zullen verlaten. Voor de overige soorten geldt dat de kwaliteit van het leefgebied slechts in beperkte mate wordt aangetast door de geplande windturbines. Voor deze soorten zullen in potentie minder dan 10 vogels het plangebied verlaten. In §5.6.3 wordt beoordeeld of betreffende vogels die het plangebied permanent zullen vermijden al dan niet elders binnen het Natura 2000-gebied terecht kunnen (m.a.w. of sprake is van maatgevende verstoring).

Overige lokaal verblijvende talrijke vogelsoorten

Onder de overige soorten die in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer verblijven en talrijk zijn wordt de kwaliteit van het leefgebied uitsluitend voor enkele meeuwensoorten enigszins aangetast als gevolg van de geplande windturbines. Het aantal vogels dat het plangebied permanent zal verlaten ligt in de orde grootte 10-20 voor kokmeeuw en stormmeeuw en 0-5 voor grote mantelmeeuw, dwergmeeuw en zilvermeeuw (tabel 5.3).

Vogels op Breezandijk

Op Breezandijk zijn geen soorten aangetroffen waarvan het nest krachtens de Flora- en faunawet jaarrond is beschermd (Reitsma 2015b). Op de camping van Breezandijk is in 2013 weliswaar een beschermd nest van een ransuil met jongen aangetroffen (Witteveen & Bos 2015), maar dit zal, gezien de afstand tot het transformatorstation (ca. 300 meter) niet verstoord worden. Omdat het verlies aan foerageergebied verwaarloosbaar klein is (<1%) zal ook de functionele leefomgeving van deze vogels niet aangetast worden.

Tabel 5.3 Ordegrootte van de aantasting van de kwaliteit van het leefgebied van vogels uitgedrukt als het aantal vogels die het plangebied zullen verlaten. Weergegeven zijn alle vogelsoorten die lokaal verblijven en gezien hun voorkomen, gebiedsgebruik en gedrag een reële kans hebben om verstoord te worden door de aanwezigheid van de geplande turbines. Soorten waarvoor het IJsselmeer of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zijn onderstreept.

	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
	66 turbines	100 turbines	47 turbines	65 turbines
soort	4MW	4 MW	6 MW	6 MW
<u>grote zaagbek</u>	40-50	60-70	25-35	35-45
<u>brilduiker</u>	20-30	25-35	10-20	15-25
<u>fuut</u>	10-20	10-20	5-10	10-15
<u>kokmeeuw</u>	10-20	15-20	5-10	10-15
<u>stormmeeuw</u>	10-15	10-20	5-10	5-10
<u>grauwe gans</u>	5-10	10-15	5-10	10-15
<u>topper</u>	5-10	5-10	0-5	0-5
<u>zwarte stern</u>	0-5	5-10	0-5	0-5
<u>visdief</u>	0-5	5-10	0-5	0-5
<u>grote mantelmeeuw</u>	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>aalscholver</u>	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>dwergmeeuw</u>	5-10	10-15	5-10	5-10
<u>zilvermeeuw</u>	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>kuifeend</u>	0-5	0	0	0
<u>smient</u>	0	0	0	0
<u>wilde eend</u>	0	0	0	0
<u>tafeleend</u>	0	0	0	0
<u>bergeend</u>	0	0	0	0
<u>krakeend</u>	0	0	0	0
<u>middelste zaagbek</u>	0	0	0	0
<u>nonnetje</u>	0	0	0	0
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0	0	0	0
<u>eider</u>	0	0	0	0
<u>meerkoet</u>	0	0	0	0

5.4 Barrièrewerking voor lokale vogels

Een windparkopstelling kan een effectieve barrière voor vogels vormen wanneer vogels hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken door de aanwezigheid van de windturbines. Afhankelijk van het gedrag en de verspreiding van verschillende soorten is per soortgroep bepaald of sprake is van barrièrewerking.

Duikeenden

Duikeenden als kuif- en tafeleend en topper rusten overdag ter hoogte van het plangebied langs de oever van de Afsluitdijk. Dit kan gaan om enkele duizenden toppers, enkele honderden kuifeenden en enkele tientallen tafeleenden (Heunks *et al.* 2015). 's Nachts wordt in de wijde omgeving op mosselen gevoerageerd, waaronder op de Waddenzee en langs de Friese IJsselmeerkust. Gelet op de beperkte vliegbewegingen en de beperkte aanwezigheid van driehoeksmossels, is het plangebied van geringe betekenis voor op benthos foeragerende duikeenden (zie

Heunks *et al.* 2015). Op grond van radarwaarnemingen (Smits *et al.* 2009 en Heunks *et al.* 2012) wordt aangenomen dat maximaal de helft van de vogels vanaf de dagrustplaatsen het IJsselmeer opvliegt in de richting van het plangebied. De afstand tussen de turbines is dermate groot (minimaal 600 m) dat een aanzienlijk deel van deze eenden probleemloos tussen de turbines door zal vliegen. Een klein deel van de duikeenden zal enige hinder kunnen ondervinden van de windparkopstelling. Deze vogels zullen uitwijken naar andere foerageergebieden. Gezien de lage aantallen vogels schatten wij in dat hiervoor op dezelfde afstand van de dagrustplaatsen voldoende alternatieven met een vergelijkbaar voedselaanbod aanwezig zijn. De windparkopstellingen vormen daarom geen barrière voor de eenden.

Sterns

Visdief en zwarte stern gebruiken in augustus en september het IJsselmeer om op te vetten voor de trek naar Afrika. Ingeschat wordt dat in de piektijd (nazomer) overdag gemiddeld ca. 1.500 zwarte sterns en 1.500 visdieven in het onderzoeksgebied aanwezig zijn (Heunks *et al.* 2015). Het onderzoeksgebied betreft het open water van het Noordoostelijke deel van het IJsselmeer en vormt in beginsel in zijn geheel geschikt foerageergebied, maar de scholen vis waar op gevoerageerd wordt kunnen zeer lokaal en wisselend van plek aanwezig zijn. De visdief en zwarte stern slapen 's nachts op grote, gemeenschappelijke slaappleatsen buiten het onderzoeksgebied. In het noordelijk deel van het IJsselmeer bevindt de grootste slaappleats zich op de Kreupel. De Kreupel ligt ten zuidwesten van het onderzoeksgebied op ca. 25 kilometer afstand. De slaappleats op de Kreupel herbergde de afgelopen jaren in juli, augustus en september tot maximaal 25.000 visdieven en 27.000 zwarte sterns. De slaappleatsen worden benut door sterns die op afstanden van meer dan 50 km gevoerageerd kunnen hebben. Andere slaappleatsen, zoals langs de Friese IJsselmeerkust zijn veel kleiner (Van der Winden & Klaassen 2008). Algemeen kan gesteld worden dat er sprake is van een effectieve barrière als sterns door een windparkopstelling hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken. Het windpark zou een obstakel tussen het foerageergebied ten noorden van het plangebied (open water tussen de Afsluitdijk en het plangebied) en de slaappleats op de Kreupel kunnen vormen. De afstand tussen de turbines is dermate groot (minimaal 600 m) dat zeker een deel van de sterns tussen de turbines door zal vliegen om dit gebied te bereiken. Een deel zal dit niet doen en uitwijken. Er is uitgegaan van een uitwijkfractie van de visdief en zwarte stern van 28% (tabel 2.1). Deze fractie van de aantallen sterns betreft de vogels die zullen uitwijken cq. omvliegen om het foerageergebied 'achter' het plangebied te kunnen bereiken. De vogels zullen in het meest ongunstige geval *circa* 2 km moeten omvliegen. Gelet op de vele tientallen kilometers (>50 km; Van der Winden & Klaassen 2008) die sterns tussen het foerageergebied en de slaappleatsen kunnen afleggen en de veel kleinere afstand tussen het plangebied en de Kreupel (*circa* 25 km), leidt het uitwijken tot een verwaarloosbare extra benodigde energiebehoefte. De windparkopstellingen vormen daarom geen barrière voor de visdief en zwarte stern in hun dagelijkse vliegbewegingen tussen foerageer- en rustgebieden.

De visdief broedt in kolonies in de ruime omgeving van het plangebied. Het gros (90% of meer) van de broedende visdieven foerageert tot 12 km afstand van grote kolonies (>1.000 broedparen) of tot op een afstand van 8, respectievelijk 10 km van kleine kolonies (<100 broedparen), respectievelijk middelgrote kolonies (100-1.000 broedparen) (Van der Hut *et al.* 2007). Het oostelijk deel van het plangebied ligt binnen het bereik van visdieven van de kolonies langs het noordelijk deel van de Friese IJsselmeerkust. Het Windpark Fryslân zal gezien de afstand voor deze vogels geen barrière vormen.

Meeuwen

De kleine mantelmeeuw broedt in kolonies in de ruime omgeving van het plangebied. De broedvogels van deze kolonies pendelen dagelijks op en neer van de kolonies naar de voedselgebieden in de (ruime) omgeving. Om deze locaties te bereiken gebruiken meeuwen relatief vaste routes. Zo kunnen kleine mantelmeeuwen van de kolonies van Vlieland en Texel, die geregeld naar het vaste land van Friesland en Flevoland vliegen, mogelijk het plangebied kruisen. Het gaat echter maar om een zeer beperkt aandeel vogels van deze kolonies. De afstand tussen de turbines is dermate groot (minimaal 600 m) dat zeker een deel van de kleine mantelmeeuwen tussen de turbines door zal vliegen. Uitwijken is ook mogelijk door over of om het park heen te vliegen. De vogels zullen in het meest ongunstige geval *circa* 2 km moeten omvliegen. Gemiddeld vlogen de individuele kleine mantelmeeuwen van Vlieland tot maximaal 180 km afstand van de kolonies (Heunks *et al.* 2015). Gezien het beperkt aantal vogels dat deze specifieke route zal volgen is het effect van de extra benodigde energie die als gevolg van mogelijke barrièrewerking voor deze vogels zal optreden te verwaarlozen.

5.5 Effecten luchtvaartverlichting

Inleiding

Vogels gebruiken verschillende natuurlijke fenomenen om zich tijdens de voorjaars- en najaarstrek te oriënteren en om te navigeren (zie voor overzicht Alerstam 1990, Berthold 1998): de sterrenhemel, het aardmagnetisch veld en zonsopkomst en zonsopgang in relatie tot daglengte. Verlichting ten behoeve van de luchtvaart zou kunnen interfereren met waarneming van de sterrenhemel door vogels en zo tot desoriëntatie kunnen leiden. Uit de literatuur zijn incidenten bekend waarbij rond verlichte objecten grote aantallen slachtoffers onder vogels vallen. Deze onderzoeken worden gebruikt om het mogelijke risico voor vogels van luchtvaartverlichting op windturbines van Windpark Fryslân te duiden.

Waargenomen effecten

Uit de eerste helft van de twintigste eeuw zijn uit Europa (ook Nederland) verschillende incidenten bekend waarin grote aantallen vogels zich dood hebben gevlogen tegen vuurtorens (Verheijen 1980, 1981). De kans op dergelijke incidenten is het grootst tijdens maanloze nachten (rond nieuwe maan). Door aanpassingen in de verlichting (afscherming tot begrensde bundel, plaatsen rekken rond de top

(rustmogelijkheid) en bijlichten vanaf de grond) komen dergelijke incidenten niet meer voor.

In de jaren negentig van de vorige eeuw is bekend geworden dat fel verlichte boorplatforms op de Noordzee tijdens donkere nachten grote aantallen trekvogels kunnen aantrekken die rondom het platform rondjes blijven vliegen (en door uitputting uiteindelijk in zee kunnen belanden) (Van de Laar 2007). Vervolgens is door gerichte experimenten aangetoond dat wanneer de verlichting wordt gedempt en wit licht wordt vervangen door groen licht, vogels die tijdens de seizoenstrek boven de Noordzee vliegen, niet meer worden gevangen door de platformverlichting (Poot *et al.* 2008).

Uit de Verenigde Staten is een groot aantal incidenten rond hoge zendmasten (TV) bekend waarbij tijdens één nacht grote aantallen slachtoffers onder vogels op seizoenstrek vallen (overzichten in Hebert *et al.* 1995, Trapp 1998). Deze masten variëren in hoogte tussen 100 en 600 m en zijn gemarkeerd door luchtvaartverlichting (rood). De aantallen slachtoffers variëren van enkele tot vele duizenden vogels. Uit Europa zijn geen opgaven van nachten met substantiële aantallen slachtoffers rond zendmasten bekend (samenvatting van alle gegevens te vinden in Lensink & Dirksen 1998). Experimenteel is vervolgens aangetoond dat desoriëntatie onder vogels optreedt bij lichtsterktes boven 30kW; dit is vergelijkbaar met 36.000 candela of meer. Nachtverlichting op de turbines heeft slechts een sterkte van 2.000 candela (topverlichting) of 50 candela (mastverlichting).

De meest voorkomende soorten in de lijsten met slachtoffers behoren tot de 'Amerikaanse zangers' en in mindere mate tot de 'vireo's' en 'Amerikaanse lijsters'. Deze drie groepen specifiek in de nacht trekkende vogelsoorten komen in Europa niet voor. Van eenden, ganzen en zwanen, die ook massaal 's nachts kunnen trekken, zijn veel minder slachtoffers bekend. Enerzijds lijkt dit een gevolg van de talrijkheid van de verschillende soorten in de lucht (dichtheid), anderzijds is een verband met een mogelijk verschil in gebruikte oriëntatiemechanismen niet uitgesloten. Dit laatste zou kunnen verklaren waarom uit Europa (waar de drie genoemde families ontbreken) geen nachten met grote aantallen slachtoffers bekend zijn.

Een analyse van de nachten met grote aantallen slachtoffers (in de VS) leert dat deze samenvallen met gunstige omstandigheden voor het ondernemen van een trekvlucht in het gebied van herkomst waarbij de stroom vogels in de loop van de nacht een front ontmoet en vermoedelijk lager (onder de wolken) gaat vliegen. De meest waarschijnlijke hypothese is dat deze vogels zich dan door de luchtvaartverlichting laten misleiden en rond de zendmast blijven vliegen en verongelukken door aanvaring met een tuidraad. Ook hier geldt dat de grootste kans op aanvaringen gedurende donkere maanloze nachten is. Voorts komt uit de analyse bovendien dat slachtoffers vooral worden gevonden onder zendmasten die hoger dan 200 m zijn. Rond de eeuwwisseling heeft gericht onderzoek laten zien dat witte luchtvaartverlichting op zendmasten nauwelijks tot desoriëntatie leidt (Gauthreaux 1999).

Conclusie voor Windpark Fryslân

In Windpark Fryslân komen, afhankelijk van de gekozen variant, in het water windturbines met een ashoogte van 95 – 105 m en een rotordiameter van 120 - 154 m. Een deel van de turbines wordt uitgerust met luchtvaartverlichting bovenop de gondel (topverlichting), deze is naar beneden toe afgeschermd, en optioneel ongeveer midden aan de mast (mastverlichting).

Door Bruinzeel & Van Belle (2009) is voor grote goed verlichte platforms een effectafstand bij zeer goed zicht van 4.500 m becijferd en bij zeer slecht zicht van enkele honderden meters. De sterkte en spreiding van de verlichting op de turbines is vele malen zwakker dan die van een vuurtoren of een platform op zee (cf. Poot *et al.* 2008). De focus op de turbines wordt hierdoor sterk verminderd (vanuit het perspectief van vogels).

De verlichting wordt aangebracht op een hoogte waarop ook uit de Verenigde Staten geen gevallen van massale incidenten met vogelslachtoffers bekend zijn. De kans op desoriëntatie van trekkende vogels door de verlichting aan de turbine, waardoor de vogels slachtoffer worden van een aanvaring met de draaiende rotor, wordt minimaal geacht.

5.6 Effecten beoordeeld in het kader van de Nbwet

5.6.1 Toetsingscriteria

In deze paragraaf wordt per soort waarvoor het IJsselmeer of andere nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen beoordeeld of de voorspelde effecten van Windpark Fryslân het realiseren van de instandhoudingsdoelen, zoals vastgelegd in de betreffende aanwijzingsbesluiten in gevaar kan brengen. Hierbij is nadrukkelijk alleen gekeken naar de effecten van de aanleg van de windturbines en bijbehorende werken van Windpark Fryslân en de gebruiksfase (exclusief mitigerende maatregelen). De mitigatie en cumulatieve effecten worden in deel III van het rapport behandeld.

Achtereenvolgens worden de effecten van de aanleg en van het gebruik van het windpark en bijbehorende elektrische infrastructuur (aanvaring, verstoring en barrièrewerking) op broedvogels en niet-broedvogels beoordeeld ten aanzien van de instandhoudingsdoelen van de Natura 2000-gebieden die binnen de invloedssfeer van Windpark Fryslân liggen. Voor ieder van de effecten wordt eerst bepaald op welke soorten en welke Natura 2000-gebieden deze betrekking hebben.

De effecten zoals beschreven en/of gekwantificeerd in §5.1 t/m §5.5 worden vergeleken met de instandhoudingsdoelen enerzijds en de huidige populatieomvang anderzijds (Heunks *et al.* 2015). In §2.2 zijn de toetsingscriteria op hoofdlijnen

beschreven. Hieronder volgt nog een nadere toelichting op de werkwijze om het effect van aanvaringslachtoffers, aantasting leefgebied en barrièrewerking te toetsen.

5.6.2 Effecten aanlegfase in relatie tot de Natuurbeschermingswet 1998

In de bouwfase van de windturbines en bijbehorende elektrische en civiele werken kan afhankelijk van de wijze van aanleg de kwaliteit van het leefgebied van vogels (tijdelijk) worden aangetast door bouwverkeer en werkzaamheden. Knelpunten in relatie tot de Nbwet worden niet voorzien. De effecten zijn heel lokaal en tijdelijk van aard. Omdat de verschillende locaties gefaseerd worden aangelegd en slechts op een beperkt aantal locaties gelijktijdig wordt gewerkt, blijven op het water voldoende alternatieve rust- en foerageergebieden aanwezig waarnaar verstoorde vogels kunnen uitwijken. Significante negatieve effecten van de aanleg van Windpark Fryslân zijn derhalve uit te sluiten.

5.6.3 Aanvaringslachtoffers in relatie tot de Natuurbeschermingswet 1998

Welke soorten en welke Natura 2000-gebieden

De Natura 2000-gebieden binnen de invloedssfeer van Windpark Fryslân zijn aangewezen voor enkele 10-tallen verschillende soorten niet-broedvogels en minimaal 20 verschillende soorten broedvogels. Van deze soorten hebben in totaal zeven soorten een reële kans op aanvaring met de windturbines van Windpark Fryslân (tabel 5.2: visdief, zwarte stern, dwergmeeuw, kleine mantelmeeuw, topper, tafeleend en kuifeend). De overige soorten vliegen slechts sporadisch door het plangebied en/of hebben geen risicovolle vliegbewegingen (op rotorhoogte). De beoordeling van de sterfte beperkt zich in het kader van de Nbwet tot de zeven soorten die een reële kans op aanvaring met de geplande windturbines hebben. Voor de overige soorten kan een significant negatief effect van sterfte op het behalen van de instandhoudingsdoelen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten. Met uitzondering van de kleine mantelmeeuw wordt de voorspelde sterfte voor alle soorten getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebied IJsselmeer. De voorspelde sterfte van de kleine mantelmeeuw wordt getoetst aan de instandhoudingsdoelstelling van deze soort voor de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Duinen en Lage land van Texel en Duinen Vlieland.

Van de soorten waarvoor in Windpark Fryslân aanvaringslachtoffers voorzien zijn, is Natura 2000-gebied Waddenzee naast de kleine mantelmeeuw ook aangewezen voor de visdief (broedvogel), de zwarte stern en de topper. De visdieven die in Natura 2000-gebied de Waddenzee broeden kunnen op foerageervluchten vanuit de kolonie(s) door Windpark Fryslân vliegen en daarbij slachtoffer worden van een aanvaring met een windturbine. De broedkolonies van visdieven in de Waddenzee liggen echter op meer dan 20 kilometer afstand van het plangebied. De slachtoffers van de visdief in Windpark Fryslân zullen hooguit incidenteel tot de 'populatie van de Waddenzee' behoren. Bij wijze van maximum effect benadering is de volledige voorspelde sterfte van de visdief getoetst aan de instandhoudingsdoelstelling van de visdief in het IJsselmeer. Een negatief effect van de voorspelde sterfte van de visdief

in Windpark Fryslân op Natura 2000-gebied Waddenzee is, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, op voorhand met zekerheid uit te sluiten. Dit zal verder in het rapport dan ook buiten beschouwing gelaten worden.

De zwarte sterns die op het IJsselmeer foerageren en die in Windpark Fryslân slachtoffer kunnen worden van een aanvaring met een windturbine slapen voornamelijk op de Kreupel. De Waddenzee heeft voor de soort met name een functie als slaappleats (LNV 2008). De slaappleatsfunctie betreft vooral het Balgzand en in mindere mate de kust van Wieringen (van der Winden 2008). Deze slaappleatsfunctie wordt gezien de afstand tot het plangebied van Windpark Fryslân (>10 km) niet aangetast. De slachtoffers van de zwarte stern in Windpark Fryslân zullen hooguit incidenteel tot de 'populatie van de Waddenzee' behoren (deze populatie is niet duidelijk begrensd en er vindt veel uitwisseling plaats met de populatie van het IJsselmeer). De voorspelde sterfte is berekend op basis van de totale populatie die in de (na)zomer gebruikt maakt van de genoemde slaappleatsen. Bij wijze van maximum effect benadering benadering is de volledige voorspelde sterfte van de zwarte stern getoetst aan de instandhoudingsdoelstelling van de zwarte stern in het IJsselmeer. Een negatief effect van de voorspelde sterfte van de zwarte stern in Windpark Fryslân op de slaappleatsfunctie van het Natura 2000-gebied de Waddenzee is, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, op voorhand met zekerheid uit te sluiten. Dit zal verder in het rapport dan ook buiten beschouwing gelaten worden.

De uitwisseling van toppers tussen de Waddenzee en het IJsselmeer is (tegenwoordig) beperkt en afhankelijk van weersomstandigheden (vorst) en voedselaanbod (Heunks *et al.* 2012 en Hornman *et al.* 2015). Er is geen sprake van een dagelijkse uitwisseling van toppers tussen het IJsselmeer en de Waddenzee. De slachtoffers van de topper in Windpark Fryslân zullen hooguit incidenteel tot de 'populatie van de Waddenzee' behoren. De volledige voorspelde sterfte is dan ook getoetst aan de instandhoudingsdoelstelling van de topper in het IJsselmeer (*worst case*). Een negatief effect van de voorspelde sterfte van de topper in Windpark Fryslân op Natura 2000-gebied de Waddenzee is, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, op voorhand met zekerheid uit te sluiten. Dit zal verder in het rapport dan ook buiten beschouwing gelaten worden.

1%-mortaliteitsnorm

Alvorens te beoordelen of de effecten als gevolg van aanvaringen mogelijk significant zijn worden de aantallen te verwachten slachtoffers per soort vergeleken met de jaarlijkse sterfte binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer en/of omliggende Natura 2000-gebieden. Ter beoordeling van de significantie van het aantal aanvarings-slachtoffers is, om een eerste indruk te krijgen, getoetst of de additionele sterfte hoger is dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (de 1%-mortaliteitsnorm) van die soort in het Natura 2000-gebied (zie ook § 2.4.1). Indien het te verwachten aantal aanvarings-slachtoffers hoger is dan deze 1%-mortaliteitsnorm dient nader onderzocht te worden of het effect op de populatie als significant is te beschouwen. Dit verschilt per soort en is afhankelijk van de populatiedynamiek en verdeling van adulte en jonge

vogels in ruimte en tijd. Als de 1%-mortaliteitsnorm niet wordt overschreden, is er voor Windpark Fryslân op zichzelf met zekerheid geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de soort, en dus geen significant negatief effect (cf. leidraad Steunpunt Natura 2000, 2010).

In tabel 5.4 is voor de vogelsoorten uit het Natura 2000-gebied IJsselmeer en omliggende Natura 2000-gebieden, die mogelijk aanvaringsslachtoffer worden van het windpark (zie §5.2) de 1%-mortaliteitsnorm gepresenteerd. Voor de visdief (IJsselmeer) is alleen de 1%-mortaliteitsnorm voor de broedpopulatie berekend, omdat het IJsselmeer alleen voor de visdief als broedvogel is aangewezen. Voor de grootte van de broedpopulatie van de visdief in het IJsselmeer is het gemiddeld aantal broedparen uit de periode van 2008 t/m 2012 gehanteerd. Voor de dwergmeeuw ontbreken cijfers over de overleving. Voor deze soort is daarom de overleving van ecologisch vergelijkbare soorten gebruikt om de 1%-mortaliteitsnorm te berekenen.

Een vergelijking van tabel 5.4 met tabel 5.2 laat zien dat het aantal aanvaringslachtoffers voor topper, kuifeend en tafeleend onder 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte in het IJsselmeer ligt. Het Windpark Fryslân zal op zichzelf voor deze soorten tot een verwaarloosbare additionele sterfte leiden. Voor deze soorten is er voor Windpark Fryslân op zichzelf met zekerheid geen aantoonbaar effect op de populatieomvang en dus, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, geen significant negatief effect op Natura 2000-gebied IJsselmeer (cf. leidraad Steunpunt Natura 2000, 2010). Dit geldt ook voor de kleine mantelmeeuwen uit de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Duinen en Lage land Texel en Duinen Vlieland.

Voor de visdief, zwarte stern en dwergmeeuw laat een vergelijking van de voorspelde sterfte met de 1%-mortaliteitsnorm zien dat het aantal aanvaringslachtoffers in minimaal één variant boven de 1%-mortaliteitsnorm ligt (tabel 5.5). Alledrie de soorten hebben een relatief hoge overleving (gemiddeld lage natuurlijke sterfte). Voor de visdief, zwarte stern en dwergmeeuw dient voor alle opstellingsvarianten nader onderzocht te worden of de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, een significant negatief heeft op Natura 2000-gebied IJsselmeer. Voor de dwergmeeuw geldt dit alleen voor variant 2.

Tabel 5.4a *Berekende 1%-mortaliteitsnorm van vogelsoorten uit Natura 2000-gebied IJsselmeer die mogelijk aanvaringslachtoffer worden van het windpark. De 1%-mortaliteitsnorm betreft 1% van de geschatte jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populaties van deze soorten in het Natura 2000-gebied IJsselmeer (bron natuurlijke sterfte: BTO birdfacts, tenzij anders vermeld). De populatieomvang betreft het gemiddeld seizoensmaximum in de periode van 2007/2008 t/m 2011/2012 (Heunks et al. 2015, bijlage 4A) tenzij anders vermeld. Weergegeven zijn de soorten die op grond van verspreiding en gedrag een binding met het plangebied hebben en een reële kans hebben om in aanvaring te komen met de geplande windturbines.*

soort	populatie- omvang	natuurlijke sterfte (%)	natuurlijke sterfte (aantal)	1% van jaarlijkse sterfte
topper (nb)	76.731	52	39.900	399
kuifeend (nb)	26.959	29	7.818	78
visdief (bv)	5.267**	10	1.053	11
zwarte stern (nb)	20.000	15*	3.000	30
tafeleend (nb)	3.523	35	1.233	12
dwergmeeuw (nb)	39.200***	10	3.920	39

Tabel 5.4b *Idem voor vogels uit Natura 2000-gebied Waddenzee*

soort	populatie- omvang	natuurlijke sterfte (%)	natuurlijke sterfte (aantal)	1% van jaarlijkse sterfte
kleine mantelmeeuw (bv)	26.200****	9	4.716	47

Tabel 5.4c *Idem voor vogels uit Natura 2000-gebied Duinen en Lage land van Texel*

soort	populatie- omvang	natuurlijke sterfte (%)	natuurlijke sterfte (aantal)	1% van jaarlijkse sterfte
kleine mantelmeeuw (bv)	16.745**	9	3.014	30

Tabel 5.4d *Idem voor vogels uit Natura 2000-gebied Duinen Vlieland*

soort	populatie- omvang	natuurlijke sterfte (%)	natuurlijke sterfte (aantal)	1% van jaarlijkse sterfte
kleine mantelmeeuw (bv)	4.432**	9	798	8

* bron: Van der Winden & Horssen 2008

** gemiddelde populatieomvang in paren in de periode van 2008 t/m 2012 (bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS))

*** bron: Poot et al. 2014

*** gemiddelde populatieomvang in paren in de jaren 2009, 2011 en 2012 (bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS))

Tabel 5.5 Vergelijking van de voorspelde sterfte van de visdief (broedvogel), zwarte stern en dwergmeeuw voor alle vier de varianten van Windpark Fryslân, met de 1%-mortaliteitsnormen van de populaties van de soorten in Natura 2000-gebied IJsselmeer. vs = voorspelde sterfte per jaar, %ns = voorspelde sterfte per jaar uitgedrukt als percentage van de natuurlijke sterfte (berekend voor de bovengrens van de voorspelde sterfte en afgerond op een heel getal), bv = broedvogel.

	Variant 1		Variant 2		Variant 3		Variant 4	
	vs	%ns	vs	%ns	vs	%ns	vs	%ns
visdief (bv)	30-40	4	50-60	5	30-40	4	40-50	5
zwarte stern	80-90	3	120-130	4	70-80	3	90-100	3
dwergmeeuw	20-40	1	40-50	1	20-30	1	30-40	1

Bepalen van significantie

Ten behoeve van de beoordeling van het effect van de voorspelde additionele sterfte van visdief, zwarte stern en dwergmeeuw op de populaties van de betreffende soorten in het IJsselmeer, zijn eerst de voorspelde effecten van Windpark Fryslân vergeleken met de instandhoudingsdoelstellingen die voor de betreffende soorten voor Natura 2000-gebied IJsselmeer zijn opgesteld (Box 5.1). Vervolgens is een vergelijking gemaakt met de resultaten van gedetailleerde populatiemodellering voor de kleine mantelmeeuw (Box 5.2) en ten slotte is de *Potential Biological Removal* voor de populaties van de zwarte stern, visdief (broedvogel) en dwergmeeuw in het IJsselmeer bepaald (Box 5.3). Op basis van de resultaten van die drie sporen is uiteindelijk voor wat betreft additionele sterfte van vogels een conclusie getrokken met betrekking tot de mogelijke significantie van effecten op Natura 2000-gebied IJsselmeer (zonder mitigatie). We volstaan hieronder met de conclusie die op basis van Box 5.1 t/m 5.3 getrokken worden.

Conclusie

Zwarte stern – De voorspelde sterfte voor de zwarte stern in Windpark Fryslân bedraagt maximaal ongeveer 4% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit van de populatie in Natura 2000-gebied het IJsselmeer (tabel 5.5). Op basis van de populatiemodellering die is uitgevoerd voor de kleine mantelmeeuw kan gesteld worden dat de sterfte voor de zwarte stern zeker meer dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit mag bedragen (tot enkele procenten) voor er mogelijk sprake is van een negatief effect op de omvang van de populatie in het IJsselmeer. De voorspelde sterfte ligt ook onder de berekende *Potential Biological Removal (PBR)*. Dit betekent dat de populatie deze additionele sterfte zou moeten kunnen dragen. De voorspelde sterfte ligt echter niet ver onder de berekende PBR en in dit kader moet niet alleen de sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân in ogenschouw genomen worden, maar alle door mensen veroorzaakte additionele sterfte (ook de sterfte die elders in de flyway van de populatie optreedt). Mede gezien het feit dat de populatie van de zwarte stern in het IJsselmeer zich (ruim) onder de instandhoudingsdoelstelling bevindt, kunnen significant negatieve effecten als gevolg van additionele sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân niet met zekerheid uitgesloten worden. In deel III van dit rapport is in een mitigatieplan beschreven hoe de sterfte van zwarte sterns in Windpark Fryslân beperkt zal worden.

Visdief – De voorspelde sterfte voor de visdief (mei t/m juli) in Windpark Fryslân bedraagt maximaal ongeveer 5% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit van de populatie in Natura 2000-gebied het IJsselmeer (tabel 5.5). Op basis van de populatiemodellering die is uitgevoerd voor de kleine mantelmeeuw kan gesteld worden dat de sterfte voor de visdief zeker meer dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit mag bedragen (tot enkele procenten) voordat er mogelijk sprake is van een negatief effect op de omvang van de populatie in het IJsselmeer. De voorspelde sterfte ligt ook ruim onder de berekende *Potential Biological Removal*. Dit betekent dat de populatie deze additionele sterfte kan dragen. In dit kader moet echter niet alleen de sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân in ogenschouw genomen worden, maar alle door mensen veroorzaakte additionele sterfte (ook de sterfte die elders in de flyway van de populatie optreedt). De broedpopulatie van de visdief in het IJsselmeer bevindt zich (ruim) boven de instandhoudingsdoelstelling. Door het slechte broedsucces van de visdief op de Kreupel zou de populatieomvang echter in korte tijd sterk af kunnen nemen. Dit maakt dat significant negatieve effecten als gevolg van de additionele sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân niet met zekerheid uitgesloten kunnen worden. In deel III van dit rapport is in een mitigatieplan beschreven hoe de sterfte van visdieven in Windpark Fryslân beperkt zal worden.

Dwergmeeuw – De voorspelde sterfte voor de dwergmeeuw in Windpark Fryslân bedraagt ongeveer 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit van de populatie in Natura 2000-gebied IJsselmeer (tabel 5.5). Op basis van de populatiemodellering die is uitgevoerd voor de kleine mantelmeeuw kan gesteld worden dat de sterfte voor de dwergmeeuw zeker meer dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit mag bedragen (tot enkele procenten) voor er mogelijk sprake is van een significant negatief effect op de populatie. De voorspelde sterfte ligt ook ver onder de berekende *Potential Biological Removal*. Alles bij elkaar leidt dit tot de conclusie dat voor de dwergmeeuw voor wat betreft additionele sterfte, het optreden van significant negatieve effecten als gevolg van de exploitatie van Windpark Fryslân (zonder mitigatie) met zekerheid uitgesloten kan worden.

Box 5.1 Vergelijking van sterfte met instandhoudingsdoelstellingen

Voor de **visdief** is in het aanwijsbesluit van het IJsselmeer een doel van ten minste 3.300 broedparen opgenomen met behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied. Op dit moment wordt het aantalsdoel dat voor deze populatie is gesteld ruimschoots gehaald. De populatieomvang bedroeg in de periode van 2007 t/m 2012 immers gemiddeld 5.267 broedparen. De huidige populatieomvang van de visdief doet vermoeden dat de draagkracht van het IJsselmeer ruim voldoende is voor de als doel gestelde populatieomvang. Noordhuis *et al.* (2014) stellen echter het tegendeel. Het broedsucces op de Kreupel is recent drie jaar op rij extreem laag geweest (Van der Winden *et al.* 2013). In 2014 was het broedsucces na drie slechte jaren beter (pers. mededeling J. van der Winden). Elders in het IJsselmeer broeden vrijwel geen visdieven zodat het bereiken van het instandhoudingsdoel afhankelijk is van de situatie op de Kreupel. Een dermate laag broedsucces kan leiden tot sprongsgewijze veranderingen in de populatieomvang. Het hoeft geen geleidelijk proces te zijn. Het broedsucces dat op de Kreupel aan de orde is, is dermate laag dat het mogelijk is dat de sterns wellicht plotseling gaan verhuizen of dat de populatie te maken krijgt met forse sterfte als het cohort, dat nu reproductief is, wegvalt. Want ook in de omliggende gebieden (o.a. Waddenzee) is het broedsucces al jaren onder de maat (Stienen *et al.* 2009, 2010).

Voor de **zwarte stern** is in het aanwijsbesluit van het IJsselmeer als doel gesteld om de omvang en kwaliteit van het leefgebied uit te breiden / te verbeteren. De draagkracht van het IJsselmeer dient voldoende te zijn voor een populatie van ten minste 73.200 zwarte sterns (uitgedrukt als seizoensmaximum). De afgelopen jaren was de populatie zwarte sterns in het IJsselmeer substantieel beneden de als doel gestelde populatieomvang (maximaal 27.000 vogels). Er zijn bovendien sterke aanwijzingen dat dit het gevolg is van een afgenomen draagkracht van het IJsselmeer (Noordhuis *et al.* 2014).

Voor de **dwergmeeuw** is in het aanwijsbesluit van het IJsselmeer als doel gesteld om de omvang en kwaliteit van het leefgebied uit te breiden / te verbeteren. De draagkracht van het IJsselmeer dient voldoende te zijn voor een populatie van ten minste 85 dwergmeeuwen (uitgedrukt als seizoensgemiddelde). Gezien de resultaten van het onderzoek naar de kennisleemte die bestond ten aanzien van de aantallen dwergmeeuwen is dit instandhoudingsdoel laag te noemen. Het gerichte onderzoek naar de verspreiding en aantallen van dwergmeeuwen voorkomend op het open water van het IJssel- en Markermeer heeft aan het licht gebracht dat hier veel grotere aantallen voorkomen dan tot nu toe bekend was (Poot *et al.* 2014). De hoogste schatting van de populatieomvang in april 2014 betreft 39.200 vogels (95% betrouwbaarheidsinterval 28.600 – 53.900). Gedeeld door 12 maanden betekent dat de hier gepresenteerde hoogste schatting van één maand een seizoensgemiddelde oplevert van 3.250 vogels. Dit is zonder rekening te houden met de aantallen die in het IJsselmeer overwinteren en de aantallen die in de andere maanden in het IJsselmeer verblijven. Dergelijke aantallen tijdens de voorjaarstrek zijn geen eenmalig incident (Poot *et al.* 2014).

Box 5.2 Vergelijking van sterfte met populatiemodel kleine mantelmeeuw

Ten behoeve van de realisatie van windparken in de Noordzee is voor de kleine mantelmeeuw een populatiemodel ontwikkeld waarmee het effect van additionele sterfte ten gevolge van aanvaringen met windturbines op zee op de Nederlandse (broed)populatie(s) van de kleine mantelmeeuw is onderzocht (Lensink & van Horssen 2012). In dit populatiemodel spelen overleving, reproductie en floaters (adulte vogels die niet deelnemen aan het broedproces) een belangrijke rol. Daarnaast is ook rekening gehouden met dichtheidsafhankelijkheid, oftewel terugkoppelingsmechanismen die zorgen dat de populatieomvang in overeenstemming blijft met de draagkracht.

De analyses zijn uitgevoerd voor de wijfjes van de broedpopulatie kleine mantelmeeuwen in Nederland. Daarbij is bij wijze van *worst case* scenario aangenomen dat additionele sterfte als gevolg van aanvaringen met windturbines alleen optreedt onder volwassen vrouwtjes die deelnemen aan het broedproces (Lensink & van Horssen 2012). Uit de modelberekeningen blijkt dat bij een additionele sterfte van 1% van de broedpopulatie nauwelijks sprake is van een afname in populatieomvang en dat de populatie (als gevolg van de dichtheidsafhankelijkheid) op een lager niveau stabiliseert. Bij 0% floaters en 1% slachtoffers is de populatieomvang vanaf 15 jaar na aanvang van de additionele sterfte ongeveer 5% kleiner dan voor het optreden van additionele sterfte. Bij een groter aandeel floaters zijn de effecten van een gelijkblijvend aandeel slachtoffers kleiner. Bij 10% floaters en 1% slachtoffers is de populatieomvang vanaf 15 jaar na aanvang van de additionele sterfte ongeveer 4% kleiner dan voor het optreden van additionele sterfte en bij 25% floaters ongeveer 3% kleiner (Lensink & van Horssen 2012).

LET OP: in de hiervoor beschreven modelberekeningen is een additionele sterfte van 1% van de (broed)populatie als minimum gehanteerd. In de berekeningen is uitgegaan van een populatie van 92.400 kleine mantelmeeuwen (vrouwtjes). Een additionele sterfte van 1% van deze populatie betreft dan ook 924 vogels. In de modelberekeningen is uitgegaan van een adulte sterfte van 8,7%. De berekening van de 1%-mortaliteitsnorm voor de betreffende populatie is dan als volgt: $1\text{-mortaliteitsnorm} = 92.400 * 0,087 * 0,01 = 80$ wijfjes. Dit betekent dat de gemodelleerde additionele sterfte van 1% van de populatie, ruim 11% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte betreft.

Op grond van bovenstaande kan worden geconcludeerd dat voor de kleine mantelmeeuw een jaarlijkse additionele sterfte die aanzienlijk hoger ligt dan de 1%-mortaliteitsnorm, leidt tot slechts een zeer beperkte afname in de populatiegrootte en niet tot een blijvend dalende trend. Voor de kleine mantelmeeuw lijkt een aandeel floaters in de populatie van 40% realistisch (Gyimesi & Lensink 2012; Lensink & van Horssen 2012). Dit betekent dat bij een additionele sterfte die ruim 10% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte bedraagt de broedpopulatie van de kleine mantelmeeuwen stabiliseert op een niveau dat minder dan 3% lager ligt dan het uitgangsniveau.

Met bovenstaande kennis kan nader bepaald worden wat de additionele sterfte van zwarte stern, visdief en dwergmeeuw voor de populatie van betreffende soorten in het IJsselmeer betekent. De zwarte stern, visdief en dwergmeeuw zijn wat betreft broedecologie en populatiestructuur vergelijkbaar met de kleine mantelmeeuw. Alle vier de soorten broeden in kolonies, leven relatief lang en kennen dan ook een hoge overleving van volwassen vogels en relatief lage reproductie (tabel 5.6). Daarnaast hebben alle soorten een relatief hoog aandeel floaters in de populatie (>25%, afgeleid uit figuur 3 en appendix 1 in Gyimesi & Lensink 2012). Dit betekent dat de conclusies die op basis van gedetailleerde populatiemodellering voor de kleine mantelmeeuw getrokken zijn, tot op zekere hoogte ook gelden voor de zwarte stern, visdief en dwergmeeuw. Voor deze soorten kan daarom met zekerheid gesteld worden dat de additionele sterfte minimaal enkele procenten van de jaarlijkse natuurlijke sterfte kan bedragen voor er mogelijk sprake is van een effect op de omvang van de populatie.

Tabel 5.6 Vergelijking van eigenschappen van kleine mantelmeeuw, zwarte stern, visdief en dwergmeeuw. Van de dwergmeeuw is weinig bekend. Er is echter geen reden om aan te nemen dat de dwergmeeuw in de onbekende parameters sterk verschilt van de andere drie soorten en nauw verwante meeuwen zoals de kokmeeuw. Bron = BTO BirdFacts, <http://www.bto.org/about-birds/birdfacts>, tenzij anders vermeld. ¹ Dit betreft de gemiddelde levensduur van vogels die de leeftijd waarop voor het eerst wordt gebroed hebben bereikt. Vogels die als kuiken of subadult sterven zijn dus niet meegenomen in de berekening van de gemiddelde levensduur.

	kleine mantelmeeuw	zwarte stern	visdief	dwergmeeuw
gemiddelde levensduur (jaren) ¹	15	6*	12	?
leeftijd eerste reproductie (jaren)	4	3*	3	3**
eieren per legsel	3	3	2-3	2-3
aantal legsels per jaar	1	1	1	1
overleving adult	0,913	0,849*	0,900	0,800***

* van der Winden & van Horssen (2008)

** Inschatting van de maximale leeftijd waarop voor het eerst wordt gebroed op basis van informatie van vergelijkbare soorten.

*** Garthe & Hüppop (2004)

Box 5.3 Bepaling van de *Potential Biological Removal*

Een tweede (reken)methode waarmee een inschatting gemaakt kan worden van de door mensen veroorzaakte sterfte die door een populatie gedragen kan worden, is de *Potential Biological Removal (PBR)*. Deze methode is door Wade (1998) ontwikkeld en toegepast voor populaties van zeezoogdieren (*Cetaceans* en *Pinnipeds*) en is later overgenomen voor vogelpopulaties (Milner-Gulland & Akçakaya 2001, Dillingham & Fletcher 2008, Richard & Abraham 2013). De methode is inmiddels ook al verschillende malen gebruikt om een inschatting te maken van het potentiële effect op vogelpopulaties van additionele sterfte als gevolg van aanvaringen met windturbines (Watts 2010, Poot *et al.* 2011, Sugimoto & Matsuda 2011, Bellebaum *et al.* 2013). De PBR wordt berekend volgens de formule (Wade 1998):

$$PBR = 0,5 * R_{max} * N_{min} * rf \quad (1)$$

Waarin R_{max} de maximale jaarlijkse reproductie (aantal jongen per paar per jaar) representeert, N_{min} een conservatieve schatting van de populatiegrootte en rf een *recovery factor* tussen 0,1 en 1,0 (Wade 1998, Dillingham & Fletcher 2008). R_{max} en de maximale jaarlijkse groeisnelheid van de populatie (λ_{max}) zijn gerelateerd volgens:

$$R_{max} = \lambda_{max} - 1 \quad (2)$$

Wanneer voldoende demografische informatie voorhanden is kan λ_{max} geschat worden met behulp van matrixmodellen. Wanneer weinig demografische informatie beschikbaar is kan een schatting van λ_{max} gemaakt worden met behulp van de *demographic invariant method* (DIM), ontwikkeld door Niel & Lebreton (2005). Hiervoor is alleen de overleving van volwassen vogels (s) en de leeftijd waarop de vogels voor het eerst broeden (α) nodig. Een schatting van λ_{max} kan dan verkregen worden door de volgende formule in te vullen:

$$\lambda_{max} \approx \frac{(s\alpha - s + \alpha + 1) + \sqrt{((s - s\alpha - \alpha - 1)^2 - 4s\alpha^2)}}{2\alpha} \quad (3)$$

Voor de populaties van de zwarte stern, visdief en dwergmeeuw in het IJsselmeer is de groeisnelheid (λ_{max}) ingeschat middels de hiervoor beschreven methode (Niel & Lebreton 2005). De *worst case* schatting van de PBR wordt verkregen door een hoge sterfte van volwassen vogels (s) en ook een hoge leeftijd waarop vogels voor het eerst broeden (α) aan te nemen. Voor alle drie de soorten is dan ook (indien mogelijk) een maximale inschatting van beide parameters gebruikt (tabel 5.7).

Wade (1998) suggereerde om voor N_{min} de ondergrens van een 60% betrouwbaarheidsinterval te hanteren. Voor vogels zijn echter zelden populatieschattingen beschikbaar, waarvan tevens de variatie bekend is (Watts 2010). In dit geval hebben we dan ook de ondergrens van de beschikbare populatieschattingen gehanteerd (tabel 5.7).

De *management factor* rf wordt gebruikt om onderscheid te kunnen maken in de 'hersteltijd' voor populaties die onder druk staan (van bedreigde soorten) en voor populaties die stabiel zijn, of die een sterke groei kennen (van niet bedreigde soorten). Voor bedreigde soorten en/of voor populaties die (sterk) afnemen wordt over het algemeen $rf = 0,1$ gehanteerd, zodat met zekerheid een conservatieve PBR wordt berekend. Voor niet bedreigde soorten met stabiele of zelfs groeiende populaties wordt over het algemeen $rf = 0,5$ gebruikt. Alleen wanneer zeker is dat geen fouten zijn gemaakt in R_{max} of N_{min} en wanneer de populatie zonder twijfel stabiel is of groeit, kan ervoor gekozen worden om $rf = 1,0$ toe te passen. In dit geval is voor de dwergmeeuw en de visdief $rf = 0,5$ toegepast en voor de zwarte stern uit voorzorg $rf = 0,1$. De populaties van de visdief en de dwergmeeuw bevinden zich boven de instandhoudingsdoelen die voor deze soorten in Natura 2000-gebied het IJsselmeer gelden en de populaties laten geen dalende trend zien. Daarentegen bevindt de populatie van de zwarte stern zich in het IJsselmeer onder het instandhoudingsdoel dat voor de soort in dit Natura 2000-gebied geldt.

Voor alle drie de soorten geldt dat de voorspelde sterfte van variant 2 (*worst case*) lager ligt dan de berekende PBR voor de populatie in het IJsselmeer. Daarbij moet wel rekening gehouden worden met het feit dat niet alleen de door Windpark Fryslân veroorzaakte additionele sterfte vergeleken moet worden met de PBR, maar alle door mensen veroorzaakte additionele sterfte van vogels uit de betreffende populaties, dus ook (niet-natuurlijke) sterfte die elders in de flyway optreedt.

Tabel 5.7 Berekening van de Potential Biological Removal (PBR) voor zwarte stern, visdief (broedpopulatie) en dwergmeeuw in het IJsselmeer. s = overleving van volwassen vogels, α = leeftijd waarop voor het eerst wordt gebroed, R_{max} = maximale jaarlijkse reproductie (berekend volgens vergelijking 3), λ_{max} = maximale jaarlijkse groeisnelheid, N_{min} = een conservatieve schatting van de populatiegrootte in het IJsselmeer, rf = keuze voor management factor, PBR = Potential Biological Removal berekend op basis van gepresenteerde parameterwaarden. * = voorspelde sterfte voor variant 2, *worst case* (tabel 5.2).

soort	s	α	λ_{max}	R_{max}	N_{min}	rf	PBR	sterfte*
zwarte stern	0,849 ¹	3 ²	1,18	0,18	20.000 ⁵	0,1	180	120-130
visdief	0,900 ²	3 ²	1,15	0,15	10.972 ⁶	0,5	418	50-60
dwergmeeuw	0,800 ³	3 ⁴	1,20	0,20	28.595 ⁷	0,5	1.430	40-50

1) van der Winden & van Horssen (2008)

2) BTO BirdFacts, <http://www.bto.org/about-birds/birdfacts>

3) Garthe & Hüppop (2004)

4) Inschatting van de maximale leeftijd waarop voor het eerst wordt gebroed op basis van informatie van vergelijkbare soorten.

5) Conservatieve schatting van de populatie die in het najaar gebruik maakt van het IJsselmeer o.b.v. van der Winden & Klaassen (2008)

6) Gemiddelde broedpopulatie in het IJsselmeer in de periode 2007 t/m 2011 (www.sovon.nl; Heunks *et al.* 2014a) vermenigvuldigd met 2 om een *worst case* schatting van het aantal individuen te verkrijgen.

7) Poot *et al.* (2014); ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval rond de populatieschatting (minimum) op basis van de telling in de trekpiek (29/30 april 2014).

5.6.4 Aantasting kwaliteit leefgebied in relatie tot de Natuurbeschermingswet 1998

In deze paragraaf wordt beoordeeld of de verwachte aantasting van de kwaliteit van het leefgebied voor vogels een negatief effect zal hebben op het behalen van de instandhoudingsdoelen van het IJsselmeer en/of omliggende Natura 2000-gebieden.

Welke soorten en welke Natura 2000-gebieden

De Natura 2000-gebieden binnen de invloedssfeer van Windpark Fryslân zijn aangewezen voor enkele 10-tallen verschillende soorten niet-broedvogels en minimaal 20 verschillende soorten broedvogels. Hiervan hebben in totaal 20 vogelsoorten een reële kans dat de kwaliteit van het leefgebied door toedoen van de windturbines zal worden aangetast (tabel 5.3). De overige soorten hebben geen binding met het plangebied. De beoordeling van de aantasting van het leefgebied beperkt zich in het kader van de Nbwet tot de 20 soorten die een reële kans hebben op aantasting van het leefgebied door toedoen van de windturbines. Het gaat om de volgende 20 soorten: grote zaagbek, brilduiker, fuut, grauwe gans, dwergmeeuw, kleine mantelmeeuw, topper, zwarte stern, visdief, aalscholver, kuifeend, smient, wilde eend, tafeleend, bergeend, krakeend, middelste zaagbek, eider, nonnetje en meerkoet. Voor de overige soorten kan een significant negatief effect van een afname van kwaliteit van het leefgebied door verstoring op het behalen van de instandhoudingsdoelen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten. .

De Natura 2000-gebieden Waddenzee, Duinen en Lage land Texel en Duinen Vlieland liggen op een dermate grote afstand van het plangebied dat er in deze Natura 2000-gebieden, voor geen van de vogelsoorten waarvoor deze gebieden zijn aangewezen, sprake zal zijn van verlies van kwaliteit leefgebied als gevolg van de versturende werking die de windturbines in de gebruiksfase op vogels kunnen hebben. Voor de vogelsoorten waarvoor de actieradius tot in het plangebied van windpark Fryslân reikt is het foerageergebied dusdanig groot dat de aantasting van het leefgebied in het plangebied verwaarloosbaar klein is. Deze Natura 2000-gebieden zullen dan ook verder in deze paragraaf buiten beschouwing gelaten worden. Het mogelijke effect van aantasting van de kwaliteit van het leefgebied van vogels wordt alleen in relatie tot Natura 2000-gebied **IJsselmeer** beschouwd.

Bepalen van significantie

Alvorens te beoordelen of de effecten als gevolg van aantasting kwaliteit leefgebied mogelijk significant negatieve effecten hebben op het behalen van de instandhoudingsdoelen, is de draagkrachtverslechtering (aantal vogels dat het plangebied als gevolg van verstoring zal verlaten) per soort vergeleken met de totale populatieomvang. Als totale populatieomvang is hierbij de populatieomvang van het Natura 2000-gebied IJsselmeer gehanteerd. Volgens de richtlijnen van het Steunpunt Natura 2000 wordt een aantasting van het leefgebied die kleiner is dan de eenheid waarin het leefgebied is uitgedrukt als niet meetbaar beschouwd. Dit is als volgt geïnterpreteerd. Voor de soorten waarvoor in van §5.3 is vastgesteld dat een nihil aandeel individuen het plangebied zal verlaten (minder dan enkele individuen) is het effect niet meetbaar. Een eventuele aantasting van de kwaliteit van het leefgebied

heeft voor populaties van deze soorten geen aantoonbaar effect op de draagkracht van het IJsselmeer als Natura 2000-gebied, en dus geen significant negatief effect. Indien het te verwachten aantal verstoorde vogels in één of meerdere varianten wel meetbaar is (meer dan enkele individuen) wordt aan de hand van het instandhoudingsdoel enerzijds en de huidige populatieomvang anderzijds bepaald of er al dan niet sprake is van een (mogelijk) significant effect. Dit is voor acht vogelsoorten nader onderzocht: grote zaagbek, brilduiker, fuut, grauwe gans, dwergmeeuw, topper, zwarte stern en visdief.

*Tabel 5.8 Instandhoudingsdoel en huidige populatieomvang van **niet-broedvogels** waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen. Het doel en de populatieomvang zijn uitgedrukt als seizoensgemiddelde tenzij anders vermeld. De gemiddelde populatieomvang is berekend over de seizoenen 2007/2008 t/m 2011/2012. Weergegeven zijn alle soorten waarvoor geldt dat binnen het plangebied van Windpark Fryslân de kwaliteit van het leefgebied als gevolg van het gebruik van de geplande windturbines dusdanig wordt aangetast dat meer dan enkele individuen het plangebied zullen verlaten.*

Soort	herstel-opgave?	doel	huidige populatieomvang
grote zaagbek	ja	1.850	1.808
brilduiker	nee	310	594
fuut	ja	2.200	1.887
dwergmeeuw	ja	85	39.200*
grauwe gans	nee	580	3.088
topper	nee	15.800	17.700
zwarte stern **	ja	73.200	20.000

* Poot *et al.* 2014

** doel en populatieomvang uitgedrukt als gemiddeld seizoensmaximum

*Tabel 5.9 Idem tabel 5.8 voor de **broedvogels** waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen.*

Soort	herstel-opgave?	doel	populatieomvang
visdief **	nee	3.300	5.267

** gemiddeld aantal broedparen 2007 t/m 2012

Grote zaagbek

De ontwikkeling van Windpark Fryslân leidt, afhankelijk van de variant, tot een verstoring van een ordegrrootte van tientallen grote zaagbekken. Het gaat hier om verstoring van foeragerende vogels, en derhalve om een deel van het leefgebied waarvoor het de vraag is of binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer ongebruikte alternatieven voorhanden zijn. Aangezien voor de grote zaagbek een herstelopgave is geformuleerd en de huidige populatieomvang van de grote zaagbek onder het gestelde doel zit (tabel 5.8), kunnen gelet op het instandhoudingsdoel, significant negatieve effecten op het Natura 2000-gebied IJsselmeer als gevolg van verstoring door Windpark Fryslân niet worden uitgesloten. In deel III worden derhalve de effecten van mitigatie behandeld en wordt het eventuele resteffect in cumulatie met andere projecten / initiatieven beoordeeld.

Brilduiker

Wanneer in het plangebied windturbines worden gerealiseerd zullen, afhankelijk van de gekozen variant, 10-35 brilduikers het gebied verlaten omdat de kwaliteit van het leefgebied wordt aangetast. Evenals voor de grote zaagbek geldt voor de brilduiker dat het hier om een aantasting van foerageergebied gaat. Anders dan voor de grote zaagbek is de huidige populatieomvang van brilduikers echter hoger dan de als doel gestelde populatieomvang (tabel 5.8). Op grond daarvan concluderen wij dat de draagkracht van het gebied in de huidige situatie voldoende is om het doel te realiseren. Voor de brilduiker zal Windpark Fryslân 'op zichzelf' hooguit tot een kleine aantasting van de kwaliteit van het leefgebied leiden. In hoofdstuk 11 zal beoordeeld worden of rekening houdend met mitigerende maatregelen en eventueel in samenhang met andere projecten / initiatieven sprake is van een significante aantasting van het leefgebied van de brilduiker.

Fuut

De ontwikkeling van Windpark Fryslân leidt tot een verstoring van maximaal 10-20 futen. Het gaat hier om verstoring van foeragerende vogels, en derhalve om een deel van het leefgebied waarvoor het de vraag is of binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer ongebruikte alternatieven voorhanden zijn. Aangezien voor de fuut een herstelopgave is geformuleerd en de huidige populatieomvang van de fuut onder het gestelde doel zit (tabel 5.8), kunnen, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, significant negatieve effecten op het Natura 2000-gebied IJsselmeer als gevolg van verstoring van de fuut door Windpark Fryslân niet worden uitgesloten. In deel III worden derhalve de effecten van mitigatie behandeld en wordt het eventuele resteffect in cumulatie met andere projecten / initiatieven beoordeeld.

Grauwe gans

Wanneer in het plangebied windturbines worden gerealiseerd zal, afhankelijk van de gekozen variant, ongeveer een tiental grauwe ganzen het gebied verlaten omdat de kwaliteit van het leefgebied wordt aangetast. Het gaat hierbij om op open water rustende vogels. De effecten zijn berekend volgens een *worst case* benadering waarbij grauwe ganzen gelijkmatig verdeeld zijn over de oeverzone (0-600 meter vanaf de Afsluitdijk). In praktijk rusten de vogels dicht bij de dijk. De versturende effecten rijken vanaf de geplande windturbines niet verder dan de buitenste zone van de oever (400-600 meter vanaf de Afsluitdijk). Als in deze zone vogels verstoord worden zullen deze opschuiven in de richting van de Afsluitdijk. Daar zijn voldoende alternatieven voor. Gezien de huidige populatieomvang van de grauwe gans (ruim boven het instandhoudingsdoel, tabel 5.8) en de relatief beperkte verstoorde aantallen, kan, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, een significant negatief effect op Natura 2000-gebied IJsselmeer, door verstoring van grauwe ganzen voor het gehele windpark worden uitgesloten, ongeacht welke variant. Voor de grauwe gans zal Windpark Fryslân 'op zichzelf' hooguit tot een kleine aantasting van de kwaliteit van het leefgebied leiden. In hoofdstuk 11 zal beoordeeld worden of rekening houdend met mitigerende maatregelen en eventueel in samenhang met andere

projecten / initiatieven sprake is van een significante aantasting van de kwaliteit van het leefgebied van de grauwe gans.

Topper

Voor het gehele Windpark Fryslân is berekend dat maximaal een tiental vogels het plangebied zal verlaten als gevolg van verstoring. Het zwaartepunt van de verspreiding van toppers ligt buiten de beïnvloedingszone van de geplande windturbines. Toppers die het plangebied zullen verlaten kunnen uitwijken naar alternatieve rustgebieden in de directe omgeving. Toppers rusten immers op het open water dat ruimschoots beschikbaar is. Het Windpark Fryslân 'op zichzelf' leidt in potentie tot een verwaarloosbare aantasting van de kwaliteit van het leefgebied voor de topper. In hoofdstuk 11 zal beoordeeld worden of rekening houdend met mitigerende maatregelen en eventueel in samenhang met andere projecten / initiatieven sprake is van een aantasting van de kwaliteit van het leefgebied van de topper.

Dwergmeeuw

Voor de dwergmeeuw is berekend dat maximaal 15 vogels het plangebied zullen verlaten als gevolg van verstoring. Het zwaartepunt van de verspreiding van dwergmeeuwen ligt in de geulen buiten de beïnvloedingszone van de geplande windturbines. Het Windpark Fryslân 'op zichzelf' leidt in potentie tot een geringe aantasting van de kwaliteit van het leefgebied voor de dwergmeeuw. Het gaat hier om verstoring van foeragerende vogels. Aangezien voor de dwergmeeuw een herstelopgave is geformuleerd, kunnen, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, significant negatieve effecten op het Natura 2000-gebied IJsselmeer als gevolg van verstoring van de dwergmeeuw door Windpark Fryslân niet worden uitgesloten. In deel III worden derhalve de effecten van mitigatie behandeld en wordt het eventuele resteffect in cumulatie met andere projecten / initiatieven beoordeeld.

Zwarte stern en visdief

Voor de visdief en zwarte stern zal alleen in geval van variant 2 het plangebied voor gemiddeld enkele individuen in kwaliteit verslechteren. Het gaat hierbij voor beide soorten om, ordegrootte, minder dan 10 vogels. In het kader van de Nbwet is voor de visdief alleen het verstoringseffect op de populatie broedvogels relevant. Dit effect is minder dan de helft van wat geschat wordt omdat 1) het totaaleffect berekend is op de maximale populatie (inclusief niet-broedvogels) en 2) omdat visdieven tijdens het broedseizoen niet gelijkmatig over het onderzoeksgebied zijn verdeeld, maar geconcentreerd in nabijheid van kolonies (buiten het plangebied) foerageren. Het aantal visdieven waarvoor het plangebied tijdens het broedseizoen minder geschikt zal worden zal daarom verwaarloosbaar klein zijn (minder dan 5 individuen). Er is derhalve geen maatgevend verstoringseffect voor deze soort.

Voor de zwarte stern kunnen significante effecten als gevolg van de ontwikkeling van een windpark volgens variant 2 op voorhand niet met zekerheid worden uitgesloten. De huidige populatieomvang van de soort is lager dan het instandhoudingsdoel en zal

als gevolg van het geplande windpark verder kunnen afnemen. Kennelijk is de draagkracht van het gebied in de huidige situatie onvoldoende om het doel te realiseren. Het gaat ook voor deze soort om verstoring van foeragerende vogels, en bovendien van een deel van het leefgebied waarvoor het de vraag is of binnen het Natura 2000-gebied ongebruikte alternatieven voorhanden zijn. Variant 1, 3 en 4 hebben een verwaarloosbaar klein verstoringseffect (minder dan 5 individuen). Voor variant 2 is het optreden van significant negatieve effecten als gevolg van verstoring van foerageergebied van de zwarte stern niet op voorhand met zekerheid uit te sluiten. In deel III worden derhalve de effecten van mitigatie behandeld en wordt het eventuele resteffect in cumulatie met andere projecten / initiatieven beoordeeld.

5.6.5 Barrièrewerking in relatie tot de Natuurbeschermingswet 1998

In § 5.4 is beargumenteerd waarom de ontwikkeling van Windpark Fryslân geen of hooguit een verwaarloosbare vorm van barrièrewerking tot gevolg heeft voor soorten die een binding met het plangebied hebben en waarvoor het IJsselmeer en/of Waddenzee als Natura 2000-gebied zijn aangewezen. Het optreden van significant negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking is dan ook op met zekerheid uit te sluiten.

5.6.6 Overall conclusie

Gelet op voorgaande komen we tot de conclusie dat significant negatieve effecten op Natura 2000-gebied IJsselmeer als gevolg van Windpark Fryslân op zichzelf voor vijf vogelsoorten niet op voorhand met zekerheid uitgesloten kunnen worden. De effecten betreffen de additionele sterfte als gevolg van het geplande windpark en/of de aantasting van de kwaliteit van het leefgebied voor deze vogelsoorten gelet op de instandhoudingsdoelstellingen. Voor wat betreft de broedvogels waarvoor het IJsselmeer en andere omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen bestaat uitsluitend voor de visdief een reële kans op significant negatieve effecten (tabel 5.10). Wat betreft de niet-broedvogels kan voor vier soorten (grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern) niet voor alle varianten worden uitgesloten dat het beoogde windpark op zichzelf een significant negatief effect zal hebben op het behalen van het instandhoudingsdoel in het IJsselmeer (tabel 5.11). Mitigatie in de vorm van draagkracht verhoging en sterfte-reductie zal nodig zijn om significant negatieve effecten met zekerheid uit te kunnen sluiten. In deel III worden voor visdief, dwergmeeuw, grote zaagbek, fuut en zwarte stern derhalve de effecten van mitigatie behandeld en worden de eventuele resteffecten in cumulatie met andere projecten / initiatieven beoordeeld.

Voor zes vogelsoorten (grauwe gans, topper, kuifeend, brilduiker, tafeleend en kleine mantelmeeuw) is vastgesteld dat Windpark Fryslân op zichzelf een verwaarloosbaar effect op het behalen van de instandhoudingsdoelen zal hebben. In deel III wordt voor deze soorten bepaald in hoeverre de soorten profiteren van de mitigerende maatregelen die voor zwart stern, visdief, dwergmeeuw, grote zaagbek en fuut genomen worden.

Tabel 5.10 Samenvatting van de effectbeoordeling op **broedvogels** in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Op basis van de verspreiding en het gebiedsgebruik is voor alle vogelsoorten, waaronder de soorten waarvoor het IJsselmeer of andere omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, bepaald of er een reële kans op aanvaring en/of aantasting van de kwaliteit van het leefgebied is (bijlage 5). In de beoordeling is vooralsnog geen rekening gehouden met de cumulatie van de effecten van voorliggend initiatief met effecten van andere plannen of projecten in het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Voor de visdief is alleen in geval van opstellingsvariant 2 (v2) een reële kans op aantasting van de kwaliteit van het leefgebied. In deel III worden de effecten van mitigatie behandeld en wordt het eventuele resteffect in cumulatie met het effect van andere projecten / initiatieven beoordeeld.

IJsselmeer

soort	kans op aanvaring	additionele sterfte > incidenteel?	kans op aantasting leefgebied	aantasting leefgebied wezenlijk?	kans op significant negatieve effecten op IHD?
aalscholver			x	Nee	Nee
visdief	x	Ja	x	Nee	Ja

Waddenzee

kleine mantelmeeuw	x	Nee	x	Nee	Nee
visdief	x	Nee	x	Nee	Nee

Duinen van Texel en Lage land

kleine mantelmeeuw	x	Nee	x	Nee	Nee
--------------------	---	-----	---	-----	-----

Duinen van Vlieland

kleine mantelmeeuw	x	Nee	x	Nee	Nee
--------------------	---	-----	---	-----	-----

Tabel 5.11 Samenvatting van de effectbeoordeling op **niet-broedvogels** in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Op basis van de verspreiding en het gebiedsgebruik is voor alle vogelsoorten, waaronder de soorten waarvoor het IJsselmeer of andere omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, bepaald of er een reële kans op aanvaring en/of aantasting van de kwaliteit van het leefgebied is (bijlage 5). In de beoordeling is vooralsnog geen rekening gehouden met de cumulatie van de effecten van voorliggend initiatief met effecten van andere plannen of projecten in het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Voor de zwarte stern is alleen in geval van opstellingsvariant 2 (v2) een reële kans op aantasting van leefgebied. In deel III worden de effecten van mitigatie behandeld en wordt het eventuele resteffect in cumulatie met de effecten van andere projecten / initiatieven beoordeeld.

IJsselmeer

Soort	kans op aanvaring	additionele sterfte > incidenteel?	kans op aantasting leefgebied	aantasting leefgebied wezenlijk?	kans op significant negatieve effecten op IHD?
Fuut			x	Ja	Ja
Aalscholver			x	Nee	Nee
gauwe gans			x	Nee	Nee
Bergeend			x	Nee	Nee
Smient			x	Nee	Nee
Krakeend			x	Nee	Nee
wilde eend			x	Nee	Nee
Tafeleend	x	Ja	x	Nee	Nee
Kuifeend	x	Ja	x	Nee	Nee
Topper	x	Ja	x	Ja	Nee
Brilduiker			x	Ja	Nee
Nonnetje			x	Nee	Nee
grote zaagbek			x	Ja	Ja
Meerkoet			x	Nee	Nee
Dwergmeeuw	x	Ja	x	Ja	Ja
zwarte stern	x	Ja	x	Ja (v2)	Ja

Waddenzee

soort	kans op aanvaring	additionele sterfte > incidenteel?	kans op aantasting leefgebied	aantasting leefgebied wezenlijk?	kans op significant negatieve effecten op IHD?
fuut			x	Nee	Nee
aalscholver			x	Nee	Nee
gauwe gans			x	Nee	Nee
bergeend			x	Nee	Nee
smient			x	Nee	Nee
krakeend			x	Nee	Nee
wilde eend			x	Nee	Nee
eider			x	Nee	Nee
topper	x	Nee	x	Nee	Nee
brilduiker			x	Nee	Nee
grote zaagbek			x	Nee	Nee
middelste zaagbek			x	Nee	Nee
zwarte stern	x	Nee	x	Nee	Nee

5.7 Effecten beoordeeld in het kader van de Flora- en faunawet

In het kader van de Flora- en faunawet is met betrekking tot Windpark Fryslân met name de sterfte van vogels als gevolg van aanvaringen met de windturbines van belang. Als gevolg van Windpark Fryslân wordt ook de kwaliteit van het leefgebied voor sommige vogelsoorten aangetast (tabel 5.3). Dit betreft echter geen vogelsoorten waarvoor het nest jaarrond beschermd is krachtens de Flora- en faunawet. Ook op land (Breezandijk), waar het transformatorstation voorzien is, worden geen beschermde nesten verstoord. De beoordeling van effecten in het kader van de Flora- en faunawet beperkt zich om die reden tot de sterfte van vogels die in aanvaring komen met de geplande windturbines.

In totaal zullen in het gehele windpark jaarlijks ongeveer 1.200 tot 2.500 vogels (afhankelijk van de gekozen variant) in aanvaring komen met de geplande windturbines (tabel 5.1; §5.2.1). Veel van deze vogelslachtoffers zullen vallen tijdens seizoenstrek wanneer twee keer per jaar vele honderdduizenden vogels het noordelijk IJsselmeergebied passeren. Daarnaast zullen lokale vogels die regelmatig door het windpark vliegen en die een relatief hoog aanvaringsrisico hebben, slachtoffer kunnen worden van een aanvaring met een windturbine (§5.2.2).

Bij plaatsing van het transformatorstation dient verstoring van nesten van vogels voorkomen te worden door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren. Het uitvoeren van werkzaamheden in het broedseizoen is mogelijk indien voorafgaand aan de werkzaamheden is vastgesteld dat hiermee geen in gebruik zijnde nesten van vogels worden verstoord of vernietigd.

5.7.1 Soortselectie

Het optreden van aanvaringsslachtoffers onder vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet. In de Handreiking Flora- en faunawet, DLG 2008 staat het volgende: 'Wanneer hooguit enkele slachtoffers per jaar worden verwacht van soorten waarvoor dit op populatieniveau geen effecten heeft, is sprake van incidentele ongelukken waarvoor geen ontheffing nodig is'. Bureau Waardenburg interpreteert het optreden (volgens voorspelling) van één of meerdere aanvaringsslachtoffers van een vogelsoort per jaar, als **voorzienbare** sterfte. De lijst van de 106 vogelsoorten waarvoor jaarlijks aanvaringsslachtoffers in Windpark Fryslân worden voorzien is hierna opgenomen (tabel 5.12). Deze lijst met vogelsoorten is volgens een gestandaardiseerd selectieproces tot stand gekomen (zie ook bijlage 7):

Stap 1: Selectie van vogelsoorten die redelijkerwijs als aanvaringsslachtoffer in Nederland verwacht mogen worden (stap voor het verwijderen van 'landelijke incidenten').

- 1a – Input Nederlandse avifauna (514 soorten, per 22 augustus 2014).
- 1b – Selectie 213 soorten dwaalgasten die afgelopen 5 jaar gemiddeld $\leq 10x$ / jaar in Nederland zijn waargenomen³, zonder dat Nederland een onderdeel vormt van de functionele jaarcyclus fase. (hieronder valt bijvoorbeeld wel de sneeuwuil, maar niet de oehoe, omdat laatstgenoemde soort in Nederland jaarlijks tot broeden komt). Van al deze soorten is op voorhand met zekerheid uit te sluiten dat, waar dan ook in Nederland, meer dan incidenteel slachtoffers zullen vallen.
- 1c – Selectie 26 zeldzame soorten die afgelopen 5 jaar gemiddeld $< 100x$ / jaar in Nederland zijn waargenomen, waarvan het voorkomen zeer verspreid is en zonder dat Nederland een onderdeel vormt van de functionele jaarcyclus fase. Ook van deze soorten is op voorhand met zekerheid uit te sluiten dat, waar dan ook in Nederland, meer dan incidenteel slachtoffers zullen vallen.

Resultaat is een landelijke groslijst van 275 soorten die talrijk genoeg zijn om redelijkerwijs ergens in Nederland aanvaringslachtoffer te kunnen worden en lokaal meer dan incidenteel (soorten 1a minus soorten 1b minus soorten 1c).

Stap 2: Selectie van vogelsoorten die redelijkerwijs als aanvaringslachtoffer in het plangebied verwacht mogen worden (stap voor het verwijderen van 'incidenten' in het plangebied).

- 2a – Input Landelijke groslijst (zie resultaat stap 1).
- 2b – Selectie Soorten die afgelopen 5 jaar niet of nauwelijks (gemiddeld ≤ 5 ex/jaar) in het plangebied aanwezig waren, omdat:
- de soort geen sterke binding heeft met habitatype(n) dat in het plangebied voorkomt (b.v. zeevogels die niet of zelden boven land aanwezig zijn), of;
 - de soort landelijk (zeer) schaars en verspreid voorkomt en hooguit incidenteel in het plangebied.
- Aantallen aanvaringslachtoffers voor soorten die in deze stap afvallen zijn zo klein (minder dan 1 ex. per 10 jaar) dat de sterfte niet te voorzien is en daarmee incidenteel is.
- 2c – Selectie Soorten die in kleine aantallen (< 100 ex/jaar) in het plangebied voorkomen/passeren en waarvan het absolute aantal slachtoffers verwaarloosbaar is, omdat de aanvaringskans voor een individu van alle soorten vogels sowieso zeer klein is.
- Aantallen aanvaringslachtoffers voor soorten die in deze stap afvallen zijn zeer klein (minder dan 1 ex. per jaar), zodat op voorhand zeker is dat de sterfte niet te voorzien is en dus incidenteel is.
- 2d – Selectie Soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied maar waarvan de kans op aanvaring zeer klein is, omdat:

³ Het aantal waarnemingen van een soort in Nederland is beschouwd als een goede afspiegeling van het daadwerkelijk voorkomen. Dus soorten met weinig waarnemingen zijn daadwerkelijk zeldzaam.

- het vogels betreft die in de broedtijd sterk aan een specifiek habitat gebonden zijn en niet op risicovolle hoogte rondvliegen, of:
- het vogels betreft die buiten de broedtijd weinig risicovolle vlieg-bewegingen ten aanzien van windparken hebben.

Aantallen aanvaringslachtoffers voor soorten die in deze stap afvallen zijn zeer klein (minder dan 1 ex. per jaar), zodat op voorhand zeker is dat de sterfte niet te voorzien is en dus incidenteel is.

Resultaat is een lijst van 106 soorten die jaarlijks als aanvaringslachtoffer in het plangebied verwacht worden (tabel 5.12) (soorten 2a minus soorten 2b minus soorten 2c minus soorten 2d).

Voor de 106 soorten die redelijkerwijs als aanvaringslachtoffer in het plangebied verwacht mogen worden is de sterfte in Windpark Fryslân ingeschat (zie bijlage 8) en is onderbouwd of de GSI door de additionele sterfte in het geding kan komen. Hiertoe is eerst een derde selectiestap doorlopen.

*Tabel 5.12 Vogelsoorten waarvoor verwacht wordt dat ze jaarlijks slachtoffer kunnen worden van een aanvaring met een windturbine van Windpark Fryslân. Selectie van soorten heeft plaatsgevonden middels de hiervoor beschreven selectiemethodiek. * = de meeste slachtoffers zijn voor deze soort voorzien onder de broedvogels of niet-broedvogels in het plangebied (stap 3c).*

knobbelzwaan*	kanoet	vuurgoudhaan	roodborst
grauwe gans*	bonte strandloper	pimpelmees	nachtegaal
kolgans*	kemphaan	koolmees	blauwborst
brandgans*	watersnip	zwarte mees	zwarte roodstaart
bergeend*	houtsnip	veldleeuwerik	gekraagde roodstaart
tafeleend*	rosse grutto	oeverzwaluw	paapje
kuifeend*	regenwulp	boerenzwaluw	roodborsttapuit
topper*	wulp	huiszwaluw	tapuit
nonnetje*	oeverloper	tijftjaf	bonte vliegenvanger
brilduiker*	witgat	fitis	heggenmus
grote zaagbek*	groenpootruiter	braamsluiper	ringmus
smient*	tureluur	grasmus	gele kwikstaart
wilde eend*	kokmeeuw*	tuinfluiter	noordse kwikstaart
kwartel	dwergmeeuw*	zwartkop	grote gele kwikstaart
aalscholver*	stormmeeuw*	sprinkhaanzanger	witte kwikstaart
blauwe reiger	kleine mantelmeeuw	spotvogel	boompieper
fuut*	zilvermeeuw*	bosrietzanger	graspieper
sperwer	grote mantelmeeuw*	kleine karekiet	vink
waterral	zwarte stern*	rietzanger	keep
waterhoen	visdief*	winterkoning	groenling
meerkoet*	holenduif	spreeuw	putter
scholekster	houtduif	merel	sijs
kluut	koekoek	kramsvogel	kneu
bontbekplevier	gierzwaluw	zanglijster	kruisbek
goudplevier	gaai	koperwiek	ijsgors
zilverplevier	kauw	grauwe vliegenvanger	rietgors
kievit	goudhaan		

5.7.2 Toetsing van voorspelde sterfte aan gunstige staat van instandhouding

Stap 3: Onderbouwing van ontheffingaanvraag voor de selectie van vogelsoorten uit stap 2.

- 3a – Input Selectie van vogelsoorten waarvoor redelijkerwijs verwacht mag worden dat ze jaarlijks aanvaringsslachtoffer kunnen worden (zie resultaat stap 2).
- 3b – Selectie Soorten die geen duidelijke binding hebben met het plangebied. Het gaat om soorten die slechts twee keer per jaar tijdens de seizoenstrek het plangebied passeren. Vanwege de relatief grote aantallen die per soort passeren, is vooraf niet uit te sluiten dat jaarlijks één of meerdere exemplaren slachtoffer worden van een aanvaring met een windturbine in het windpark.
De betrokken populaties van deze soorten zijn (zeer) groot, zodat met zekerheid het aantal aanvaringsslachtoffers ten opzichte van de 1%-mortaliteitsnorm zeer klein is. De gunstige staat van instandhouding van deze soorten is dan ook niet in het geding.
- 3c – Selectie Soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied en waarvan op jaarbasis één of meerdere aanvaringsslachtoffers voor het windpark voorzien worden. Voor deze soorten is het mogelijke effect van de voorziene sterfte op de gunstige staat van instandhouding nader onderbouwd.

Soorten in stap 3b

Ruim driekwart (84) van de 106 soorten waarvoor jaarlijks één of meerdere aanvaringsslachtoffers in Windpark Fryslân voorzien worden, betreft soorten die slechts twee keer per jaar tijdens de seizoenstrek het plangebied passeren (in tabel 5.12 soorten zonder *). De sterfte van deze soorten wordt getoetst aan de flyway-populaties (zie §2.1 voor de geraadpleegde bronnen). Deze populaties zijn (zeer) groot zodat op voorhand met zekerheid gesteld kan worden dat de voorziene sterfte lager zal zijn dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (1%-mortaliteitsnorm), waarmee een effect op de gunstige staat van instandhouding voor al deze soorten op voorhand met zekerheid uitgesloten kan worden.

Ter illustratie noemen we de kluut die van deze groep van 84 soorten de laagste 1%-mortaliteitsnorm heeft. De betreffende flyway-populatie van de kluut bestaat naar schatting uit 73.000 exemplaren. De jaarlijkse natuurlijke sterfte van adulte kluten bedraagt ongeveer 22%. Dit betekent dat de gemiddelde natuurlijke sterfte van kluten van de betreffende flyway-populatie jaarlijks ongeveer 16.060 exemplaren bedraagt. Dit leidt tot een 1%-mortaliteitsnorm van 160,6 kluten. In Windpark Fryslân wordt voor kluten op seizoenstrek jaarlijks hooguit een enkel aanvaringsslachtoffer voorzien (zie ook bijlage 8) omdat de trekwegen overwegend elders liggen en het merendeel van de vogels op grote hoogte vliegt (Buurma *et al.* 1986; LWVT/SOVON 2002). Dit betekent dat de sterfte ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm zal blijven waardoor met zekerheid gesteld kan worden dat de gunstige staat van instandhouding van de

populatie niet in het geding zal komen. Hierbij is in het kader van effecten van andere ruimtelijke ontwikkelingen (windparken) op de kluut ook gekeken naar de landelijke trend van de populatie. Er is geen reden om aan te nemen dat de landelijke populatie afneemt als gevolg van ruimtelijke ontwikkelingen (windparken). Voor de andere soorten (met (veel) hogere 1%-mortaliteitsnormen) geldt eenzelfde redenering.

Soorten in stap 3c

De overige 22 van de 106 soorten waarvoor jaarlijks één of meerdere aanvarings-slachtoffers in Windpark Fryslân voorzien worden, hebben (in een bepaalde periode van het jaar) een duidelijke binding met het plangebied (in tabel 5.12 soorten gemarkeerd met *). Voor deze soorten is hieronder het mogelijke effect van de voorziene sterfte op de gunstige staat van instandhouding nader onderbouwd.

Zwanen en ganzen

De **knobbelzwaan**, **grauwe gans**, **kolgans** en **brandgans** maken allen voornamelijk buiten het broedseizoen gebruik van het plangebied. De sterfte van deze soorten is dan ook getoetst aan de niet-broedvogelpopulaties in Nederland. In het noordoosten van het IJsselmeer verblijven de grootste aantallen knobbelzwanen langs de Friese IJsselmeerkust. Langs de Afsluitdijk verblijven gemiddeld slechts enkele tientallen exemplaren (Heunks *et al.* 2015). De ganzen gebruiken het IJsselmeer voornamelijk als slaapplek. In het noordoostelijke deel van het IJsselmeer verblijven de grauwe gans, kolgans en brandgans voornamelijk langs de Friese IJsselmeerkust. Soms gebruiken enkele honderden ganzen in de wintermaanden de kust voor de Afsluitdijk (Heunks *et al.* 2015).

De aantallen van deze vier soorten in het plangebied van Windpark Fryslân zijn dus laag. Het plangebied ligt daarnaast niet in een belangrijke dagelijkse vliegroute tussen slaapplekken en foerageergebieden, wat betekent dat geen sprake zal zijn van grote aantallen vogels die dagelijks door het windpark vliegen. Uit onderzoek in de Wieringermeer is gebleken dat ganzen en zwanen een lage aanvaringskans hebben (maximaal 0,01%), mede doordat ze relatief gemakkelijk voor een windpark uitwijken (Fijn *et al.* 2007). In Windpark Fryslân worden dan ook jaarlijks hooguit een enkel tot een tiental aanvarings-slachtoffer van deze soorten verwacht. De sterfte zal zeker lager liggen dan de 1%-mortaliteitsnormen (tabel 5.13), waardoor een effect op de gunstige staat van instandhouding voor alle vier de soorten met zekerheid uitgesloten kan worden.

Tabel 5.13 Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van zwanen en ganzen in Windpark Fryslân in het kader van de Flora- en faunawet is getoetst.

soort	meeste slachtoffers		grootte betreffende	
	verwacht onder		populatie	1%-mortaliteitsnorm
knobbelzwaan	niet-broedvogels		32.200*	48
grauwe gans	niet-broedvogels		190.000**	323
kolgans	niet-broedvogels		690.000**	1.904
brandgans	niet-broedvogels		342.000**	308

*Hornman *et al.* 2015, gemiddeld seizoensmaximum 2008/2009 t/m 2012/2013.

**Maximaal aanwezige niet-broedvogel populatie in Nederland volgens het Natura 2000-profiel

Eend(achtig)en

Desbetreffende soorten (zie tabel 5.14) maken allen voornamelijk buiten het broedseizoen gebruik van het plangebied. De sterfte van deze soorten is dan ook getoetst aan de niet-broedvogel populaties in Nederland. Voor de **tafeleend**, **kuifeend** en **topper** is met behulp van het Flux-Collision Model een voorspelling van het jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers in Windpark Fryslân gedaan. Voor alle drie de soorten liggen de voorspelde slachtofferaantallen voor alle vier de varianten van Windpark Fryslân (ver) onder de 1%-mortaliteitsnorm (tabel 5.14). Dit betekent dat een effect op de gunstige staat van instandhouding van de sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân, voor deze soorten met zekerheid uitgesloten kan worden.

Voor de overige zes soorten in deze groep is het aantal aanvaringslachtoffers niet berekend met behulp van het Flux-Collision Model. Voor deze soorten zal hier op basis van de aanwezigheid en verspreiding in het plangebied en de soortspecifieke aanvaringsrisico's een inschatting gemaakt worden van de sterfte in verhouding tot de 1%-mortaliteitsnormen.

De **bergeend** komt in het noordoostelijk deel van het IJsselmeer vooral langs de Friese IJsselmeerkust voor. Langs de Afsluitdijk komen in enkele maanden van het jaar bergeenden voor; in januari zijn de aantallen het hoogst (gemiddeld maximaal 150 exemplaren) (Heunks *et al.* 2015). De bergeend heeft geen belangrijke dagelijkse vliegroutes door het plangebied. Gezien de beperkte betekenis van het plangebied voor deze soort wordt jaarlijks maximaal een enkel aanvaringslachtoffer voorzien.

De **brilduiker** en de **grote zaagbek** concentreren zich meer op het open water. In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer verblijft ongeveer de helft van de aantallen van deze soorten buiten de oeverzones. Het aantal brilduikers dat in de winter op het open water in en rond het plangebied verblijft bedraagt enkele honderden tot bijna 1.200 vogels. Voor de grote zaagbek gaat het om enkele honderden tot ruim 2.500 vogels (Heunks *et al.* 2015). Van het **nonnetje** ligt het zwaartepunt van de verspreiding langs de Friese kust en de Afsluitdijk. In het noordoostelijke deel van het IJsselmeer lopen de aantallen nonnetjes in december gemiddeld op tot bijna 300 exemplaren (Heunks *et al.* 2015). Deze soorten kunnen foeragerend of rustend in het windpark verblijven. De vliegbewegingen van deze soorten vinden over het algemeen laag boven het

wateroppervlak plaats, buiten het bereik van de rotoren van de turbines van Windpark Fryslân. Voor het nonnetje, de brilduiker en de grote zaagbek worden dan ook jaarlijks hooguit een enkel tot enkele aanvaringslachtoffers verwacht.

De **smient** gebruikt het IJsselmeer voornamelijk als slaappleats en foerageert 's nachts in binnendijkse graslanden. In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer verblijven de smient en de **wilde eend** voornamelijk langs de Friese kust. Langs de Afsluitdijk verblijven van beide soorten maximaal enkele honderden exemplaren. Er lopen geen belangrijke dagelijkse vliegroutes van smienten of wilde eenden door het plangebied. Door de beperkte betekenis van het plangebied voor de smient en de wilde eend worden van beide soorten jaarlijks hooguit enkele slachtoffers verwacht.

Voor alle zes soorten ligt het voorziene aantal slachtoffers zoals hiervoor beschreven ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm (tabel 5.14). Dit betekent dat een effect van de sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding van de betreffende populaties van deze soorten, met zekerheid uitgesloten kan worden.

Tabel 5.14 Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van eend(achtig)en in Windpark Fryslân in het kader van de Flora- en faunawet is getoetst. Voor de tafeleend, kuifeend en topper is ook het voorspelde aantal aanvaringslachtoffers voor de vier varianten van Windpark Fryslân weergegeven (zie ook tabel 5.2). Groen = de voorspelde sterfte ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm. - = niet-relevant, gezien het voorkomen, de aantallen en/of de aanvaringsrisico's

soort	meeste slachtoffers verwacht onder	grootte betreffende populatie	1%-mortali- teitsnorm	voorspelde sterfte per variant			
				1	2	3	4
bergeend	niet-broedvogels	75.000*	86	-	-	-	-
tafeleend	niet-broedvogels	56.000*	196	0-5	0-5	0-5	0-5
kuifeend	niet-broedvogels	216.000*	626	25-35	30-40	20-30	30-40
topper	niet-broedvogels	80.600*	419	100-110	120-130	90-100	110-120
nonnetje	niet-broedvogels	6.000*	11	-	-	-	-
brilduiker	niet-broedvogels	12.000*	27	-	-	-	-
grote zaagbek	niet-broedvogels	12.500*	23	-	-	-	-
smient	niet-broedvogels	1.065.000*	5.006	-	-	-	-
wilde eend	niet-broedvogels	720.000*	2.686	-	-	-	-

*Maximaal aanwezige niet-broedvogelpopulatie in Nederland volgens het Natura 2000-profiel

Aalscholver en fuut

De aalscholver en fuut maken voornamelijk buiten het broedseizoen gebruik van het plangebied. De sterfte van deze soorten is dan ook getoetst aan de niet-broedvogelpopulaties in Nederland.

De **aalscholver** foerageert in groepen op het open water van het IJsselmeer, waar- onder ook in het plangebied. Vliegroutes van en naar slaappleatsen op de Kreupel, bij het Kornwerderzand en langs de Friese kust kunnen door het onderzoeksgebied lopen (Heunks *et al.* 2015). Van aalscholvers worden geen risicovolle vlieg-

bewegingen in het donker verwacht. Van overdag sociaal foeragerende groepen aalscholvers wordt verwacht dat deze het geplande windpark zullen ontwijken. Slaaptrek van aalscholvers vindt voor het overgrote deel voor de schemering plaats (Poot *et al.* 1999, Prinsen *et al.* 2009). Rekening houdend met het voorgaande worden in Windpark Fryslân jaarlijks hooguit enkele aanvaringssslachtoffers onder aalscholvers voorzien.

De **fuut** komt in het IJsselmeer voornamelijk op het open water voor, waaronder in het plangebied (Heunks *et al.* 2015). Het aantal vliegbewegingen door het plangebied is beperkt omdat deze soort weinig vliegt. Daarnaast vliegen futen vrijwel altijd laag boven het wateroppervlak, buiten het bereik van de rotoren van turbines. Voor deze soort wordt dan ook jaarlijks maximaal een enkel slachtoffer voor Windpark Fryslân voorzien.

Voor beide soorten ligt het voorziene aantal slachtoffers zoals hiervoor beschreven (ver) onder de 1%-mortaliteitsnorm (tabel 5.15). Dit betekent dat een effect van de sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding van de betreffende populaties van deze soorten, met zekerheid uitgesloten kan worden.

Tabel 5.15 Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van aalscholvers en futen in Windpark Fryslân in het kader van de Flora- en faunawet is getoetst.

soort	meeste slachtoffers verwacht onder	grootte betreffende populatie	1%-mortaliteitsnorm
aalscholver	niet-broedvogels	53.000*	64
fuut	niet-broedvogels	28.800*	58

*Maximaal aanwezige niet-broedvogelpopulatie in Nederland volgens het Natura 2000-profiel

Meeuwen

Desbetreffende soorten meeuwen verblijven hoofdzakelijk buiten het broedseizoen in het plangebied. De sterfte van deze soorten is dan ook getoetst aan de niet-broedvogelpopulaties in Nederland.

In het noordoostelijk deel van het IJsselmeer foerageren en rusten in grote delen van het jaar enkele duizenden **kokmeeuwen**. Langs de Afsluitdijk komen de grootste aantallen voor. De **stormmeeuw** komt met de grootste aantallen in het winterhalfjaar voor. De aantallen lopen in het IJsselmeer gemiddeld op tot duizenden exemplaren in oktober. De **zilvermeeuw** is het talrijkst in de periode van maart tot en met oktober. De aantallen lopen dan gemiddeld op tot 120 exemplaren. De zilvermeeuw is sterk gebonden aan de kust van de Afsluitdijk en de Friese IJsselmeerkust, het open water (waaronder het plangebied) wordt slechts door kleine aantallen gebruikt. De **grote mantelmeeuw** komt het gehele jaar voor met maximaal enkele tientallen exemplaren langs de kust van de Afsluitdijk en de Friese IJsselmeerkust. In september zijn de aantallen beduidend hoger, tot enkele honderden exemplaren foerageren dan op het open water van het noordelijk deel van het IJsselmeer, waaronder ook het plangebied.

Tot enkele honderden **dwergmeeuwen** overwinteren op het open water van het noordelijk deel van het IJsselmeer, waaronder in het onderzoeksgebied (Heunks *et al.* 2015). De aantallen die overwinteren staan in schril contrast met de aantallen die tijdens de voorjaarsstrek (april) door het IJsselmeergebied trekken en daar kortstondig verblijven. In april 2014 werd de populatie dwergmeeuwen in het IJsselmeer op basis van tellingen vanuit het vliegtuig berekend op ruim 39.000 vogels, hetgeen geen eenmalig incident betreft (Poot *et al.* 2014). De verspreiding was sterk gecorreleerd aan de geulen en grote dieptes.

Voor alle vijf de soorten is met behulp van het Flux-Collision Model een voorspelling van het aantal aanvaringssslachtoffers gedaan (tabel 5.16).

Tabel 5.16 Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van meeuwen in Windpark Fryslân in het kader van de Flora- en faunawet is getoetst. In de laatste kolommen is het voorspelde aantal aanvaringssslachtoffers voor de vier varianten van Windpark Fryslân weergegeven (zie ook tabel 5.2). Groen = de voorspelde sterfte ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm, Oranje = de laagste inschatting van de sterfte ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm en de hoogste inschatting ligt erboven, rood = de voorspelde sterfte ligt boven de 1%-mortaliteitsnorm.

soort	meeste slachtoffers verwacht onder	grootte betreffende 1%-mortali- teitsnorm	voorspelde sterfte per variant				
			1	2	3	4	
kokmeeuw	niet-broedvogels	300.000*	300	260-580	390-870	230-570	300-760
dwergmeeuw	niet-broedvogels	>40.000**	>40	20-40	40-50	20-30	30-40
stormmeeuw	niet-broedvogels	400.000*	560	150-330	220-490	130-320	170-430
zilvermeeuw	niet-broedvogels	200.000*	240	0-10	0-10	0-10	0-10
grote mantelmeeuw	niet-broedvogels	100.000***	87	20-40	30-60	20-40	30-50

*Afgeleid van de Atlas van de Nederlandse vogels (1987) aangevuld met recente informatie over de populatietrends van SOVON Vogelonderzoek Nederland; www.sovon.nl.

** de populatieomvang van het IJsselmeer bedraagt ruim 39.200 dwergmeeuwen (Poot *et al.* 2014).. Rekening houdend met het feit dat er door doortrek een *turn over* van vogels plaatsvindt en dat een substantieel deel van de populatie buiten het IJsselmeergebied (op de Noordzee) verblijft, concluderen wij dat de totale populatie groter is dan 40.000.

***Afgeleid van Bijlsma *et al.* (2001) en Poot *et al.* (2013).

kokmeeuw – De voorspelde jaarlijkse sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân varieert van 1% tot 3% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de Nederlandse populatie niet-broedvogels van de kokmeeuw. De voorspelde sterfte voor varianten 1 en 3 bedraagt ±1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte, overeenkomend met de 1%-mortaliteitsnorm. Voor varianten 2 en 4 bedraagt de voorspelde sterfte maximaal 3% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte en ligt daarmee net boven de 1%-mortaliteitsnorm. Voor de kokmeeuw kan een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding dan ook niet op voorhand met zekerheid uitgesloten worden. Het effect van de voorspelde sterfte op de populatie wordt hieronder nader uitgewerkt.

dwergmeeuw – De voorspelde jaarlijkse sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân is kleiner dan of gelijk aan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de Nederlandse populatie niet-broedvogels van de dwergmeeuw, ongeacht welke opstellingsvariant.

Voor de dwergmeeuw kan een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding voor alle varianten dan ook met zekerheid uitgesloten worden.

stormmeeuw – De voorspelde jaarlijkse sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân ligt voor alle varianten rond of onder 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de Nederlandse populatie niet-broedvogels van de stormmeeuw. Dit betekent dat voor de stormmeeuw een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding met zekerheid kan worden uitgesloten.

zilvermeeuw – De voorspelde jaarlijkse sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân ligt voor alle varianten ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm. Voor de zilvermeeuw kan een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding dan ook met zekerheid uitgesloten worden.

grote mantelmeeuw – De voorspelde jaarlijkse sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân ligt voor alle varianten ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm. Voor de grote mantelmeeuw kan een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding dan ook met zekerheid uitgesloten worden.

Sterns

De zwarte stern maakt met name in de nazomer gebruik van de omgeving van het plangebied. De sterfte van deze soort is dan ook getoetst aan de populatie niet-broedvogels in Nederland. Voor de visdief worden zowel binnen als buiten het broedseizoen slachtoffers voorzien. Met behulp van het Flux-Collision Model is ook afzonderlijk voor het broedseizoen en voor de periode buiten het broedseizoen (met name de nazomer) een voorspelling van het aantal aanvaringslachtoffers gedaan. Bij wijze van *worst case* scenario is de totale voorspelde sterfte getoetst aan de Nederlandse broedvogelpopulatie (tabel 5.17).

De **zwarte stern** foerageert boven het open water in het gehele IJsselmeer, waaronder in het onderzoeksgebied. De grootste aantallen zijn aanwezig op locaties waar grote scholen spiering aanwezig zijn. Dit verschilt tussen jaren en ook over de dag. De **visdief** foerageert in beginsel boven het open water in het gehele onderzoeksgebied. De locaties waar de vogels foerageren zijn evenals bij de zwarte stern afhankelijk van het aanbod aan spiering. Vooral tot en met juli zijn veel foeragerende visdieven afkomstig van broedvogelkolonies uit De Ven, De Kreupel en langs de Friese IJsselmeerkust (Heunks *et al.* 2015).

Voor beide soorten is met behulp van het Flux-Collision Model een voorspelling van het aantal aanvaringslachtoffers gedaan. In veel gevallen ligt de voorspelde sterfte rond of ruim boven de betreffende 1%-mortaliteitsnorm van de soort (tabel 5.17).

Tabel 5.17 Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van sterns in Windpark Fryslân in het kader van de Flora- en faunawet is getoetst. In de laatste kolommen is het voorspelde aantal aanvaringssslachtoffers voor de vier varianten van Windpark Fryslân weergegeven (zie ook tabel 5.2). Groen = de voorspelde sterfte ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm, Oranje = de laagste inschatting van de sterfte ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm en de hoogste inschatting ligt erboven, rood = de voorspelde sterfte ligt boven de 1%-mortaliteitsnorm. Voor de visdief worden zowel slachtoffers van broedvogels als van niet-broedvogels verwacht, de gecombineerde sterfte (niet-broedvogels en broedvogels bij elkaar opgeteld) is bij wijze van worst case scenario getoetst aan de Nederlandse broedvogelpopulatie (dat is een iets kleinere populatie dan de niet-broedvogelpopulatie, maar wel een populatie die beter is afgebakend).

soort	meeste slachtoffers verwacht onder	grootte betreffende populatie	1%-mortali- teitsnorm	voorspelde sterfte per variant			
				1	2	3	4
zwarte stern	niet-broedvogels	25.000*	38	80-90	120-130	70-80	90-100
visdief	(niet-)broedvogels	38.000**	38	90-110	140-160	80-100	110-130

*Ingeschat op basis van informatie uit Van der Winden & Klaassen 2008

**Gemiddelde broedpopulatie maal 2 (aantal individuen in plaats van het aantal paren); bron: SOVON Vogelonderzoek Nederland; www.sovon.nl.

zwarte stern – De voorspelde jaarlijkse sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân varieert van 2% tot 3% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de Nederlandse populatie niet-broedvogels van de zwarte stern. Dit betekent dat de voorspelde sterfte voor alle varianten boven de 1%-mortaliteitsnorm ligt. Voor de zwarte stern kan een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding dan ook niet op voorhand met zekerheid uitgesloten worden. Het effect van de voorspelde sterfte op de populatie is hieronder nader uitgewerkt.

visdief – De voorspelde jaarlijkse sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân varieert van 2% tot 4% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de Nederlandse populatie (broedvogels) van de visdief. Dit betekent dat de voorspelde sterfte voor alle varianten boven de 1%-mortaliteitsnorm ligt. Voor de visdief kan een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding van de Nederlandse populatie (broedvogels en niet-broedvogels) dan ook niet op voorhand met zekerheid uitgesloten worden. Het effect van de voorspelde sterfte op de populatie is hieronder nader uitgewerkt.

Nadere toetsing kokmeeuw, zwarte stern en visdief

Voor de kokmeeuw, zwarte stern en visdief ligt de voorspelde sterfte net iets hoger dan de 1%-mortaliteitsnorm. Dit betekent echter niet direct dat er sprake is van een effect op de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de soort. Om te kunnen beoordelen of dit aan de orde is, is de huidige staat van instandhouding in Nederland van de kokmeeuw, zwarte stern en visdief nader beschouwd en is het mogelijke effect van de voorspelde sterfte op de betreffende populatie nader beoordeeld.

Kokmeeuw – Er is geen reden om aan te nemen dat de huidige staat van instandhouding van de Nederlandse niet-broedvogelpopulatie van de kokmeeuw ongunstig is. De Nederlandse niet-broedvogelpopulatie van de kokmeeuw kent geen

duidelijk afnemende trend. Na een lichte daling van de aantallen, ingezet in de jaren negentig, lijken de aantallen de laatste jaren weer wat toe te nemen (Hornman *et al.* 2013b). De Nederlandse niet-broedvogelpopulatie is overigens geen duidelijk afgebakende populatie. Zo varieert het aantal in Nederland overwinterende kokmeeuwen als gevolg van o.a. weersomstandigheden, en kent de populatie in de wintermaanden ook een bepaalde mate van *turn over*. Hier is in de berekening van de 1%-mortaliteitsnorm geen rekening mee gehouden (*worst case scenario*).

De voorspelde sterfte van de kokmeeuw in Windpark Fryslân bedraagt afhankelijk van de verkozen variant 1 à 3% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie. Voor de kleine mantelmeeuw is met een specifiek populatiemodel aangetoond dat de populatie bij een additionele sterfte van 11% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte in korte tijd stabiliseert op een niveau dat slechts enkele procenten lager ligt dan het eerdere populatieniveau (zie §5.6.3). De kokmeeuw is wat betreft broedecologie en populatiestructuur vergelijkbaar met de kleine mantelmeeuw. Beide soorten broeden in kolonies, leven relatief lang en kennen dan ook een hoge overleving van volwassen vogels en een relatief lage reproductie. Daarnaast hebben beide soorten een relatief hoog aandeel floaters in de populatie (>25%, afgeleid uit figuur 3 en appendix 1 in Gyimesi & Lensink 2012). Dit betekent dat de conclusies die op basis van gedetailleerde populatiemodellering voor de kleine mantelmeeuw getrokken zijn, tot op zekere hoogte ook gelden voor de kokmeeuw. Er kan dus gesteld worden dat bij een additionele sterfte van 1 à 3% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte geen sprake zal zijn van een effect op de populatie en dat daarmee een effect op de GSI van de soort in Nederland, ten gevolge van de exploitatie van Windpark Fryslân, uitgesloten kan worden.

Zwarte stern – De huidige staat van instandhouding van de niet-broedvogelpopulatie van de zwarte stern in Nederland is discutabel. De laatste *ca.* tien jaar vertonen de aantallen een duidelijk dalende trend (Hornman *et al.* 2013b). De Nederlandse niet-broedvogelpopulatie is overigens geen duidelijk afgebakende populatie. De populatie kent in de nazomer een bepaalde mate van *turn over*. Hier is in de berekening van de 1%-mortaliteitsnorm geen rekening mee gehouden (*worst case scenario*).

De voorspelde sterfte van de zwarte stern in Windpark Fryslân bedraagt afhankelijk van de verkozen variant 2 à 3% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie. In §5.6.3 is aan de hand van een specifiek populatiemodel voor de ecologisch vergelijkbare kleine mantelmeeuw en de *Potential Biological Removal* aangetoond dat de populatie van het IJsselmeer de voorspelde sterfte (net) zou moeten kunnen dragen. Dit betekent dan ook dat de voorspelde sterfte (net) geen effect zou hebben op de GSI van de niet-broedvogelpopulatie in Nederland. De aantallen vertonen echter al een dalende trend en door de sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân zal de druk op de populatie toenemen. Om een effect op de GSI van de niet-broedvogelpopulatie van de zwarte stern in Nederland met zekerheid uit te kunnen sluiten dient de sterfte in Windpark Fryslân dan ook door mitigatie beperkt te worden. In deel III van dit rapport is deze mitigatie nader uitgewerkt.

Visdief – Er is geen duidelijk aanleiding om aan te nemen dat de huidige staat van instandhouding van de Nederlandse broedpopulatie en niet-broedvogelpopulatie van de visdief ongunstig is. De Nederlandse broedpopulatie is in de periode 1970 – 2005 sterk toegenomen (Natura 2000 profiel, versie 1 september 2008). Het broedsucces op de Kreupel heeft echter wel een grote invloed op de Nederlandse populatie en dit broedsucces is recent een aantal jaar op rij erg laag geweest (van der Winden *et al.* 2013). Dit maakt dat we er veiligheidshalve vanuit gaan dat de populatie onder druk staat en minder kan hebben dan een stabiele of zelfs groeiende populatie. De Nederlandse niet-broedvogelpopulatie is overigens geen duidelijk afgebakende populatie. De populatie kent in de nazomer een bepaalde mate van *turn over*. Hier is in de berekening van de 1%-mortaliteitsnorm geen rekening mee gehouden (*worst case scenario*).

De voorspelde sterfte van de visdief in Windpark Fryslân bedraagt afhankelijk van de verkozen variant 2 à 4% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de Nederlandse broedpopulatie. In §5.6.3 is aan de hand van een specifiek populatiemodel voor de ecologisch vergelijkbare kleine mantelmeeuw en de *Potential Biological Removal* van de broedpopulatie van de visdief in het IJsselmeer, aangetoond dat deze populatie de voorspelde sterfte zou moeten kunnen dragen. Dit betekent dan ook dat de voorspelde sterfte geen effect zou hebben op de GSI van de Nederlandse broedpopulatie of de Nederlandse niet-broedvogelpopulatie (want deze populaties zijn duidelijk groter dan de populatie in het IJsselmeer). De populatie staat echter mogelijk al onder druk door het slechte broedsucces op de Kreupel, en door de sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân zal de druk op de populatie toenemen. Om een effect op de GSI van de (broed)populatie van de visdief in Nederland met zekerheid uit te kunnen sluiten dient de sterfte in Windpark Fryslân dan ook door mitigatie beperkt te worden. In deel III van dit rapport is deze mitigatie nader uitgewerkt.

5.7.3 Overall conclusie

De bouw en het gebruik van Windpark Fryslân en de bijbehorende elektrische infrastructuur heeft geen effect op jaarrond beschermde nesten (en de bijbehorende functionele leefomgeving) van vogels. Bij plaatsing van het transformatorstation dient verstoring van nesten van vogels voorkomen te worden door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren. Het uitvoeren van werkzaamheden in het broedseizoen is mogelijk indien voorafgaand aan de werkzaamheden is vastgesteld dat hiermee geen in gebruik zijnde nesten van vogels worden verstoord of vernietigd.

De sterfte van vogels die in aanvaring komen met de geplande turbines van Windpark Fryslân kan door bevoegd gezag gezien worden als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet. We adviseren dan ook om ontheffing aan te vragen voor het overtreden van deze verbodsbepalingen voor de 106 soorten waarvoor jaarlijkse sterfte in Windpark Fryslân wordt voorzien (tabel 5.12). Voor alle 106 vogelsoorten is het optreden van een effect van de additionele sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding van de betrokken populatie met zekerheid uit te sluiten.

6 Effecten op vleermuizen

6.1 Effecten tijdens de aanlegfase

Er zijn geen effecten op vleermuizen tijdens de aanlegfase. Vleermuizen foerageren in het IJsselmeer en migrerende soorten doorkruisen het gebied (zie verder §6.2.1). Mede doordat in het IJsselmeer geen toegangswegen worden aangelegd voor de toekomstige turbines is het ruimtebeslag van Windpark Fryslân verwaarloosbaar ten opzichte van de oppervlakte van het IJsselmeer of het gehele plangebied. Voor vleermuizen vormt de locatie op Breezandijk waar het transformatorstation voorzien is geen geschikt leefgebied (overwegend droog-grazig met een enigszins ruderaal karakter). Verstoring van vleermuizen als gevolg van kunstmatige verlichting tijdens de aanlegfase in nachtelijke uren in de zomermaanden is mogelijk. Dit tijdelijke effect kan verder reiken dan de zeer beperkte oppervlakte rond de mastvoet van turbines. Het effect van verlichting op vleermuizen is echter niet eenduidig. Sommige soorten worden zelfs aangetrokken door de concentratie insecten rond verlichting (mond. med. K. Spoelstra). Bovendien zal ook in het meest negatieve scenario sprake zijn van een tijdelijke verstoring die zich in een verwaarloosbaar deel van de totale oppervlakte aan foerageergebied afspeelt, dat slechts beperkt relevant is voor foerageren vanwege de afstand tot de kust. Eventuele verlichting heeft geen effect op migratie aangezien de verlichting beperkt is bij de locaties waar gewerkt wordt.

Effecten op de functionaliteit van het plangebied als foerageergebied (of migratieroute) van vleermuizen zijn daarom uit te sluiten. Het verwijderen van opgaande begroeiing of gebouwen is niet voorzien bij de aanleg van het windpark. Effecten op verblijfplaatsen en vliegroutes zijn daarom eveneens uit te sluiten.

6.2 Effecten tijdens de gebruiksfase

6.2.1 Algemeen

Vleermuizen kunnen geraakt worden door rotorbladen van windturbines of om het leven komen door barotrauma in het zog van rotorbladen waar sprake is van een sterke onderdruk (Grodsky *et al.* 2011). Omdat vleermuizen ook in het plangebied van Windpark Fryslân voorkomen is het optreden van deze aanvaringsslachtoffers niet op voorhand uit te sluiten. Vleermuizen verblijven overdag in bomen of gebouwen. De afstand van Windpark Fryslân tot potentiële verblijfplaatsen van vleermuizen is zeer groot (6-14 km). Vleermuizen die overdag op het vaste land van Friesland verblijven zullen het liefst zo dicht mogelijk bij hun verblijfplaats zoeken naar voedsel. Vanuit energetisch oogpunt is het zeer inefficiënt om vele kilometers het IJsselmeer op te vliegen om daar insecten te eten die ook langs de Friese kust gegeten kunnen worden. Dit geldt in het bijzonder voor vrouwtjes in de kraamtijd die 's nachts vaker naar de verblijfplaats terugkeren om hun jongen te zogen. Zo komen gewone dwergvleermuizen overwegend niet verder dan 2 km van hun kraamverblijven (Simon

et al. 2004, Davidson-Watts & Jones 2006). Het IJsselmeer vormt een vrijwel onuitputtelijke bron van insecten en het is daarom uit te sluiten dat vleermuizen door concurrentie om voedsel gedwongen worden verder het IJsselmeer op te vliegen. Het grootste deel van de vleermuizen die in het plangebied voorkomen zijn daarom vermoedelijk zwervende of migrerende dieren. Trekgedrag van vleermuizen is bekend van onder andere de ruige dwergvleermuis. Dieren uit Noordoost-Europa trekken in de nazomer in zuidwestelijke richting om te paren en overwinteren in West-Europa (Hutterer et al. 2005). Van gezenderde migrerende vleermuizen (*Lasionycteris noctivagans*) is bekend dat ongeveer de helft de oever van Lake Erie (groot meer in Canada / V.S.) blijft volgen terwijl de andere helft het meer recht oversteekt (Mc Guire et al. 2012). Ervan uitgaande dat de Europese migrerende soorten dit gedrag ook vertonen kan een belangrijk deel Windpark Fryslân doorkruisen. Zowel in Europa als in de VS vallen de meeste slachtoffers in de periode van 1 augustus tot 1 oktober. Tijdens deze periode vindt de najaarstrek plaats.

Effecten van luchtvaartverlichting

Uit de beschikbare onderzoeken en kennis komt naar voren dat luchtvaartverlichting op windturbines niet tot verhoogde slachtofferrisico's voor vleermuizen zal leiden. In bijlage 6 zijn de resultaten van het literatuuronderzoek opgenomen. Het trafostation is niet verlicht. Ruige vleermuizen die de locatie op trek passeren of meervleermuizen die nabij de locatie boven het water foerageren zullen geen hinder ondervinden van .

6.2.2 Risicosoorten

Veldonderzoek in het plangebied van Windpark Fryslân heeft laten zien dat dit deel van het IJsselmeer leefgebied vormt voor vijf verschillende vleermuissoorten: meervleermuis, gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, laatvlieger en rosse vleermuis of tweekleurige vleermuis (niet met zekerheid vastgesteld). De meest talrijke soort is de ruige dwergvleermuis (95 van de 106 (90%) vleermuisregistraties). De gewone dwergvleermuis is slechts drie keer waargenomen. Minder dan 5% van het aantal vleermuisregistraties heeft betrekking op deze soort. De laatvlieger en rosse vleermuis of tweekleurige vleermuis zijn slechts één enkele keer waargenomen. Het voorkomen van deze soorten in het plangebied is daarom incidenteel te noemen.

Dit komt overeen met de resultaten van vleermuisonderzoek in vergelijkbare gebieden in de omgeving zoals andere delen van de Afsluitdijk (Zwerver 2012). De meervleermuis en gewone dwergvleermuis zijn schaars maar komen wel in het gebied voor op verschillende plekken. De meervleermuis is een soort die laag boven het water vliegt. Tijdens het Nederlandse onderzoek in vijf windparken werden meervleermuizen regelmatig op grondhoogte vastgesteld maar werden in het geheel niet of slechts één enkele keer vastgesteld op gondelhoogte. Op grond van deze geluidsregistraties kan gesteld worden dat de meervleermuis een zeer lage kans heeft om in aanvaring te komen met windturbines. Dit wordt bevestigd door slachtofferonderzoek. Van de 4.014 gerapporteerde vleermuis aanvaringsslachtoffers in Europa zijn er slechts twee meervleermuizen (Dürr 2012). Op grond hiervan is het

onwaarschijnlijk dat er meer dan incidenteel meervleermuizen slachtoffer worden van Windpark Fryslân.

Van de beide dwergvleermuissoorten is bekend dat zij in het rotorbereik kunnen voorkomen en dus slachtoffer kunnen worden van windparken. Op grond van het aantal waarnemingen is duidelijk dat het in Windpark Fryslân vrijwel uitsluitend om ruige dwergvleermuizen zal gaan. Ruige dwergvleermuizen kunnen derhalve in potentie meer dan incidenteel slachtoffer worden van Windpark Fryslân. Voor de gewone dwergvleermuis, laatvlieger en rosse vleermuis of tweekleurige vleermuis worden slachtoffers niet jaarlijks verwacht (totaal <1 slachtoffer / jaar).

6.2.3 Aantal aanvaringslachtoffers

Met 0,1 tot 1,6 vleermuisregistraties per strekkende kilometer zijn de aantallen vleermuizen in het Windpark Fryslân zeer laag. Langs en boven de Afsluitdijk zijn vleermuizen een factor drie talrijker (Jansen *et al.* 2013).

Langs de IJsselmeerdijk van de Noordoostpolder werden met een vergelijkbare methode 5 tot 15 vleermuisregistraties per kilometer vastgesteld (Boonman *et al.* 2013). Voor het windpark NOP werd het risico op aanvaringslachtoffers voor de lijnopstellingen in het IJsselmeer als zeer laag ingeschat (Van Dullemen & Schut 2008). Als ongeveer de helft van de migrerende vleermuizen de oever blijft volgen terwijl de andere helft een groot meer oversteeft (McGuire *et al.* 2011) dan is de trefkans op het meer door het grote oppervlak zeer gering in vergelijking met de oever. Ten opzichte van de IJsselmeerdijken is er daarom sprake van een laag risico op aanvaringslachtoffers in het plangebied. Een conservatieve schatting voor het aantal aanvaringslachtoffers is 0-3 (gemiddeld 1,5) per turbine per jaar. Dit aantal zal vrijwel volledig betrekking hebben op ruige dwergvleermuizen.

6.2.4 Vergelijking van verschillende varianten

Bij het vergelijken van de vier varianten is gelet op de volgende aspecten:

- Aantal windturbines
- Eigenschappen van de windturbines
- Ligging van het windpark
- Oriëntatie van het windpark t.o.v. overwegende vliegrichting

Aantal turbines

Hoe meer windturbines, des te hoger de kans op slachtoffers. Het aantal geplande turbines bij varianten 1 t/m 4 bedraagt respectievelijk 66, 100, 47 en 65 (hoofdstuk 3).

Eigenschappen van de turbines

Een eigenschap van windturbines die van invloed is op het aantal slachtoffers is onder andere de oppervlakte die bestreken wordt door de rotorbladen. Hoe groter de oppervlakte, des te meer kans op slachtoffers. De 6 MW turbines hebben een rotoroppervlak van 18.600 m², de 4 MW turbines 11.300 m². Ook de ashoogte speelt

een rol. De vleermuisactiviteit neemt licht af met toenemende hoogte (Niermann *et al.* 2011). De turbines van variant 1 & 2 hebben een ashoogte van 95 m terwijl dit bij de turbines van variant 3 & 4 105 m is. Echter, de laagste tip reikt in variant 3 & 4 lager dan in variant 1 & 2, waardoor het (mogelijk positieve) effect van de hogere ashoogte teniet wordt gedaan door de grotere rotor.

Naast fysieke eigenschappen van de windturbines is de startwindsnelheid van de windturbines cruciaal voor vleermuizen. Vleermuizen zijn vrijwel alleen actief bij een lage windsnelheid. Hoe lager de startwindsnelheid, des te groter de kans op slachtoffers. Als we uitgaan van Siemens SWT-4.0-120 voor variant 1 & 2 en Siemens SWT-6.0-154 turbines voor variant 3 & 4 dan is de startwindsnelheid in alle varianten identiek (4-5 m/s; www.energy.siemens.com).

Ligging van het windpark

Het aantal vleermuizen neemt af met toenemende afstand van het vaste land, in onderhavig geval Friesland. Dit geldt in mindere mate ook voor de Afsluitdijk (Jansen *et al.* 2013). In de uiterste zuidwest hoek van het plangebied is daarom de laagste kans op vleermuislachtoffers. De gemiddelde afstand tot het vaste land van Friesland is voor alle varianten vrijwel gelijk. De verschillen zijn erg klein maar de gemiddelde afstand tot de Afsluitdijk is voor varianten 2 en 4 groter dan voor varianten 1 en 3.

Oriëntatie van het windpark t.o.v. overwegende vliegrichting

In het plangebied passeren met name ruige dwergvleermuizen. In Europese windparken is gebleken dat verreweg de meeste slachtoffers in de nazomer en het najaar vallen. De overwegende trekrichting van de ruige dwergvleermuis is in deze tijd van het jaar zuidwest georiënteerd. Een windpark met een enkele lijnopstelling die haaks op deze vliegrichting staat is het minst schadelijk omdat vleermuizen bij deze oriëntatie hooguit een enkele turbine tegenkomen.

Alle opstellingsvarianten hebben een vergelijkbare ruimtelijke configuratie en daarmee een vergelijkbare oriëntatie ten opzichte van de overheersende vliegrichting. Wanneer de rijen met windturbines haaks op de overheersende vliegrichting beschouwd worden dan blijken de varianten 1 & 3 relatief veel rijen haaks op de vliegrichting te hebben (na correctie voor het totaal aantal turbines). In dit opzicht wordt gesteld dat variant 1 & 3 een iets hogere kans op slachtoffers hebben.

Tabel 6.1. Kans op vleermuisslachtoffers voor de verschillende varianten op grond van het aantal turbines, turbine eigenschappen, ligging en oriëntatie van het windpark. Hoe meer – des te groter de kans op slachtoffers.

	1	2	3	4
aantal turbines	-	--	+	-
rotoroppervlak	+	+	--	--
ashoogte (afgezien van verschil in rotor)	-	-	+	+
startwindsnelheid	geen verschillen			
afstand tot Friesland	geen verschillen			
afstand tot Afsluitdijk	-	+	-	+
oriëntatie t.o.v. vliegrichting	-	+	-	+

Een volledige vergelijking van de varianten is uitermate moeilijk omdat het “gewicht” van iedere parameter niet bekend is. De meeste parameters laten zeer kleine verschillen zien (tabel 6.1). Als we allereerst kijken naar de twee parameters waarvoor grote verschillen bestaan (aantal turbines en rotoroppervlak) dan hebben varianten 1 en 3 de minste kans op vleermuisslachtoffers. Varianten 2 en 4 hebben de grootste kans op vleermuisslachtoffers. Kijken we vervolgens naar de overige parameters (ashoogte, afstand tot Afsluitdijk en oriëntatie t.o.v. vliegrichting) dan hebben variant 1 en 3 juist de hoogste kans op vleermuisslachtoffers, waarbij de kans bij variant 1 het grootst is. Een vergelijking van variant 2 en 4 laat voor deze parameters zien dat de kans op slachtoffers het kleinst is bij variant 4.

De *overall* volgorde van de varianten van de minste naar de meeste kans op vleermuisslachtoffers is daarmee: 3, 1, 4, 2.

6.2.5 Effect op staat van instandhouding

Aanvaringslachtoffers van de gewone dwergvleermuis zullen niet jaarlijks voorkomen (< 1 /jaar) (§ 6.2.2). Effecten op de staat van instandhouding van deze soort zijn niet aan de orde omdat dit nationaal en regionaal een zeer talrijke soort is met een ruime verspreiding.

De in de herfst en winter in Nederland aanwezige vrouwtjes van de ruige dwergvleermuis, zijn vrijwel allemaal afkomstig uit Noordoost-Europa. Mannelijke dieren van de soort verblijven voor een deel wel jaarrond in Nederland. Omdat potentiële verblijfplaatsen ontbreken in en rond het plangebied kan echter ook in dat geval niet van een ‘lokale’ populatie mannetjes gesproken worden. Aanvaringslachtoffers worden met name onder migrerende dieren verwacht. Slachtoffers van ruige dwergvleermuis die in Duitse windparken werden gevonden, waren afkomstig uit het noordoostelijk deel van Europa (Voigt *et al.* 2012).

De aantallen ruige dwergvleermuizen in de trektijd, in het najaar, worden geschat op 50.000 tot 100.000 dieren (Ministerie EL&I 2011). Dit aantal is in het beste geval een “*educated guess*” te noemen. Hoewel deze schatting erg grof is biedt het de

mogelijkheid om de verwachte effecten in perspectief te beoordelen. Uitgaande van een populatie van 50.000-100.000 dieren kan de jaarlijkse natuurlijke sterfte worden geschat op minimaal circa 16.500 dieren (gebaseerd op een jaarlijkse natuurlijke sterfte van 32 – 34 %, Schmidt 1994 en uitgaande van een populatie van 50.000 dieren). Afhankelijk van de variant bedraagt de additionele sterfte als gevolg van windpark Fryslân maximaal 70-150 dieren uitgaande van gemiddeld 1,5 slachtoffer per turbine. Voor variant 3 bedraagt de additionele sterfte (70 slachtoffers) naar schatting maximaal 0,4% van de gemiddelde natuurlijke sterfte. Op dezelfde wijze kan voor variant 1 en 4 (beide 100 slachtoffers) geschat worden dat de additionele sterfte maximaal 0,6% van de gemiddelde natuurlijke sterfte bedraagt. Voor variant 2 wordt de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân tenslotte geschat op maximaal 0,9%. Op grond hiervan wordt aangenomen dat de additionele sterfte van de varianten als een verwaarloosbaar effect op de populaties is te beschouwen, zeker wanneer aangenomen wordt dat de huidige populatieomvang van de ruige dwergvleermuis waarschijnlijk groter is dan 50.000 dieren. Een effect op de gehele migrerende populatie wordt hiermee uitgesloten.

6.2.6 Beoordeling effecten in het kader van de Flora- en faunawet

Voor de ruige dwergvleermuis wordt in Windpark Fryslân meer dan incidentele sterfte voorzien. Het bevoegd gezag kan dit beoordelen als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet. We adviseren dan ook om voor het doden en verworden van ruige dwergvleermuizen in de gebruiksfase van Windpark Fryslân ontheffing aan te vragen voor het overtreden van deze verbodsbepalingen. Door het gebruik van Windpark Fryslân komt de gunstige staat van instandhouding van de ruige dwergvleermuis niet in het geding. Van andere vleermuissoorten wordt hooguit incidentele sterfte in Windpark Fryslân voorzien (<1 slachtoffer per jaar).

6.2.7 Beoordeling effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998

De enige vleermuissoort waarvoor Natura 2000-gebied het IJsselmeer is aangewezen is de meervleermuis. Dit geldt alleen voor de delen die onder de Habitatrichtlijn zijn aangewezen. Het open water van het plangebied valt hierbuiten. Zoals reeds beargumenteerd in §6.2.2, zijn effecten als gevolg van het geplande windpark op deze soort uit te sluiten. De meervleermuis is een soort die voorkomt binnen het plangebied van Windpark Fryslân, maar altijd laag boven het water vliegt (§6.1.2). Op grond hiervan is het optreden van meervleermuis aanvaringsslachtoffers in Windpark Fryslân zeer onwaarschijnlijk te noemen. Effecten op het behalen van het instandhoudingsdoel dat voor de meervleermuis voor Natura 2000-gebied IJsselmeer is geformuleerd, zijn daarom niet aan de orde.

7 Effecten op overige beschermde natuurwaarden

7.1 Effecten op habitattypen in het kader van de Nbwet

IJsselmeer

Het IJsselmeer is aangewezen voor een drietal habitattypen (Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, Ruigten en zomen, Overgangs- en trilvenen) (Heunks *et al.* 2015). In het plangebied en directe omgeving komen deze habitattypen niet voor. Op grotere afstand komen deze habitattypen wel voor langs de Friese IJsselmeerkust (van Rijn *et al.* 2010). Mogelijke effecten van de aanleg van het windpark op beschermde habitattypen worden veroorzaakt door stikstofdepositie en vertroebeling.

Stikstofdepositie

De inzet van groot materieel tijdens de aanlegfase zal een verhoogde stikstofemissie tot gevolg hebben. Een studie in de Oosterschelde heeft laten zien dat tijdens de onderhoudswerkzaamheden aan de vooroeververdediging zeer lokaal de stikstofdepositie verhoogd zal zijn als gevolg van de onderhoudswerkzaamheden die vanaf een schip worden uitgevoerd (Cauberg-Huygen 2013 in Jonkvorst & De Boer 2013). Volgens een modelrekening bedraagt de extra depositie als gevolg van deze werkzaamheden in de Oosterschelde 1,5 tot 2,5 mol/ha/jr. Hierbij is rekening gehouden met verschillende emissiebronnen (o.a. vaarbewegingen, manoeuvres, stroomvoorziening, etc). Volgens de berekening neemt de depositie sterk af met de afstand tot de verwerkingslocaties en vaarroutes. Op enkele honderden meters uit het hart van de vaarroutes bedraagt de depositie minder dan 0,5 mol/ha/jr. Op 2 km uit het centrum van alle werkgebieden is de depositie gedaald tot minder dan 0,1 mol/ha/jr.

Hoewel de habitattypen langs de Friese IJsselmeerkust gevoelig kunnen zijn voor stikstofdepositie is met zekerheid uit te sluiten dat dit een meetbaar negatief effect zal hebben. Hiervoor zijn de afstanden te groot, is de emissie te gering en de duur van de werkzaamheden te kort. Hierbij is gelet op de actuele depositie en de kritische depositiewaarden van de verschillende beschermde habitattypen van het IJsselmeer (KDW uitgedrukt in Mol N/ha/jaar). De kritische depositiewaarde voor meren met fonteinkruiden en krabbenscheer (H3150) bedraagt 2.400 Mol N/ha/jaar (Dobben *et al.* 2012). Dit is vele malen hoger dan de actuele stikstofdepositie in het noordelijke IJsselmeer (max. 600 Mol N/ha/jaar in 2015 volgens het RIVM, <http://geodata.rivm.nl/gcn/>). Voor de overige twee oevergebonden habitattypen, te weten Ruigten en zomen (H6430) en Overgangs- en trilvenen (H7140) bedraagt de KWD respectievelijk 2.400 en 1.200 Mol N/ha/jaar. Dit is eveneens boven de actuele stikstofdepositie in noordoostelijke oeverzone van het IJsselmeer (max. 1.100 Mol N/ha/jaar in 2015 volgens het RIVM).

Vertroebeling

Tijdens de aanleg van het windmolenpark kan als gevolg van heiwerkzaamheden, het aanleggen van de kabel (veelal met spuitlansen), eventuele verwijdering van grond en de aanleg van additionele structuren (natuurvoorziening) door toepassen van bijvoorbeeld zand of grond het water vertroebelen. Uit een onderzoek naar het storten van bagger blijkt dat slibopwerveling slechts tot een afstand van 25 meter als een geringe verstoring van het doorzicht wordt aangemerkt (Kraaijeveld 2003). Aangezien er in het IJsselmeer geen sprake is van stroming, het water beweegt voornamelijk op basis van windstuwing, spuien bij de spuicomplexen en invoer vanuit de IJssel, zal vertroebeling lokaal blijven en tijdelijk van aard zijn (enkele uren tot maximaal *circa* een dag). De aanleg van de kabel zal hooguit lokaal tot vertroebeling leiden. De afstand van het plangebied tot beschermde habitattypen is groot genoeg (>6 km) om effecten door vertroebeling in de aanlegfase uit te sluiten.

Waddenzee

De habitattypen waarvoor de Waddenzee als Natura 2000-gebied is aangewezen liggen, met uitzondering van de 'permanent overstroomde zandbanken', op minimaal 20 kilometer afstand van het plangebied. Effecten door stikstofdepositie in de aanlegfase van het windpark kunnen dan ook worden uitgesloten. Effecten op omvang en kwaliteit van desbetreffende habitattypen zijn in zowel de aanleg- als exploitatiefase uitgesloten. Het habitatype 'permanent overstroomde zandbanken' (H1110) ligt weliswaar direct aan de noordzijde van de Afsluitdijk, op geringe afstand van het plangebied, maar is niet gevoelig voor stikstofdepositie. De KDW is daarnaast vele malen hoger dan de actuele stikstofdepositie in het zuidelijke deel van de Waddenzee (max. 600 Mol N/ha/jaar in 2015 volgens het RIVM, <http://geodata.rivm.nl/gcn/>). Effecten door stikstofdepositie in de aanlegfase van het windpark kunnen ook voor dit habitatype worden uitgesloten.

Conclusie

Effecten op omvang en kwaliteit van de habitattypen waarvoor het IJsselmeer en/of de Waddenzee als Natura 2000-gebied zijn aangewezen zijn in zowel de aanleg- als exploitatiefase van Windpark Fryslân uitgesloten.

7.2 Effecten op soorten Bijlage II Habitatrichtlijn in het kader van de Nbwet

In deze paragraaf worden de effecten op soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn besproken. Wat betreft de soorten van Bijlage IV hebben uitsluitend vleermuizen een binding met het plangebied. Effecten op desbetreffende soorten zijn separaat in hoofdstuk 6 reeds behandeld. Voor de Waddenzee zijn alleen de potentiële effecten op de gewone en de grijze zeehond behandeld. Voor de overige soorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn waarvoor de Waddenzee als Natura 2000-gebied is aangewezen, is op voorhand zeker dat de aanleg van Windpark Fryslân (in het IJsselmeer), gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, geen effect zal hebben op Natura 2000-gebied Waddenzee.

Rivierdonderpad (IJsselmeer)

De rivierdonderpad komt met kleine aantallen voor in het plangebied. Het plangebied is weinig geschikt omdat hard substraat ontbreekt. Langs de Afsluitdijk ter hoogte van het plangebied zijn waarschijnlijk grotere aantallen rivierdonderpadden aanwezig, omdat de stortstenen oever geschikt leefgebied vormt (Heunks *et al.* 2015).

De kabel naar Breezanddijk zal door middel van een boring worden aangelegd waardoor geen werkzaamheden aan de oever van toepassing zijn. Aangezien de oevers van de Afsluitdijk door aanleg en exploitatie van het windpark niet worden aangetast zal de aanleg en ingebruikname van het geplande windpark geen aantoonbare gevolgen hebben voor de populatie van de rivierdonderpad in het IJsselmeer.

Onderwatergeluid ten gevolge van de aanleg of operationele fase van het windpark kan van invloed zijn op de rivierdonderpad afhankelijk van het geluidsniveau. De geluidsniveaus bij de Afsluitdijk zijn hiervoor bepalend. Eventuele effecten op vissen en andere aquatische soortgroepen zijn separaat door HWE / TNO onderzocht (Heinis 2014). Uit de berekening van TNO komt naar voren dat slechts in het meest extreme geval (combinatie van *worst case* aannames) de SELCUM 207 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ voor het optreden van tijdelijke of niet dodelijke effecten op vissen op een bepaald moment de dijk raakt. Geluidsniveaus ten gevolge van overige werkzaamheden en tijdens de exploitatie zullen de drempelwaarde niet overschrijden aangezien dit lagere geluidsniveaus betreft dan die ten gevolge van heiwerkzaamheden. Fysiologische effecten op de rivierdonderpad (verwonding of sterfte) kunnen dan ook worden uitgesloten en effecten beperken zich tot in potentie tijdelijke verstoring over een klein deel van de kustzone van de Afsluitdijk. Significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling van de rivierdonderpad in het IJsselmeer kunnen dan ook met zekerheid worden uitgesloten.

Noordse woelmuis (IJsselmeer)

De noordse woelmuis komt niet voor in het plangebied en directe omgeving. De aanleg en exploitatie van het windpark zal daarom geen gevolgen hebben voor de noordse woelmuis in het Natura 2000-gebied IJsselmeer.

Groenknolorchis (IJsselmeer)

De groenknolorchis komt niet voor in het plangebied en directe omgeving. De aanleg en exploitatie van het windpark zal daarom geen gevolgen hebben voor de groenknolorchis in het Natura 2000-gebied IJsselmeer.

Gewone zeehond en grijze zeehond (Waddenzee)

Uit gegevens over het voorkomen van de gewone zeehond en de grijze zeehond in de ruime omgeving van Windpark Fryslân kan afgeleid worden dat het gebied geen belangrijk foerageer- en rustgebied vormt. De dieren foerageren hooguit in zeer kleine aantallen in het IJsselmeer.

Effecten tijdens de aanlegfase

De aanwezigheid van de Afsluitdijk functioneert als een fysieke buffer tussen het plangebied (IJsselmeer) en de Waddenzee. Hierdoor kan op voorhand gesteld worden dat zeehonden die in de Waddenzee leven van bepaalde aspecten geen effecten zullen ondervinden. Doordat de aanwezigheid van de Afsluitdijk enerzijds functioneert als een fysieke barrière tussen het plangebied en het leefgebied van zeehonden en anderzijds in beperkte mate licht genereerd zal van additionele optische verstoring of verstoring door kunstlicht tijdens de aanleg van Windpark Fryslân geen sprake zijn. Van de potentiële invloed van vertroebeling en stikstofdepositie zal eveneens niet of nauwelijks sprake zijn door de aanwezigheid van de Afsluitdijk.

Een overzicht van het voorkomen van zeehonden is beschikbaar in Heunks *et al.* (2015). Het effect van heien is voor offshore windparken onderzocht in een literatuurstudie (Prins *et al.* 2008). Op grond van literatuurstudie verwachten Prins *et al.* (2008; hoofdstuk 8) dat zeehonden het heien tot op grote afstand kunnen horen, wellicht tot op 80 km, maar dat de afstanden waarop hei-geluiden (onder water) mogelijk dodelijk zijn, veel kleiner zijn: 4 km voor de gewone zeehond. Op afstanden groter dan 4 km is de mate van gevaar vermoedelijk klein.

Door de aanwezigheid van de Afsluitdijk zal het onderwatergeluid tijdens de aanlegfase van Windpark Fryslân zeer sterk gereduceerd worden. Gezien de lage aantallen zeehonden die van dit deel van de Waddenzee gebruik maken wordt aangenomen dat de geluidsbelasting onder water tijdens de aanleg van Windpark Fryslân niet tot een wezenlijke aantasting van de kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehond zal leiden.

Ook bovengronds kan als gevolg van de heiwerkzaamheden geluidsbelasting optreden. De afstand tot de Waddenzee is echter groot en het bovengronds geproduceerde geluid wordt onder water sterk afgezwakt. Langs het grootste deel van de afsluitdijk ligt geen droogvallend wad en de zeehondenligplaatsen beperken zich tot gebieden rond Den Oever, richting het Balgzand en ten noorden van het Kornwerderzand (Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015). Dit betekent dat de dichtstbijzijnde ligplaatsen van de gewone en de grijze zeehond in de Waddenzee op meer dan 4 kilometer afstand van Windpark Fryslân liggen. In het kader van de heiwerkzaamheden voor de bouw van de kolencentrale van RWE in de Eemshaven is door Blacquièr *et al.* (2008) de conclusie getrokken dat voor afstanden groter dan 500 meter de irritatiegrens voor de zeehond voor bovenwatergeluid niet meer bereikt wordt bij heiwerkzaamheden zonder luchtgeluiddemping. Dit betekent dat de heiwerkzaamheden voor Windpark Fryslân geen verstorend effect zullen hebben op de zeehonden die zich bevinden op de rustplaatsen op enkele kilometers afstand van het plangebied.

Effecten tijdens de gebruiksfase

Doordat de aanwezigheid van de Afsluitdijk functioneert als een fysieke buffer tussen het plangebied (IJsselmeer) en de Waddenzee kan op voorhand gesteld worden dat zeehonden geen effecten zullen ondervinden van optische verstoring en verstoring door kunstlicht (zie aanlegfase). Van vertroebeling is geen sprake in de gebruiksfase (zie aanlegfase).

De geluidsniveaus tijdens de operationele fase zullen vele malen lager zijn in het IJsselmeer dan tijdens de heiwerkzaamheden in de aanlegfase. Door de aanwezigheid van de Afsluitdijk als fysieke buffer kunnen relevante geluidsniveaus in de Waddenzee worden uitgesloten. Het is dan ook uit te sluiten dat zeehonden die in de Waddenzee nabij het plangebied foerageren in de gebruiksfase hinder ondervinden of gehoorbeschadiging oplopen.

Conclusie

De aanleg en het gebruik van Windpark Fryslân heeft hooguit verwaarloosbare effecten op de soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn waarvoor het IJsselmeer en/of de Waddenzee als Natura 2000-gebied zijn aangewezen. Het optreden van significant negatieve effecten is dan ook op voorhand met zekerheid uit te sluiten. De soorten waarvoor andere Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen hebben geen binding met het plangebied en ondervinden gezien de afstand tussen deze Natura 2000-gebieden en het plangebied geen effecten van de aanleg en het gebruik van Windpark Fryslân.

7.3 Effecten op overige beschermde soorten in het kader van de Ffwet

Vissen

Het effect van onderwatergeluid op vissen is door HWE en TNO onderzocht en apart gerapporteerd ten behoeve van het MER (Heinis 2014). Hieronder is daar een samenvatting van opgenomen.

Onderstaande tekst is ontleend aan Heinis (2014)

Ten gevolge van de aanleg van het windpark en het beheer ontstaat onderwatergeluid. Dit betreft geluid ten gevolge van verkeersdynamiek, constructiewerkzaamheden zoals het storten van zand en stenen voor de aanlegvoorziening en het heien van fundatiepalen. Potentiële effecten beperken zich tot het onderwatergeluidsniveau dat optreedt bij heiwerkzaamheden aangezien de overige geluidsbronnen een geluidsniveau veroorzaken dat qua aard en omvang vergelijkbaar is met de huidige situatie of, slechts tot tijdelijke verstoring leidt (storten van stenen). Hierna wordt ingegaan op de potentiële effecten ten gevolge van onderwatergeluid bij heien.

Bij heiwerkzaamheden kunnen hoge geluidsniveaus optreden die effecten kunnen hebben op vissen, zoals wegzwemmen en sterfte van vissen en/of vislarven. Dit geldt vooral voor het heien van monopiles. Voor onderwatergeluid is het heien van de monopile maatgevend; het heien van kleinere heipalen kost beduidend minder kracht

en leidt daardoor tot (veel) lagere geluidsniveaus. Dit is ook het geval voor het intrillen van heipalen en/of damwanden. Daarom heeft TNO voor de monopile-fundatie de te verwachten onderwatergeluidbelasting berekend. Deze berekeningen geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot fysiologische effecten bij vissen. Het optreden van een effect op vissen is afhankelijk van de soort vis. Onderwatergeluid is een geluidsdrumniveau en bijbehorende frequentie en heeft een groter effect op soorten met een gesloten zwemblaas, zoals baars en pos, dan op soorten met een open zwemblaas, zoals spiering.

Zones van geluidsbeïnvloeding worden onderscheiden, lopend van een zone waarbij het geluid wordt gehoord, maar waarin het dier niet reageert tot aan een zone waarin ernstige fysieke schade of dood optreedt. Daartussen liggen zones van gedragsbeïnvloeding, waarin het dier van het geluid wegzwemt of erdoor wordt aangetrokken en een zone waarbij een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel optreedt (TTS = temporary threshold shift en PTS = permanent threshold shift). Daarnaast kan voor sommige dieren maskering een rol spelen. Dit is de situatie waarin het niet-natuurlijke geluid een vergelijkbaar frequentiebereik en een vergelijkbare geluidsterkte heeft als de door de dieren zelf of hun prooien of predatoren geproduceerde geluiden.

Door HWE/TNO is als drempelwaarde voor het beoordelen van onderwatergeluid uitgegaan van SELCUM van 207 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Bij vissen die aan deze waarde of lager worden blootgesteld treedt geen (gehoor)schade op. Als drempelwaarde voor het optreden van sterfte bij vissen met zwemblaas wordt uitgegaan van SELCUM van 216 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

TNO heeft de onderwatergeluidsniveaus bepaald voor het heien van monopiles die vanwege de omvang van deze palen (doorsnede enkele meters) maatgevend zijn. Door HWE is een beoordeling uitgevoerd van de negatieve effecten op vissen en zeehonden ten gevolge van de bepaalde niveaus.

Van de beschermde vissoorten ondervinden alleen Aal, Fint en Houting mogelijk negatieve effecten van het heigeluid tijdens de aanleg van Windpark Fryslân. De Zeeprík, waarvoor het IJsselmeer als doortrekgebied naar de paaigebieden in rivieren fungeert, is vrijwel ongevoelig voor hoge niveaus van onderwatergeluid. In onderzoek bleken soorten zonder zwemblaas bij zeer hoge SELCUM waarden van 216 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ namelijk nog geen schade op te lopen. Dergelijke waarden worden alleen op zeer korte afstand van de heilocatie bereikt (ca. 30 m). De andere drie beschermde soorten Aal, Fint en Houting zijn weliswaar gevoeliger voor onderwatergeluid, maar ook voor deze soorten geldt dat vrijwel kan worden uitgesloten dat zodanige effecten optreden dat dieren zullen sterven. Tot sterfte leidende schade zou hoogstens op zeer korte afstand van de heilocatie kunnen optreden. De kans dat een individu gedurende de 2 tot 3 uur dat het heien van één fundering duurt op dezelfde locatie binnen enkele tientallen meters van de heilocatie verblijft, is verwaarloosbaar. Negatieve effecten van

de tijdelijke verhoging van het onderwatergeluid door het heien op de staat van instandhouding van de vier relevante beschermde soorten Aal, Fint, Zeeprik en Houting kunnen dan ook worden uitgesloten.

In zijn algemeenheid geldt tevens dat diverse fundatieconcepten mogelijk zijn. Dit betreft onder meer opties waarbij sprake is van significant kleinere palen (doorsnede kleiner dan 1 meter) die geheel maar ook getrild kunnen worden, of concepten waarbij in het geheel geen palen worden toegepast. Effecten door de aanleg van het windpark die leiden tot vissterfte kunnen derhalve worden uitgesloten.

Transport van elektriciteit door kabels leidt tot een elektromagnetisch veld om de kabel. De kabels in het IJsselmeer liggen op een diepte van *circa* 2 meter beneden de waterbodem en hebben een spanning van 33-66 kV. De kabel in de Afsluitdijk heeft een spanning van 110-220 kV. Deze kabel passeert de vismigratierivier in de Afsluitdijk door middel van een gestuurde boring of in een betonnen kabelgoot (voor de passage van de coupure in de dijk van de vismigratierivier). Soorten als haaien en roggen zijn gevoelig voor magnetische velden maar komen niet voor in het plangebied. Ook vissen kunnen elektromagnetische velden waarnemen. Waarden van 0,1 tot 20 $\mu\text{V}/\text{cm}$ zijn bijvoorbeeld door de rivierprik waarneembaar. Effecten van kabels met wisselspanning (AC) zijn lager dan effecten van kabels met gelijkstroom (DC). Het elektromagnetische veld rond een kabel neemt snel af met de toename van de diepte van de kabel. Voor vissen is in de Milieueffectstudie kabels en leidingen in het Waddengebied (Arcadis 2013) voor kabels met een capaciteit van 700-1.430 MW voor bijvoorbeeld exportkabels (gelijkstroom), gebleken dat geen effecten ten gevolge van het elektromagnetisch veld worden verwacht voor (trek)vissen. Aangezien voor Windpark Fryslân sprake is van aanmerkelijk lagere vermogens en wisselspanning, worden ten gevolge van Windpark Fryslân geen effecten van elektromagnetische straling op (trek)vissen voorzien. Dit geldt zowel voor de aanlegfase als voor de gebruiksfase van het windpark.

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de aanleg van Windpark Fryslân hooguit verwaarloosbare effecten zal hebben op beschermde vissoorten. Er zal in dit kader dan ook geen sprake zal zijn van overtreding van verbodsbepalingen van de Flora- en faunawet.

Zoogdieren

Na de afsluiting van de Zuiderzee komt de gewone zeehond nog slechts sporadisch voor in het IJsselmeer. Recent verblijven enkele individuen in het IJsselmeer, waarbij ze rusten op de Steile Bank, bij Laaksum, Hindeloopen en op de Kreupel (Heunks *et al.* 2015). De zeehonden zullen gezien de afstand tot het plangebied, geen hinder ondervinden tijdens de werkzaamheden. Zeehonden die eventueel nabij het plangebied rondzwemmen zullen het gebied tijdens de aanleg tijdelijk gaan vermijden. De zeehonden zullen in zuidelijke richting zwemmen. Blijvende effecten worden uitgesloten. Er is in dit kader geen sprake van overtreding van verbodsbepalingen van de Flora- en faunawet.

Wat betreft grondgebonden zoogdieren zijn effecten op konijn en veldmuis niet uit te sluiten bij de aanleg van een transformatorstation op Breezandijk. Aangezien het licht beschermde soorten (tabel 1 AMvB art 75 Flora- en faunawet) betreft is het aanvragen van ontheffing niet aan de orde. In het kader van de zorgplicht is het wel van belang waar mogelijk maatregelen te treffen om het overtreden van verbodsbepalingen (zoals het doden van dieren tijdens de uitvoering) te voorkomen.

Overige beschermde soorten

In het plangebied komen geen beschermde soorten planten, ongewervelden, amfibieën, reptielen of grondgebonden zoogdieren voor (Heunks *et al.* 2015). De aanleg en exploitatie van Windpark Fryslân zal in dit kader dan ook niet leiden tot overtredingen van verbodsbepalingen van de Flora- en faunawet. Negatieve effecten op de staat van instandhouding van desbetreffende soorten kunnen worden uitgesloten.

Conclusie

De aanleg en het gebruik van Windpark Fryslân leidt voor beschermde soorten anders dan vogels en vleermuizen niet tot het overtreden van verbodsbepalingen genoemd in de Flora- en faunawet. In het kader van de zorgplicht is het wel van belang waar mogelijk maatregelen te treffen om het overtreden van verbodsbepalingen (zoals het doden van dieren tijdens de uitvoering) te voorkomen.

8 Conclusies deel II

In hoofdstuk 4 t/m 7 zijn de effecten van Windpark Fryslân op vogels, vleermuizen, habitattypen en overige beschermde soorten volgens vier verschillende opstellingsvarianten in beeld gebracht en beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet. De effecten van eventuele mitigerende maatregelen maken nadrukkelijk geen onderdeel uit van deze beoordeling. De gevolgen van mitigatie worden in deel III behandeld.

8.1 Effecten op vogels

8.1.1 Effecten aanlegfase

In de bouwfase kan afhankelijk van de wijze van aanleg de kwaliteit van het leefgebied van vogels worden aangetast door bouwverkeer en werkzaamheden. Knelpunten in relatie tot de natuurwetgeving worden niet voorzien. De effecten zijn heel lokaal en tijdelijk van aard. Omdat de verschillende locaties gefaseerd worden aangelegd en slechts op een beperkt aantal locaties gelijktijdig wordt gewerkt, blijven op het water voldoende alternatieve rust- en foerageergebieden aanwezig waarnaar verstoorde vogels kunnen uitwijken.

Spiering, Baars, Blankvoorn en Pos hebben zelf geen wettelijke status binnen de natuurwetgeving maar vormen een voedselbron voor visetende vogels. De populaties van deze soorten worden niet substantieel beïnvloed door de heiwerkzaamheden bij de aanleg van het windpark en significant negatieve effecten op visetende vogels kunnen daarom kunnen uitgesloten. Eventuele effecten van onderwatergeluid beslaan namelijk een zeer geringe oppervlakte van het IJsselmeer en treden uitsluitend op in de korte perioden dat daadwerkelijk wordt geheid.

8.1.2 Vogelsterfte in relatie tot de Nbwet

Wanneer de effecten worden beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 is het aandeel van de vogelsoorten onder het totaal aantal aanvaringssslachtoffers, waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen van belang (300 tot ruim 650 individuen van alle soorten waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen tezamen). Voor de meeste van deze vogelsoorten bedraagt de additionele sterfte in alle varianten minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie van deze soorten in het IJsselmeer. De additionele sterfte als gevolg van aanvaring met de geplande turbines is voor deze soorten dan ook als een verwaarloosbaar effect op de populaties te beschouwen. Voor twee soorten, te weten de visdief en de zwarte stern, bedraagt de additionele sterfte als gevolg van de geplande windturbines in één of meer varianten meer dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van deze soort in het IJsselmeer en zijn significant negatieve effecten niet met zekerheid uit te sluiten. In hoofdstuk 5 is onderbouwd dat

zonder mitigerende maatregelen niet is uit te sluiten dat de voorspelde additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân op zichzelf, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, een significant negatief effect zal hebben op Natura 2000-gebied IJsselmeer. Voor andere Natura 2000-gebieden kan dit wel met zekerheid uitgesloten worden.

8.1.3 Vogelsterfte in relatie tot de Ffwet

Voor het initiatief als geheel wordt ingeschat dat jaarlijks maximaal in de ordegrootte van enkele duizenden (1.200 – 2.500) vogels zullen omkomen door aanvaringen met de turbines, afhankelijk van de gekozen opstellingsvariant. Dit betreft zowel vogels op seizoenstrek als vogels die lokaal verblijven. Voor sommige vogelsoorten worden jaarlijks enkele honderden aanvaringslachtoffers voorspeld (bijvoorbeeld kokmeeuw). Voor deze soorten is de sterfte “voorzienbaar” zoals verwoord in de Flora- en faunawet en daardoor kan het bevoegd gezag besluiten dat een ontheffing noodzakelijk is. Voor de meeste soorten is de omvang van de sterfte zeer beperkt in verhouding tot de populatie. Voor deze soorten is de gunstige staat van instandhouding (GSI) dan ook niet in het geding. Voor de zwarte stern en visdief is een effect van de sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding van de betreffende populaties niet op voorhand met zekerheid uit te sluiten indien geen mitigatie plaatsvindt. Het effect van mitigatie is nader uitgewerkt in Deel III.

8.1.4 Aantasting kwaliteit leefgebied in relatie tot de Nbwet

Wanneer op het open water in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer windturbines worden gerealiseerd zal de kwaliteit van het leefgebied voor een aantal vogelsoorten worden aangetast. Voor de vogelsoorten die een binding met het plangebied hebben is bepaald dat de aantasting van de kwaliteit van het leefgebied voor de meeste soorten zal leiden tot een afname van maximaal enkele individuen. Dit effect wordt beschouwd als niet meetbaar omdat er voldoende alternatieven zijn in het IJsselmeer. Van maatgevende verstoring is derhalve geen sprake. Voor acht vogelsoorten zal leefgebied voor enkele individuen verloren gaan. Dit betreft de volgende soorten: grote zaagbek, brilduiker, fuut, grauwe gans, topper, dwergmeeuw, zwarte stern en visdief. Op grond van het instandhoudingsdoel voor desbetreffende vogelsoorten en de huidige populatieomvang kan voor de populaties van grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern niet worden uitgesloten dat het beoogde windpark (op zichzelf), gelet op de instandhoudingsdoelstellingen een significant negatief effect zal hebben op Natura 2000-gebied IJsselmeer (tabel 5.11). Voor de grote zaagbek, fuut en zwarte stern geldt dat de huidige aantallen onder het instandhoudingsdoel liggen. De aantallen van de dwergmeeuw liggen ver boven het instandhoudingsdoel. Het gaat voor alle vier de soorten om verstoring van foeragerende vogels, en derhalve om een aantasting van de kwaliteit van leefgebied waarvoor het de vraag is of binnen het Natura 2000-gebied ongebruikte alternatieven voorhanden zijn. Mitigatie in de vorm van draagkracht verhoging zal nodig zijn om significant negatieve effecten met zekerheid uit te kunnen sluiten.

8.1.5 Barrierewerking in relatie tot de Nbwet

Windpark Fryslân zal door het ontwerp van de opstelling geen of hooguit een verwaarloosbare vorm van barrièrewerking tot gevolg hebben voor vogelsoorten die een binding met het plangebied hebben en waarvoor het IJsselmeer en/of Waddenzee zijn aangewezen. Barrièrewerking zal geen aantoonbaar effect op de populatie-omvang van de vogelsoorten hebben, laat staan een significant negatief effect.

8.1.6 Verstoring van jaarrond beschermde nesten

Binnen het plangebied worden geen nesten verstoord of vernietigd die jaarrond krachtens de Flora- en faunawet beschermd zijn.

8.2 Vleermuizen

8.2.1 Vleermuissterfte in relatie tot de Nbwet

De enige vleermuissoort waarvoor binnen het IJsselmeer instandhoudingsdoelen zijn geformuleerd is de meervleermuis (voor de delen die onder de Habitatrichtlijn vallen). Op grond van het gedrag van de soort en slachtofferonderzoek in andere windparken zal deze soort niet of hooguit zeer incidenteel slachtoffer worden. Een significant negatief effect op het behalen van het instandhoudingsdoel kan derhalve met zekerheid worden uitgesloten.

8.2.2 Vleermuissterfte in relatie tot de Ffwet

Wanneer op het open water in het Noordoostelijke deel van het IJsselmeer windturbines worden gerealiseerd is er een reëel risico dat ruige dwergvleermuizen in aanvaring komen met de turbines. Onder andere vleermuissoorten zullen gezien hun verspreiding en gedrag hooguit incidenteel aanvaringslachtoffers optreden. De additionele sterfte van de ruige dwergvleermuis als gevolg van het geplande windpark is alleen bij benadering te schatten. Gezien de huidige verspreiding en gebiedsgebruik van deze soort is het aanvaringsrisico relatief laag en zullen de aantallen slachtoffers beperkt zijn: 0-3 slachtoffers per turbine per jaar (gemiddeld 1,5). Effecten op de gunstige staat van instandhouding van de ruige dwergvleermuis zijn bij geen enkele variant aan de orde. Een negatief effect op de gehele migrerende populatie kan met zekerheid uitgesloten worden.

8.3 Effecten op overige soorten en habitattypen

Gezien het ontbreken van beschermde habitattypen in en nabij het plangebied van Windpark Fryslân worden effecten op de omvang en kwaliteit van habitattypen waarvoor het IJsselmeer en/of de Waddenzee als Natura 2000-gebied zijn aangewezen zowel tijdens de aanlegfase als tijdens de gebruiksfase uitgesloten. De

afstand van de groeiplaats van de habitattypen tot het plangebied is dermate groot dat effecten door bijvoorbeeld vertroebeling en/of stikstofdepositie in de aanlegfase van het windpark zijn uit te sluiten.

Het leefgebied van de rivieronderpad wordt door de aanleg van Windpark Fryslân niet aangetast. De Noordse woelmuis en groenknolorchis komen in het plangebied en de directe omgeving niet voor. De aanleg van het beoogde windpark zal, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten daarom geen effect hebben op Natura 2000-gebied IJsselmeer.. De aanleg en ingebruikname van Windpark Fryslân zal voor de grijze zeehond en gewone zeehond geen wezenlijk effect hebben. De aanleg van het beoogde windpark zal, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten daarom geen effect hebben op Natura 2000-gebied Waddenzee.

Van de wettelijk beschermde vissoorten (Ffwet) kunnen alleen aal, fint en houting negatieve effecten ondervinden van de tijdelijke verhoging van het onderwatergeluid door het heien. Negatieve effecten op de staat van instandhouding van de beschermde vissoorten kunnen worden uitgesloten.

Overige beschermde soorten (Ffwet) komen niet in het plangebied voor en/of ondervinden geen of hooguit verwaarloosbare negatieve effecten als gevolg van Windpark Fryslân in de aanlegfase en/of gebruiksfase. Negatieve effecten op de staat van instandhouding van desbetreffende soorten kunnen worden uitgesloten.

**DEEL III: MITIGATIE & BEOORDELING
EFFECTEN**

9 Mitigatieplan

9.1 Inleiding

Natuurbeschermingswet 1998

In het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 is uit de eerste effectbeoordeling (zie hoofdstuk 5 en hoofdstuk 8) gebleken dat voor de soorten grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw, visdief en zwarte stern, gelet op de instandhoudingsdoelen, significante effecten van de exploitatie Windpark Fryslân op Natura 2000-gebied IJsselmeer, niet met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Voor de grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern (alleen variant 2) wordt dit veroorzaakt door verstoring van foeragerende vogels, wat een significant effect zou kunnen hebben op de kwaliteit van het leefgebied van de soort in het IJsselmeer. Voor de visdief en de zwarte stern gaat het (daarnaast) om additionele sterfte van een dusdanig niveau dat een effect op de populatie niet op voorhand met zekerheid uitgesloten kan worden. Voor de voorgenomen realisatie van het windpark betekent dit dat mitigerende maatregelen in beeld gebracht moeten worden om te onderzoeken of significante effecten voor de betreffende vogelsoorten met zekerheid kunnen worden uitgesloten.

Flora- en faunawet

In het kader van de Flora- en faunawet is uit de eerste effectbeoordeling (zie hoofdstukken 5, 6 en 8) gebleken dat voor de soorten visdief en zwarte stern de voorspelde additionele sterfte in de gebruiksfase van het windpark dermate hoog is dat een effect op de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de betreffende soorten niet uitgesloten kan worden. Voor deze soorten dient daarom in het kader van de Ffwet mitigatie plaats te vinden om een effect op de GSI van deze soorten uit te kunnen sluiten.

Maatregelenpakket

Mitigerende maatregelen voor de effecten van Windpark Fryslân op vogels zijn verkend waarbij gericht is op de effecten in de vorm van additionele sterfte en verstoring. Het effect van het werkeiland in de exploitatiefase is daarbij hier als mitigatie beoordeeld om te bepalen aan welke ontwerpeisen het werkeiland in de exploitatiefase dient te voldoen om van een natuurinclusief ontwerp te kunnen spreken dat in ieder geval negatieve effecten van de windturbines op soorten mitigeert en aanvullend mogelijk voor andere soorten een positieve kwaliteitsimpuls van het leefgebied genereert. Het door WPF bv voorgestelde pakket van mitigerende maatregelen dat ingezet zal worden in het kader van de Nbwet wordt in §9.2 omschreven. Mitigatie in het kader van de Ffwet betreft één type maatregel (stilstandvoorziening) die voor vogels (visdief en zwarte stern) toegepast zal worden. De soortspecifieke praktische invulling van deze stilstandvoorziening in het kader van de Ffwet is in §9.3 beschreven.

Beoordeling van effecten na mitigatie

In hoofdstuk 10 worden de effecten van het mitigatieplan beschreven en wordt beoordeeld of de negatieve effecten die Windpark Fryslân teweeg brengt voldoende gemitigeerd kunnen worden.

9.2 Mitigatie in het kader van de Nbwet

Voor de visdief (broedvogel) en zwarte stern bedraagt de additionele sterfte als gevolg van de geplande windturbines enkele tientallen tot ruim honderd exemplaren (tabel 5.2, hieronder samengevat in tabel 9.1). Deze sterfte is voor alle varianten van Windpark Fryslân meer dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van deze soorten in het IJsselmeer. Uit een nadere analyse van het effect op de populatie blijkt dat voor beide soorten een significant negatief effect op het behalen van het instandhoudingsdoel van Natura 2000-gebied IJsselmeer, niet met zekerheid uitgesloten kan worden (§5.6). Voor de voorgenomen realisatie van het dient onderzocht te worden of significant negatieve effecten voor desbetreffende vogelsoorten met zekerheid kunnen worden uitgesloten door het nemen van mitigerende maatregelen.

Voor de fuut, grote zaagbek, dwergmeeuw en zwarte stern (alleen variant 2) is de aantasting van het leefgebied dusdanig dat de draagkracht van het IJsselmeer voor enkele individuen of enkele tientallen individuen van deze soorten zal worden aangetast (tabel 5.3, hieronder samengevat in tabel 9.1). Voor de fuut, grote zaagbek en zwarte stern geldt dat de huidige populatieomvang onder het instandhoudingsdoel ligt. Het gaat bovendien voor alle drie de soorten om verstoring van het leefgebied van foeragerende vogels, en derhalve om een aantasting van de kwaliteit van leefgebied (draagkrachtvermindering) waarvoor aangenomen is dat er binnen het Natura 2000-gebied geen ongebruikte alternatieven voorhanden zijn (§5.6). De populatieomvang van de dwergmeeuw ligt niet onder het instandhoudingsdoel, maar voor deze soort hebben we vooralsnog als uitgangspunt gehanteerd dat significant negatieve effecten alleen met zekerheid kunnen worden uitgesloten wanneer de effecten (op kwaliteit leefgebied) door mitigerende maatregelen worden gereduceerd. De reden hiervoor is gelegen in het feit dat het instandhoudingsdoel voor de dwergmeeuw onrealistisch laag is. Daarom wordt ook voor deze soort een mitigatieopgave gehanteerd.

Tabel 9.1 Ordegrootte van het voorspelde effect (sterfte en draagkrachtafname) van Windpark Fryslân op visdief (broedvogel en niet-broedvogel), zwarte stern, dwergmeeuw, grote zaagbek en fuut volgens vier varianten. Alleen de effecten die, gelet op de desbetreffende instandhoudingsdoelstelling, mogelijk leiden tot een significant negatief effect zijn weergegeven. Resultaten afkomstig uit tabellen 5.2 en 5.3. Weergegeven zijn de soorten waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen en waarvoor Windpark Fryslân op zichzelf (zonder mitigatie) tot significant negatieve effecten kan leiden. b = broedvogel, sterfte berekend voor de maanden mei t/m juli. nb = niet-broedvogel, sterfte berekend voor de overige maanden.

Soort	Sterfte (aantal slachtoffers)				Aantasting leefgebied (aantal vogels)			
	Var 1)	Var 2)	Var 3)	Var 4)	Var 1)	Var 2)	Var 3)	Var 4)
Visdief (b)	30-40	50-60	30-40	40-50				
Visdief (nb)	60-70	90-100	50-60	70-80				
Zwarte stern	80-90	120-130	70-80	90-100	0-5	5-10	0-5	0-5
Dwergmeeuw					5-10	10-15	5-10	5-10
Fuut					10-20	10-20	5-10	10-15
Grote zaagbek					50-60	60-70	25-35	35-45

Benodigde mitigatie

De afname van de kwaliteit van het leefgebied is voor sommige vogelsoorten wezenlijk en dus zijn er robuuste oplossingen nodig om het leefgebied van soorten waarvoor het IJsselmeer is aangewezen te versterken (kwaliteitsimpuls). Dat betekent dat de draagkracht van het leefgebied voor deze vogelsoorten vergroot moet worden of op termijn veilig gesteld moet worden. Hiervoor zijn maatregelen nodig die o.a. het voedselaanbod en de beschikbaarheid van rust- en broedplaatsen voor soorten waarvoor het gebied is aangewezen vergroten. De sterfte kan direct gereduceerd worden door middel van een stilstandvoorziening.

Maatregelen

In het door WPF bv voorgestelde mitigatieplan zijn de volgende maatregelen voorzien:

1. stilstandvoorziening windturbines volgens 'shutdown-on-demand' principe;
2. aanleg van een werkeiland in het IJsselmeer voor de Afsluitdijk, gelet op de effecten van de windturbines wordt het eiland zo ingericht dat een ondiepe luwte ontstaat bij het eiland van voldoende omvang (25 ha);

Uitgangspunt is dat beide maatregelen in combinatie met elkaar uitgevoerd worden.

1) Stilstandvoorziening voor vogels

Shutdown-on-demand

Door de turbines van Windpark Fryslân stil te zetten in perioden dat er veel vliegende vogels in het windpark aanwezig zijn, kan het aantal aanvaringsslachtoffers onder verschillende soorten (visetende) watervogels sterk gereduceerd worden. In Windpark Fryslân gaat het in het kader van de Nbwet om reductie van de aantallen slachtoffers van de visdief (in het broedseizoen) en de zwarte stern. Omdat het voorkomen van zowel de zwarte stern als de visdief in het plangebied zeer gepiekt is, wordt in dit geval gekozen voor een 'hands on' aanpak voor de stilstandvoorziening. Dit betekent

dat de turbines niet gedurende de gehele periode dat de visdieven en/of zwarte stern in het IJsselmeer verblijven worden stilgezet, maar dat ze alleen worden stilgezet als er in het plangebied ook daadwerkelijk veel sterns aanwezig zijn. Daarbij is het ook niet altijd nodig om alle turbines uit te zetten, maar kan soms ook volstaan worden met het stilzetten van een deel van het windpark (alleen dat deel waar de vogels verblijven). Bij deze aanpak kan ook rekening gehouden worden met de vlieghoogte van de vogels. Wanneer veel vogels in het windpark aanwezig zijn die allemaal op lage hoogte onder de rotoren vliegen en dus geen risico lopen op een aanvaring, is er geen noodzaak voor het stilzetten van de windturbines. Het onder bepaalde voorwaarden gericht stilzetten van turbines wordt ook wel '*shutdown-on-demand*' genoemd. Om de turbines gericht stil te kunnen zetten moet de aanwezigheid van deze soorten in het windpark (in risicovolle perioden) continu gemonitord worden. Deze monitoring kan uitgevoerd worden door een waarnemer ter plaatse, of door gebruik te maken van technische hulpmiddelen zoals camera's en/of radars (*early warning system*). Bij een hoge dichtheid / groot aantal vogels van de betreffende soorten in het windpark (op rotorhoogte) worden alle of een deel van de turbines stilgezet. De huidige techniek maakt het mogelijk om windturbines binnen 30 seconden uit te schakelen.

In het zuiden van Portugal en Spanje zijn succesvolle tests met *shutdown-on-demand* uitgevoerd. In Portugal betrof het de reductie van aanvaringslachtoffers onder vogels die hoofdzakelijk zwevend vliegen. Gedurende de onderzoeksperiode van drie jaar zijn geen aanvaringslachtoffers van deze soorten meer vastgesteld. Dit betekent dus een reductie van 100%. Dit gaat wel gepaard met een intensieve visuele monitoring van de aanwezigheid van vogels in het windpark (door meerdere waarnemers tegelijkertijd). In Spanje ging het om de reductie van aanvaringslachtoffers van de vale gier. Ook bij deze studie was een duidelijke afname van het aantal aanvaringslachtoffers zichtbaar in de resultaten. Naar inschatting is het instellen van *shutdown-on-demand* op 10% van de turbines die het hoogste risico voor de vale gier veroorzaken, in slechts twee maanden van het jaar (september en december), voldoende om het aantal aanvaringslachtoffers met 50% te reduceren (Collier & Poot 2014).

Aanwezigheid zwarte stern en visdief in het plangebied

Omdat het voorkomen van de visdief en de zwarte stern in het plangebied zeer gepiekt is kan de stilstandvoorziening heel gericht op een beperkt aantal momenten ingezet worden, waarmee toch een sterke reductie van het aantal aanvaringslachtoffers gerealiseerd kan worden. Voor beide soorten geldt dat het voorkomen van hoge dichtheden in het plangebied van Windpark Fryslân beperkt is tot een aantal maanden in het jaar en binnen die maanden tot een aantal dag(del)en. Voor beide soorten geldt dat de vliegactiviteit in de nacht zeer beperkt is (Garthe & Hüppop 2004), waardoor de stilstandvoorziening alleen betrekking hoeft te hebben op de daglichtperiode.

Zwarte stern - De zwarte stern gebruikt het IJsselmeer om op te vetten voor de trek naar Afrika (van der Winden 2002). De zwarte stern foerageert boven het open water in het gehele IJsselmeer, waaronder in het plangebied. De zwarte stern is met de grootste aantallen in de periode juni t/m september in het IJsselmeer aanwezig, waarbij de aantallen in augustus en september het hoogst zijn (Heunks *et al.* 2015; figuur 4.58). De grootste dichtheden zijn in de (na)zomer in de omgeving van de slaapplaats op de Kreupel aanwezig (Poot *et al.* 2010). De dichtheid in het plangebied wordt bepaald door verschillende factoren waaronder voedselbeschikbaarheid en weersomstandigheden en de daarmee samenhangende foerageermogelijkheden. De zwarte stern foerageert boven het open water van het IJsselmeer voornamelijk op spiering. Dit betekent dat de dichtheid aan vliegende zwarte sterns hoger is op plekken waar op dat moment veel spiering aanwezig is.

Visdief - De visdief broedt in Natura 2000-gebied het IJsselmeer op (zand)platen, eilandjes en buitendijkse graslanden. De kolonies in het IJsselmeer liggen op de Kreupel, langs de Friese IJsselmeerkust en in de Ven, en in de directe omgeving op industrieterreinen en daken. Het totaal aantal broedparen bedroeg in de periode 2008 t/m 2012 gemiddeld 5.267 (tabel 5.4a). De Kreupel vormt met duizenden broedparen de grootste kolonie in het IJsselmeer. De visdief foerageert in het IJsselmeer voornamelijk op spiering, en in mindere mate op baars, voorn, pos en snoekbaars. Het zwaartepunt van de verspreiding ligt in de omgeving van De Kreupel. Ook het plangebied van Windpark Fryslân wordt als foerageergebied benut. De visdief verblijft ook in de nazomer met grote aantallen in het IJsselmeer (Heunks *et al.* 2015). Voor de visdief geldt net als voor de zwarte stern dat de ruimtelijke verspreiding van foeragerende vogels over het IJsselmeer vooral bepaald wordt door de voedselbeschikbaarheid en weersomstandigheden. Dat betekent dat dit zeer variabel is. Daarnaast speelt de afstand tot de broedkolonie een belangrijke rol van betekenis. De hoge dichtheden in het plangebied zullen beperkt zijn tot een aantal dag(del)en binnen de periode mei t/m september.

Implementatie in de praktijk - technische mogelijkheden en nut & noodzaak verder onderzoek.

Er is wereldwijd een aantal windparken waarbij een systeem in werking is dat de windturbines (automatisch) stilzet als een groot aantal vogels in (de omgeving van) het windpark aanwezig is. De soorten waar het in deze windparken om gaat zijn echter over het algemeen grote, relatief langzaam vliegende vogels zoals gieren (Collier & Poot 2014). Een systeem zoals benodigd in Windpark Fryslân om de turbines stil te zetten zodra zwarte sterns of visdieven in hoge aantallen aanwezig zijn, is nog nergens in werking. Dit zou dus voor Windpark Fryslân ontwikkeld moeten worden. Daarbij is het waarschijnlijk de grootste uitdaging om continu de aanwezigheid van vogels in het windpark te meten en daarbij onderscheid te maken tussen verschillende soorten. Daarbij zal het systeem onderscheid moeten kunnen maken tussen gelijkende soorten als de visdief, zwarte stern en bijvoorbeeld kokmeeuw. Bij de keuze tussen een 'hands-on' of een 'fixed' aanpak voor de stilstandvoorziening zullen de kosten en benodigde tijd voor de ontwikkeling van een dergelijk systeem

afgewogen moeten worden tegen de baten van het beperken van de stilstandvoorziening, zowel in ruimte (niet alle turbines hoeven altijd stilgezet te worden) als in tijd. Een 'fixed' aanpak vereist geen continue monitoring van de aanwezigheid van vogels, maar zal wel voorzichtig ingestoken moeten worden, waardoor het gehele windpark gedurende de gehele risicovolle periode voor zwarte stern en visdief stilgezet moet worden en de turbines ook vaak stil zullen staan op dagen dat er weinig vliegende vogels van de betreffende soorten in het windpark aanwezig zijn.

Om de mogelijke praktische invulling van een *hands-on* stilstandvoorziening meer inzichtelijk te maken zal de komende jaren (voordat het windpark gerealiseerd is) locatiespecifieke informatie verzameld worden over de aanwezigheid en het vlieggedrag van zwarte sterns en visdieven. Hierbij zal bepaald worden hoe de gepiektheid in het voorkomen van de visdief en zwarte stern zich in tijd en ruimte manifesteert. Hiermee kan het principe van een shutdown on demand systeem nader gedefinieerd zal worden.

2) Aanleg werkeiland

Aanleg van een werkeiland dat natuurinclusief is ontworpen zorgt voor vergroting van het oppervlak aan ondiepe oeverzones, waar waterplanten kunnen groeien en waar vissen kunnen paaien, groeien en schuilen. Daarnaast kunnen driehoeksmosselen zich vestigen op het harde substraat van het luwte-element. De waterplanten, vissen en driehoeksmosselen in de luwte bieden foerageermogelijkheden voor watervogels. Daarnaast kunnen vogels het luwte-element evenals de luwe zone benutten als rustgebied (Liefveld *et al.* 2008). Het werkeiland zal in feite functioneren als een vooroever. Een voorbeeld van een vooroever in het IJsselmeer is de scheepvaartveiligheidsvoorziening die in verband met Windpark Noordoostpolder is aangelegd. In het Markermeer zijn de vooroevers langs de Houtribdijk en Oostvaardersdijk voorbeelden (Liefveld *et al.* 2009).

Het eiland (verder ook wel natuurvoorziening genoemd) krijgt een brede, zachte uitvoering. Hierdoor zal de dam zelf een functie kunnen vervullen als rustgebied voor bijvoorbeeld sterns en meeuwen. Omdat het eiland op korte afstand van de Waddenzee gepositioneerd wordt biedt het meer mogelijkheden voor vogels uit het IJsselmeer om gebruik te maken van de foerageermogelijkheden in de Waddenzee en *vice versa* (gebruik vooroever als rustgebied).

Bij het ontwerp van het werkeiland is rekening gehouden met onderstaande richtlijnen. Deze richtlijnen zijn vooral gebaseerd op monitoringsresultaten van de vooroevers bij de Houtribdijk, aangevuld met ervaringen uit andere projecten zoals de vooroever voor de Oostvaardersdijk.

- Een luwte-element (dam van stortstenen of zand) wordt aangelegd op voldoende afstand van de oever (Afsluitdijk) om predatie door grondpredatoren van het vasteland te voorkomen.
- De lengte van het luwte-element bedraagt ca. 1 km.
- De breedte van het luwte-element bedraagt 10-20 meter.

- Het luwte-element wordt niet tussen het windpark en de Afsluitdijk gelegd, maar op minimaal 3.000 meter afstand (richting het vaste land van Friesland of Noord-Holland)
- Achter het luwte-element wordt zand aangebracht zodat een flauw aflopende en ondiepe oeverzone ontstaat.
- De locatie van de natuurvoorziening moet dusdanig gekozen worden dat een alternatieve rustplaats wordt geboden voor duikeenden en andere watervogels die ter hoogte van het windpark langs de afsluitdijk rusten. Door deze rustende watervogels op enige afstand van het windpark een alternatief aan te bieden kan het aantal vliegbewegingen door het windpark, en daarmee het risico op aanvaringsslachtoffers, verkleind worden. Om de benthos etende watervogels binnen het bereik van de foerageergebieden een alternatieve rustplaats te kunnen bieden in plaats van de luwte langs de afsluitdijk ter hoogte van het windpark, dient de afstand tussen de natuurvoorziening en de luwte langs de Afsluitdijk ter hoogte van het windpark niet meer dan enkele kilometers (max. 5 km) te bedragen en dient de natuurvoorziening langs de Afsluitdijk te liggen.
- De hoofdwindrichting is van invloed op vormgeving en oriëntering van het luwte-element. Hierbij moet een evenwicht gevonden worden tussen het bieden van voldoende beschutting en het garanderen van voldoende doorstroming. Wanneer dammen loodrecht op de voornaamste windrichting aangelegd worden en er een goede doorstroming is achter de dam, zal minder slibophoping plaatsvinden, wat positief is voor de vestiging van waterplanten en driehoeksmosselen. Aandacht is in dat geval vereist om te voorkomen dat er te weinig luwte achter de dam ontstaat om de gewenste beschutting te geven, bijvoorbeeld voor jonge vis. Hier moet een goed evenwicht in gevonden worden (Liefveld *et al.* 2008).
- De hoogte van het luwte element dient in stand te blijven. Wanneer het luwte-element op een zachte bodem wordt aangelegd, wordt in het ontwerp rekening gehouden met het wegzakken van het luwte-element, bijvoorbeeld door de hoogte van het element hierop aan te passen of door de dam later op te hogen (Liefveld *et al.* 2008).
- Het luwte-element moet niet te laag zijn omdat golven er dan alsnog overheen kunnen slaan, waardoor de dam niet goed beschermt tegen golfslag.
- Vegetatiesuccessie dient te worden voorkomen (ontwerp en/of beheersopgave), zodat het luwte-element geschikt blijft als rustgebied voor vogels.
- Het werkeiland dient uiterlijk zodra de helft van de windturbines is geplaatst ingericht te zijn volgens de richtlijnen en in rust gelaten te worden. Zodoende kan het werkeiland op tijd zijn ecologische functie gaan vervullen.

9.3 Mitigatie in het kader van de Ffwet

Vogels

Om het aantal aanvaringsslachtoffers van de zwarte stern en visdief te beperken zal een stilstandvoorziening toegepast worden. In het kader van de Nbwet moet voor exact dezelfde soorten een stilstandvoorziening toegepast worden. De stilstandvoorziening dient zo ontworpen te worden dat voor beide soorten zowel in het kader

van de Nbwet als in het kader van de Ffwet de sterfte voldoende wordt beperkt. Voor een nadere beschrijving van de stilstandvoorziening verwijzen we naar §9.2. Het effect van deze mitigerende maatregel is in hoofdstuk 10 zowel in het kader van de Nbwet als in het kader van de Ffwet beschreven.

10 Effecten van mitigerende maatregelen

10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten van de maatregelen uit het mitigatieplan beschreven. Dit gebeurt voor de afzonderlijke maatregelen (§10.2) en vervolgens worden in hoofdstuk 11 de effecten van Windpark Fryslân inclusief de mitigerende maatregelen (als totaalpakket) beoordeeld in het licht van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. De beschrijving van het effect beperkt zich niet alleen tot de soorten waarvoor de mitigatieopgave geldt. De effecten die kunnen optreden tijdens de aanlegfase van de natuurvoorziening (vooroever/werkeiland) worden apart beschreven (§10.3).

10.2 Effect van mitigerende maatregelen

1) Stilstandvoorziening voor vogels

Uit de eerste effectbeoordeling in het kader van de Nbwet en de Ffwet blijkt dat voor de zwarte stern en voor de visdief mitigatie in de vorm van een stilstandvoorziening nodig is om de additionele sterfte, veroorzaakt door het gebruik van Windpark Fryslân, te beperken (zie hoofdstuk 5 en hoofdstuk 8). Voor beide soorten geldt dat de sterfte binnen de grenzen valt van wat de populatie van het IJsselmeer (en dus ook de Nederlandse populatie) zou moeten kunnen dragen. Zowel voor de zwarte stern als voor de visdief (in iets mindere mate) geldt echter ook dat de voorspelde sterfte dusdanig hoog is dat de druk op de populaties sterk toeneemt. Met andere woorden, door Windpark Fryslân zonder stilstandvoorziening te realiseren wordt veel van de ruimte of flexibiliteit van de populaties van de zwarte stern en de visdief in het IJsselmeer 'opgebruikt' waardoor combinatie van Windpark Fryslân met andere plannen, projecten of autonome ontwikkelingen die ook tot additionele sterfte leiden tot een dalende trend van de lokale populatie zou kunnen leiden.

Uitgangspunt effectbepaling stilstandvoorziening vogels

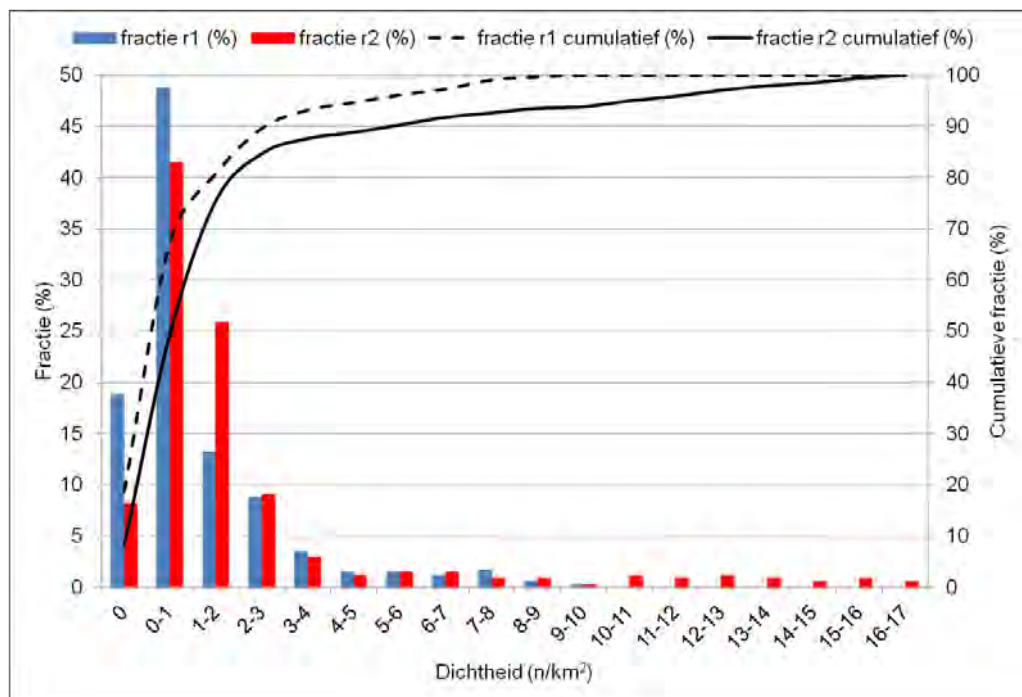
Als vuistregel en om een eerste indruk te krijgen van effecten is een stilstand van 1% van de tijd als uitgangspunt gehanteerd. Een jaar van 365 dagen telt in totaal 8.760 uur, 1% van deze tijd bedraagt dus ruim 87 uur. De stilstandvoorziening wordt toegespitst op de daglichtperiode in de maanden mei t/m september. In de overige maanden kunnen de windturbines zonder beperkingen voor zwarte stern en visdief draaien.

Inschatting te behalen reductie met stilstand gedurende 1% van de tijd

Op basis van het hiervoor beschreven uitgangspunt (87 uur stilstand) en de slachtofferberekeningen die ten behoeve van de effectbeoordeling zijn uitgevoerd voor de zwarte stern en de visdief, is een grove inschatting gemaakt van de sterftereductie die minimaal behaald kan worden.

Op basis van de telgegevens van Bureau Waardenburg en de meerjarige telgegevens van Rijkswaterstaat is in de slachtofferberekeningen voor de zwarte stern met name in de maanden augustus en september een hoog aantal vliegbewegingen door het plangebied aangehouden (zie ook Heunks *et al.* 2015). Voor de zwarte stern zal de mitigatie dan ook toegespitst worden op deze twee maanden. De visdief vertoont in de gehele periode (mei t/m september) frequent vliegbewegingen door het plangebied. De stilstandvoorziening zal voor de visdief dan ook ingezet worden op piekmomenten in deze hele periode.

Om een indruk te krijgen van de 'gepiektheid' in het voorkomen van de zwarte stern en tevens van de vliegintensiteit tijdens een piekmoment is een overzicht gemaakt van de ruimtelijke verspreiding van dichtheden van de zwarte stern over het IJsselmeer tijdens twee tellingen die vanuit vliegtuigen zijn uitgevoerd in augustus 2010 (figuur 10.1). Op basis van deze telgegevens is voor vele verschillende deelgebiedjes (>500) in het IJsselmeer een dichtheid berekend. Uit de figuur wordt duidelijk dat lage dichtheden veelvuldig voorkomen en dat in slechts een paar deelgebiedjes een duidelijk hogere dichtheid zwarte sterns aanwezig was (lange staart aan de verdeling).



Figuur 10.1 Frequentie van het voorkomen van dichtheden van de zwarte stern in het IJsselmeer tijdens twee tellingen (r1 en r2) in augustus 2010. De balken representeren het percentage per klasse en de lijnen representeren het cumulatieve percentage.

Voor het inschatten van het effect van de stilstandvoorziening gaan we ervan uit dat de turbines alleen stil gezet worden bij een hoge dichtheid (groot aantal) zwarte sterns of visdieven in het windpark. De gemiddelde dichtheid die tijdens de tellingen in augustus 2010 is vastgesteld bedroeg 1 zwarte stern per km². Uit de figuur is af te leiden dat de 'pieken' lopen van ongeveer 4 tot 17 zwarte sterns per km². Als

uitgangspunt stellen we dat op een piekmoment ongeveer 10 zwarte sterns per km² aanwezig zijn. Dit betekent dat de dichtheid of vliegintensiteit tijdens zo'n piek ongeveer (grove inschatting) 10 keer hoger ligt dan gemiddeld.

Om een inschatting te maken van de sterftereductie die ongeveer behaald kan worden is uitgegaan van ruim 87 uur stilstand in totaal (1% van de tijd), verdeeld over de maanden mei t/m september en verdeeld over de 'piekmomenten' in aanwezigheid van de zwarte stern en de visdief. Om inzicht te krijgen in de sterftereductie die met 87 uur stilstand behaald kan worden hebben we 50 uur voor de visdief als uitgangspunt genomen (10 uur per maand in de maanden mei t/m september) en de resterende 37 uur stilstand voor de zwarte stern (18,5 uur in augustus en 18,5 uur in september). Voor beide soorten is voor deze maanden de gemiddelde flux per uur door het windpark bepaald, zoals aangenomen in de slachtofferberekeningen. De mogelijke sterftereductie is ingeschat met behulp van het Flux-Collision Model (zie bijlage 4). Voor de uren dat een windturbine wordt stilgezet wordt aangenomen dat de flux door het windpark 0 bedraagt (geen risico op aanvaringen). Daarnaast is aangenomen dat de flux in die uren 10x de gemiddelde flux per uur bedroeg, want de windturbines zullen alleen op piekmomenten stilgezet worden. De visdief profiteert vanzelfsprekend mee als de turbines stilstaan voor de zwarte stern en andersom. De piekmomenten van de zwarte stern en de visdief vallen niet per definitie samen. Wanneer de windturbines stil worden gezet op piekmomenten van de zwarte stern, is het voor de visdief dus niet zeker of er dan ook veel vogels in het windpark aanwezig zullen zijn. Bij wijze van *worst case* scenario nemen we aan dat voor de zwarte stern op de momenten dat de windturbines stil zijn gezet voor de visdief, momenten met een gemiddelde flux per uur worden gemitigeerd (en *vice versa*). De berekeningen zijn uitgevoerd voor variant 2, omdat dit de variant is met de grootste effecten. Als de mitigatie voor deze variant voldoet, dan is dat voor de andere varianten ook het geval.

Op basis van deze aannames is voor de zwarte stern en de visdief een resterende sterfte berekend zoals weergegeven in tabel 10.1. Voor de zwarte stern kan (op basis van de huidige aannames) een sterftereductie van bijna 50% behaald worden. Voor de visdief kan een sterftereductie van 20% behaald worden. De berekende getallen zijn bedoeld om een eerste indicatie te geven van wat mogelijk is en hangen sterk samen met de (voorzichtige / *worst case*) aannames. De werkelijke reductie zal uiteindelijk afhangen van de praktische invulling van de stilstandvoorziening. Door de stilstandvoorziening te *finetunen* zal een hogere reductie van het aantal slachtoffers behaald kunnen worden. Hoeveel hoger is op dit moment (op basis van de beschikbare gegevens) niet in te schatten. De resultaten laten in ieder geval zien dat wanneer de turbines 1% van de tijd gericht stilgezet worden op momenten dat er veel vliegende zwarte sterns of visdieven in het windpark aanwezig zijn, een wezenlijke reductie van het aantal aanvaringslachtoffers gerealiseerd kan worden. In hoofdstuk 11 wordt het effect van Windpark Fryslân met inbegrip van mitigerende maatregelen beoordeeld in het licht van de Nbwet en de Ffwet.

Tabel 10.1 Voorspelde sterfte in Windpark Fryslân voor de zwarte stern en de visdief zonder (zie tabel 5.2) en met mitigatie in de vorm van een stilstandvoorziening. Gepresenteerde getallen hebben betrekking op variant 2 (worst case).

Soort	Sterfte zonder mitigatie	Indicatie sterfte met mitigatie	Percentage
zwarte stern	120-130	60-70	>45%
visdief totaal	140-160	110-130	20%

De stilstandvoorziening leidt niet alleen tot een reductie van de sterfte van visdieven en zwarte sterns, maar zorgt ook voor een reductie van de sterfte van andere vogelsoorten die in de periode mei t/m september overdag in het plangebied aanwezig zijn. Soorten die mee kunnen profiteren van de stilstandvoorziening zijn bijvoorbeeld meeuwen en aalscholvers. Omdat de windturbines gericht stil worden gezet op dag(del)en dat er veel visdieven of zwarte sterns aanwezig zijn is de totale sterftereductie voor andere soorten beperkt en ook niet goed te kwantificeren.

2) Werkeiland (natuurvoorziening)

Door de aanleg van een werkeiland met een ondiepte luwte (effectief een vooroever) ontstaat een ondiepe oeverzone waar waterplanten kunnen groeien en waar vissen kunnen paaien, groeien en schuilen. Daarnaast kunnen driehoeksmosselen zich vestigen op het harde substraat van het luwte-element. De waterplanten, vissen en driehoeksmosselen in een vooroever bieden foerageermogelijkheden voor watervogels. Daarnaast kunnen vogels het luwte-element evenals de luwe zone in een vooroever benutten als rustgebied (Liefveld *et al.* 2008). Langs de Houtribdijk en vóór de Oostvaardersdijk (beide in het Markermeer) zijn al vooroevers aangelegd. Resultaten van monitoringsonderzoek bij deze vooroevers zijn gebruikt om de effecten van de aanleg van een vooroever voor de Afsluitdijk in te schatten (Noordhuis & van Schie 2007, Bouma & Broeckx 2011). In het IJsselmeer is ten behoeve van Windpark Noordoostpolder recent een scheepvaartveiligheidsvoorziening aangelegd. Achter deze dam is een ondiepe luwe zone gecreëerd, wat betekent dat de effecten van de aanleg van deze dam op hoofdlijnen vergelijkbaar zijn met die van de aanleg van een vooroever. De effectbepaling voor deze scheepvaartveiligheidsvoorziening is dan ook als informatiebron voor voorliggende effectinschatting gebruikt (Liefveld *et al.* 2009).

Waterplanten

Uit het monitoringsonderzoek bij de vooroevers langs de Houtribdijk bleek dat het aantal soorten waterplanten in de vooroevers 2,5 keer hoger lag dan langs de reguliere oevers. De totale bedekking van waterplanten bleek in de vooroevers ruim 100 keer hoger te zijn dan langs de reguliere oevers (Noordhuis & van Schie 2007, Bouma & Broeckx 2011). Ook in de vooroever bij de Oostvaardersdijk was het aantal soorten waterplanten hoger dan in het referentiegebied (Bouma & Broeckx 2011). Vooroevers bieden dus gelegenheid aan een hoge bedekking van waterplanten en een verscheidenheid aan soorten. Voor watervogels in het IJsselmeer die waterplanten eten, zijn onder andere kranswieren en fonteinkruiden van belang. De bedekkingpercentages van de verschillende soorten kranswieren en fonteinkruiden waren in de vooroevers langs de Houtribdijk groter dan langs de reguliere oevers (Noordhuis & van Schie 2007, Bouma & Broeckx 2011).

Vissen

Uit hetzelfde monitoringsonderzoek bij de Houtribdijk is gebleken dat zowel het aantal vissen als de visbiomassa in de vooroevers (vele malen) groter was dan langs de reguliere oevers. Ook in de vooroever voor de Oostvaardersdijk was de visbiomassa vele malen hoger dan in het referentiegebied langs de reguliere oever. De aanleg van vooroevers heeft voor spiering geen meerwaarde, behalve als ei-afzetplek op de stenen dammen. Het is immers een soort die vrijwel exclusief aan het open water gebonden is. Met name de biomassa van blankvoorn, brasem en winde was hoger in de vooroevers dan in het open water. Met name voor deze vissoorten heeft de aanleg van vooroevers in potentie dus een positief effect (Noordhuis & van Schie 2007, Bouma & Broeckx 2011). Dat betekent dat er een visgemeenschap toegevoegd wordt aan het systeem van het open water en de diversiteit en productiviteit meer gevarieerd wordt.

Het IJsselmeer is momenteel relatief beperkt in visdiversiteit. Talrijke soorten die in de huidige situatie van belang zijn voor visetende watervogels (en andere vissen) zijn spiering en pos. De afhankelijkheid van deze twee soorten maakt het systeem voor watervogels waarvoor het gebied is aangewezen kwetsbaar. Een vergroting van de biodiversiteit aan vissoorten kan bijdragen aan een versterking van de draagkracht. In seizoenen of jaren met een ongunstig aanbod aan spiering of pos kunnen andere vissoorten mogelijk als vervangend voedsel of als aanvulling dienen in het menu. Vooroevers kunnen juist een positief effect hebben op soorten, zoals voorns, die nu schaars zijn in het open water. Kleine maten van deze soorten zijn ook geschikt voedsel voor visetende watervogels zoals visdief, fuut en zaagbekken. Indien de toekomstige beroepsvisserij geen nadelige invloed heeft op deze visbestanden kunnen vooroevers bijdragen aan de risicospreiding in de voedselvoorziening voor verschillende soorten visetende watervogels.

Driehoeksmosselen

Bij de Houtribdijk bleek dat de dichtheid van driehoeksmosselen binnen de vooroevers laag was. Daarentegen werd vastgesteld dat de stenen van de vooroevers op sommige locaties wel bedekt waren met mosselen. In de vooroever langs de Oostvaardersdijk groeiden, evenals in het bijbehorende referentiegebied, nauwelijks driehoeksmosselen. Op de stenen van de vaste oever van het referentiegebied en op de buitenzijde van de dam van de vooroever waren echter wel zeer hoge dichtheden driehoeksmosselen aanwezig (Noordhuis & van Schie 2007, Bouma & Broeckx 2011).

Vogels

De aanleg van een vooroever voor de Afsluitdijk heeft voor vogels een positief effect op de kwaliteit van het leefgebied in de vorm van extra rustgebied en foeragemogelijkheden. Het luwte-element biedt ruimte voor enkele tientallen tot honderden rustende sterns, meeuwen en aalscholvers en kan als hoogwatervluchtplaats gebruikt worden door mogelijk enkele honderden steltlopers die bij laagwater in de Waddenzee foerageren (tabel 10.2). De vogels die op de vooroever rusten hebben het voordeel dat ze zowel het IJsselmeer als de Waddenzee als foerageergebied kunnen benutten.

Gezien de afstand tot het geplande windpark (3-6 kilometer) zal het aanbod aan vliegende vogels in het plangebied niet toenemen ten opzichte van de huidige situatie. De aanleg van de vooroever heeft daarom geen extra aanvaringskans voor betreffende vogelsoorten tot gevolg. De luwe zone achter de vooroever kan door duikeenden en andere watervogels als rustgebied gebruikt worden. Een deel van de duikeenden die in de huidige situatie op dagrustplaatsen tussen de Afsluitdijk en het geplande windpark verblijven zal de vooroever als nieuwe dagrustplaats gaan gebruiken. Door deze verschuiving naar dagrustplaatsen die op grotere afstand van het geplande windpark liggen zullen duikeenden die 's nachts vanaf de nieuwe dagrustplaats het IJsselmeer opvliegen een kleiner risico hebben om in aanvaring te komen met de geplande windturbines. Deze mitigerende maatregel betekent voor duikeenden daarom niet alleen een verbetering van leefgebied, maar ook een reductie van de sterfte die voor Windpark Fryslân voorzien is. De kolonisatie van waterplanten, vissen en mogelijk ook driehoeksmosselen leidt tot een hoger voedselaanbod voor watervogels. Omdat het habitat achter de vooroevers geen leefgebied is voor spiering levert de maatregel weinig extra voedselaanbod op voor visetende watervogels als sterns.

Het aantal futen en zaagbekken zal in de vooroever toenemen. Het aantal duikeenden op dagrustplaatsen langs de Afsluitdijk zal toenemen. Gezien de afstand en ligging ten opzichte van het windpark zal dit geen effect hebben op het aanbod vliegende vogels in het plangebied.

De eerste resultaten van de effectmonitoring van de scheepvaartveiligheidsvoorziening (SVV) bij de Noordoostpolder laten zien dat de vooroever, in lijn met de verwachting, veel watervogels aantrekt (Pohlman 2014). Verschillende visetende watervogels (o.a. aalscholver, visdief en fuut) gebruiken de SVV als rust- en foerageergebied. Omdat de vooroever in het mitigatieplan van Windpark Fryslân een zachte brede uitvoering kent, zal dit nog meer potentie bieden als rustplaats voor o.a. sterns en meeuwen.

Tabel 10.2 *Kwantificering van het effect van de aanleg van een (ca. 1 km lange) vooroever op vogels. Het gaat om een zachte en breed uitgevoerde vooroever (werkeiland) voor de Afsluitdijk. Voor verschillende soort(groep)en is het effect op drie verschillende functies van het leefgebied gescoord, zijnde: broeden, rusten en foerageren. Tevens is het effect op sterfte door aanvaringen met de windturbines van Windpark Fryslân aangegeven (overleving). - = negatief effect, 0 = geen effect, + = positief effect, ++ = zeer positief effect, ? = effect onbekend. Waar mogelijk is ingeschat hoeveel vogels (ordegrootte) gebruik kunnen gaan maken van de betreffende functie van het leefgebied: 10-tallen, 100-den of 1000-den. De soorten waarvoor in het kader van de Nbwet op basis van de effecten van Windpark Fryslân (zonder cumulatie) een mitigatieopgave geldt m.b.t. aantasting kwaliteit leefgebied, zijn dik gedrukt.*

soort	broeden	rusten	foerageren	overleving
zwarte stern	0	100-en	0	0
dwergmeeuw	0	100-en	0	0
grote zaagbek	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
fuut	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
visdief	0	100-en	10-tallen	0
aalscholver	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
zaagbekken	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
ganzen & zwanen	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
(duik)eenden	0	1.000-en	10-tallen	+
meerkoet	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
steltlopers	0	100-en	0	0
meeuwen	0	100-en	0	0

10.3 Effecten tijdens de aanlegfase van het werkeiland

Afgezien van het additionele effect van het mitigatieplan tijdens de exploitatiefase kunnen de voorgenomen mitigerende maatregelen ook tijdens de aanlegfase een effect hebben op beschermde soorten en habitats. Dit betreft alleen het werkeiland (vooroever). Bij de voorgenomen stilstandvoorziening voor vogels is geen sprake van een aanlegfase.

Het werkeiland wordt zacht uitgevoerd (van zand) met enkele korte dammen om de zachte materialen (zand) op te sluiten. Achter de vooroever bevindt zich een luwte met een ondiepte. De realisatie van het eiland en de ondiepte over circa 25 ha leidt in potentie tot slibopwerveling. Slibopwerveling leidt tot een tijdelijk en lokaal verminderd doorzicht (enkele uren tot maximaal circa een dag) en kan het succes van voedselverzameling van vogels welke een bepaald niveau van doorzicht in het water nodig hebben beïnvloeden. Tevens kan dit een negatieve invloed hebben door verlies van driehoeksmosselen (areaalverlies). Bij het storten van zand en stenen ontstaat onderwatergeluid. Voor het gebruik tijdens de bouwfase zullen mogelijk damwanden of meerpalen worden geplaatst om een aanlegmogelijkheid te creëren voor laden en lossen. Dit zal beperkt qua omvang zijn aangezien slechts 1-2 schepen tegelijk aan/afmeren.

De aspecten waar rekening mee gehouden dient te worden tijdens de aanlegfase van het eiland zijn vergelijkbaar met de aspecten die relevant zijn tijdens de aanleg van

de windturbines (H5 t/m 8). De effecten zijn vergelijkbaar, maar zijn kleiner van omvang (meer lokaal) en hebben een kortere doorlooptijd (maximaal enkele maanden).

11 Effecten beoordeeld met mitigatie

11.1 Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998

11.1.1 Beoordeling van effecten tijdens de aanlegfase

In de bouwfase van het windpark en de natuurvoorziening kan afhankelijk van de wijze van aanleg de kwaliteit van het leefgebied van vogels worden aangetast door bouwverkeer en werkzaamheden. De effecten zijn heel lokaal en tijdelijk van aard. Omdat de verschillende locaties gefaseerd worden aangelegd en slechts op een beperkt aantal locaties gelijktijdig wordt gewerkt, blijven op het water voldoende alternatieve rust- en foerageergebieden aanwezig waarnaar verstoorde vogels kunnen uitwijken. De aanlegwerkzaamheden van het windpark en de natuurvoorziening zullen geen blijvend negatief effect hebben op de soorten en habitats waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer en andere Natura 2000-gebieden binnen de invloedssfeer aangewezen zijn. Significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingdoelen van alle betreffende Natura 2000-gebieden zijn uitgesloten.

11.1.2 Effecten van Windpark Fryslân in de gebruiksfase met mitigatie

In Deel II is vastgesteld welke negatieve effecten de ontwikkeling van Windpark Fryslân kan hebben op vogels in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Voor verschillende vogelsoorten is sprake van additionele sterfte door aanvaringen en/of aantasting van de kwaliteit van het leefgebied door verstoring van foeragerende of rustende vogels. Aangezien significant negatieve effecten op de populaties van visdief (broedvogel), zwarte stern, dwergmeeuw, fuut en grote zaagbek als gevolg van Windpark Fryslân op zichzelf niet met zekerheid zijn uit te sluiten, is onderzocht of voor deze vijf soorten mitigerende maatregelen zijn toe te passen zodat, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, significant negatieve effecten op Natura 2000-gebied IJsselmeer met zekerheid uitgesloten kunnen worden. De beoordeling van effecten richt zich daarom allereerst op deze vijf soorten. Voorts wordt ook voor andere vogelsoorten bepaald hoe groot het totaaleffect van Windpark Fryslân met mitigatie is.

Mitigatie additionele sterfte zwarte stern en visdief

Voor de **visdief** en **zwarte stern** wordt de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân door middel van een stilstandvoorziening volgens 'shutdown-on-demand' gereduceerd (§10.2). Wanneer uit wordt gegaan van 1% stilstand (in de tijd) kan voor de zwarte stern een reductie van het voorspelde aantal aanvaringssslachtoffers van >45% behaald worden. Voor de visdief kan een minimale reductie van 20% van het aantal aanvaringssslachtoffers behaald worden. Dit geldt zowel voor de vogels die tot de broedpopulatie van het IJsselmeer behoren, als voor de broedvogels uit andere gebieden die (deels buiten het broedseizoen) in het IJsselmeer foerageren. Voor beide soorten zal de (voorspelde) sterfte voor alle vier de varianten met de voornoemde voorzichtig ingeschatte sterftereductie nog boven de 1%-mortaliteitsnorm liggen. In §5.6 is echter aangetoond dat de sterfte voor beide soorten (ruim) boven de

1%-mortaliteitsnorm kan liggen, zonder een effect op de populatie te veroorzaken. Om de druk op beide populaties niet te veel te laten toenemen is aangegeven dat de sterfte gemitigeerd moet worden. De resterende sterfte leidt voor beide soorten, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, niet tot een significant negatief effect op Natura 2000-gebied IJsselmeer (ongeacht de variant). In §11.1.3 zal bepaald worden of ook in samenhang met de effecten van andere projecten / initiatieven in (de omgeving van) het IJsselmeer significant negatieve effecten met zekerheid uitgesloten kunnen worden.

Mitigatie aantasting leefgebied grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern

De aanleg van een werkeiland (vooroever) voor de Afsluitdijk betekent een kwaliteitsimpuls voor het leefgebied van de grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern. Voor deze soorten zal rustgelegenheid in het IJsselmeer toenemen en daarmee de draagkracht van het gehele leefgebied. Voor de grote zaagbek en fuut neemt tevens de foerageergelegenheid toe. In de periode waarin de dwergmeeuwen en zwarte sterns in het IJsselmeer verblijven hebben de vogels die van de vooroever nabij de Afsluitdijk gebruik maken als rustgebied bovendien extra foerageermogelijkheden in de Waddenzee. Extra foerageergelegenheid in de Waddenzee betekent tevens een risicospreiding voor de betreffende vogelsoorten omdat er hierdoor in tijden van voedselschaarste in het IJsselmeer uitwijkmogelijkheden zijn naar alternatieve foerageergebieden in de Waddenzee en *vice versa*. Dit draagt bij aan een hogere draagkracht van het IJsselmeer en de Waddenzee voor de betreffende vogelsoorten. De vogels zullen hierdoor in een betere conditie verkeren waardoor de overleving en/of reproductie toeneemt en daarmee de populatieomvang.

Door de aanleg van een vooroever zijn de negatieve effecten van Windpark Fryslân voor grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern (verstoring van foeragerende vogels / afname kwaliteit leefgebied) volledig gemitigeerd, ongeacht welke variant. In geval van variant 3 en 4 kan het totaaleffect voor de grote zaagbek en fuut zelfs licht positief zijn. Met inachtnaam van deze mitigerende maatregel kunnen significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelen van het IJsselmeer voor de grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern worden uitgesloten. Voor alle vier de soorten is rekening houdend met mitigatie geen sprake van een resteffect met betrekking tot aantasting van de kwaliteit van het leefgebied. Dit hoeft dan ook niet meer in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten beschouwd te worden.

Totaaleffect Windpark Fryslân met mitigatie voor overige soorten

Voor zes andere vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer of andere omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zijn *significante* effecten op deze Natura 2000-gebieden van uitsluitend het project Windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten, maar is wel een negatief effect aanwezig (tabel 5.2 en 5.3). Dit betreft: grauwe gans, topper, kuifeend, brilduiker, tafeleend en kleine mantelmeeuw. Hetzelfde geldt voor de dwergmeeuw als het gaat om sterfte. Voor deze soorten is onderzocht of de voor-

genomen mitigerende maatregelen de negatieve effecten van Windpark Fryslân kunnen neutraliseren (tabel 11.2; zie tabel 11.1 voor de dwergmeeuw). Wanneer dit niet het geval is en dus sprake is van negatieve 'rest-effecten' wordt het effect van Windpark Fryslân, inclusief mitigerende maatregelen, in cumulatie met effecten van andere projecten en initiatieven in het IJsselmeer getoetst (§11.1.3).

Voor **tafeleend** en **kleine mantelmeeuw** gaat het om sterfte van een dermate beperkte omvang dat dit kleine negatieve effect teniet gedaan wordt door het positieve effect dat de realisatie van de vooroever voor beide soorten zal hebben. Het totale (rest)effect zal daardoor mogelijk licht positief zijn (tabel 11.2). De kleine mantelmeeuw zal daarnaast enigszins kunnen profiteren van de stilstandvoorziening die voor de zwarte stern en de visdief wordt toegepast. De kleine mantelmeeuw vertoont namelijk net als de visdief en de zwarte stern met name overdag en hoofdzakelijk in het zomerhalfjaar vliegbewegingen door het plangebied. Voor beide soorten is het effect van Windpark Fryslân op de Natura 2000-gebieden die voor deze soorten zijn aangewezen (IJsselmeer, Duinen en Lage land Texel en/of Duinen Vlieland) dermate klein dat het in combinatie met de effecten van andere plannen en projecten nooit de oorzaak kan zijn voor het optreden van significant negatieve effecten. Beide soorten worden in de verdere cumulatiestudie dan ook buiten beschouwing gelaten.

Door de aanleg van een vooroever zal het IJsselmeer voor de **grauwe gans**, **brilduiker**, **kuifeend** en **topper** een kwaliteitsimpuls krijgen die de potentiële aantasting van de kwaliteit van het leefgebied als gevolg van Windpark Fryslân neutraliseert. Voor de grauwe gans kan het totale (rest)effect zelfs licht positief zijn. Voor de kuifeend en topper zal door de aanleg van de vooroever tevens de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân afnemen (§10.2). De grauwe gans, brilduiker en kuifeend kunnen in de verdere cumulatiestudie buiten beschouwing gelaten worden omdat er geen sprake is van een resteffect (tabel 11.2). De topper zal wel in de cumulatiestudie betrokken worden in verband met een resteffect in de vorm van sterfte (zie hieronder). Voor deze soort zal in de cumulatiestudie verder geen aandacht meer besteed worden aan aantasting van de kwaliteit van het leefgebied omdat dit effect door de aanleg van de vooroever volledig geneutraliseerd wordt.

Voor de **topper** kan de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân niet volledig gemitigeerd kan worden met de voorgenomen stilstandvoorziening (tabel 11.2). De stilstandvoorziening heeft geen effect op de additionele sterfte van toppers, omdat stilstand niet is voorzien op de momenten dat deze soort risico loopt om in aanvaring te komen met de geplande windturbines (gedurende de nacht in de wintermaanden). Cumulatie van de effecten van Windpark Fryslân (inclusief mitigatie) met de effecten van andere plannen of projecten in het IJsselmeer moet daarom uitwijzen of significant negatieve effecten op Natura 2000-gebied IJsselmeer gelet op de instandhoudingsdoelstelling van de topper met zekerheid uitgesloten kunnen worden (§11.1.3).

Tabel 11.1 Effecten van Windpark Fryslân (variant 1 t/m 4), effecten van mitigatie en resterende effecten na het nemen van mitigatie. Weergegeven zijn vogelsoorten waarvoor omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen en waarvoor Windpark Fryslân op zichzelf (zonder mitigatie) of eventueel in cumulatie met andere plannen en projecten tot significant negatieve effecten kan leiden.

	Visdief	Zwarte stern	Dwergmeeuw	Fuut	Grote zaagbek
Effecten WP Fryslân					
<i>Sterfte *</i>					
var 1)	30-40	80-90	20-40	0	0
var 2)	50-60	120-130	40-50	0	0
var 3)	30-40	70-80	20-30	0	0
var 4)	40-50	90-100	30-40	0	0
<i>Aantasting leefgebied **</i>					
var 1)	0-5***	0-5	5-10	10-20	50-60
var 2)	5-10***	5-10	10-15	10-20	60-70
var 3)	0-5***	0-5	5-10	5-10	25-35
var 4)	0-5***	0-5	5-10	10-15	35-45
Effecten mitigatie					
<i>Sterftereductie</i>					
var 1)	20%	>45%	+	0	0
var 2)	20%	>45%	+	0	0
var 3)	20%	>45%	+	0	0
var 4)	20%	>45%	+	0	0
<i>Vooroever nabij afsluitdijk (verbetering leefgebied)</i>					
var 1)	+	+	+	+	+
var 2)	+	+	+	+	+
var 3)	+	+	+	+	+
var 4)	+	+	+	+	+
Resterend effect					
var 1)	-	-	-	0	0
var 2)	-	-	-	0	0
var 3)	-	-	-	0/+	0/+
var 4)	-	-	-	0/+	0/+

* uit tabel 5.2

** uit tabel 5.3

*** Niet meer dan de helft van deze verstoorde visdieven heeft betrekking op visdieven die in het IJsselmeer broeden. Het verstoringseffect is in het kader van de Nbwet dan ook verwaarloosbaar klein en verder buiten beschouwing gelaten.

- negatief effect
- 0/- neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
- 0 neutraal effect
- 0/+ klein positief effect
- + positief effect

Tabel 11.2 Effecten van Windpark Fryslân (variant 1 t/m 4), effecten van mitigatie en resterende effecten na het nemen van mitigatie. Weergegeven zijn vogelsoorten waarvoor omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen en waarvoor Windpark Fryslân op zichzelf (zonder mitigatie) **niet** tot significant negatieve effecten kan leiden. inc.: incidenteel

	Grauwe gans	Topper	Kuifeend	Bril-duiker	Tafel-eend	Kleine mantel-meeuw
Sterfte *						
var 1)	inc.	100-110	25-35	inc.	0-5	0-5
var 2)	inc.	120-130	30-40	inc.	0-5	0-5
var 3)	inc.	90-100	20-30	inc.	0-5	0-5
var 4)	inc.	110-120	30-40	inc.	0-5	0-5
Aantasting leefgebied **						
var 1)	5-10	5-10	0-5	20-30	0	0
var 2)	10-15	5-10	0	25-35	0	0
var 3)	5-10	0-5	0	10-20	0	0
var 4)	10-15	0-5	0	15-25	0	0
Effecten mitigatie						
Sterftereductie***						
var 1)	0	+	+	0	+	0/+
var 2)	0	+	+	0	+	0/+
var 3)	0	+	+	0	+	0/+
var 4)	0	+	+	0	+	0/+
Vooroever nabij Afsluitdijk (verbetering leefgebied)						
var 1)	+	++	++	++	++	++
var 2)	+	++	++	++	++	++
var 3)	+	++	++	++	++	++
var 4)	+	++	++	++	++	++
Resterend effect						
var 1)	0/+	-	0	0/+	+	+
var 2)	0/+	-	0	0/+	+	+
var 3)	0/+	-	0	0/+	+	+
var 4)	0/+	-	0	0/+	+	+

* uit tabel 5.2

** uit tabel 5.3

*** de sterftereductie voor topper, kuifeend en tafeleend wordt niet veroorzaakt door de stilstandvoorziening, maar door de verplaatsing van rustende eenden van de ruimte tussen het windpark en de afsluitdijk, naar de luwte bij de vooroever,

- mogelijk negatief effect
- 0/- neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
- 0 neutraal effect
- 0/+ klein positief effect
- + positief effect

11.1.3 Cumulatie

In voorgaande paragraaf (11.1.1) is vastgesteld dat voor iedere variant van Windpark Fryslân mogelijk nog negatieve effecten resteren na het nemen van mitigerende maatregelen. Dit betreft in totaal vier verschillende vogelsoorten: topper, dwergmeeuw, visdief en zwarte stern (alle varianten). Het resteffect na mitigatie betreft voor alle vier de soorten additionele sterfte in de vorm van enkele tientallen tot een honderdtal topper) aanvaringsslachtoffers per jaar.

Voor de overige vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer of andere omliggende Natura 2000-gebieden is aangewezen is vastgesteld dat Windpark Fryslân, rekening houdend met de voorgenomen mitigerende maatregelen, geen negatief effect heeft. Dit betekent dat de voorgenomen ingreep (inclusief mitigatie) niet van invloed is op het al dan niet behalen van de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebied IJsselmeer en andere omliggende Natura 2000-gebieden. Voor deze soorten is een cumulatiestudie in dit kader daarom niet relevant en niet uitgevoerd.

Selectie van projecten en uitgangspunten

In de cumulatiestudie zijn plannen en projecten onderzocht die in het IJsselmeer of de directe omgeving daarvan concreet gepland en in procedure zijn en die kunnen leiden tot additionele effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelen van topper, kuifeend, dwergmeeuw, visdief of zwarte stern in het IJsselmeer.

- Windpark Noordoostpolder

Windpark Noordoostpolder is op dit moment in aanleg. De effecten van Windpark Noordoostpolder (inclusief scheepvaartveiligheidsvoorziening) hebben mede betrekking op sterfte van vogels van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. De sterftcijfers zijn gebaseerd op de 'Passende Beoordeling Windpark Noordoostpolder' (Pondera 2010).

- Staand want visserij

De beroepsvisserij door middel van staand want wordt jaarlijks vergund. In 2002/2003 en in 2012/2013 is onderzoek gedaan naar de jaarlijkse bijvangst van watervogels in de staande nettensvisserij (Witteveen+Bos 2003; van den Boogaard 2013). De sterftcijfers zijn gebaseerd op deze onderzoeken. Tussen de resultaten van beide onderzoeken zit een aanzienlijk verschil in de voorspelling van het jaarlijks aantal slachtoffers. Het onderzoek van 2002/2003 laat een veel hogere vogelsterfte zien. In het onderzoeksrapport van 2012/2013 worden voor deze verschillen een aantal verklaringen gegeven:

- De aantallen toppers in het IJsselmeer zijn tussen 2003 en 2013 afgenomen.
- Mogelijk is de manier waarop de staand want visserij wordt uitgevoerd tussen 2003 en 2013 veranderd.
- Sinds het seizoen 2002/2003 is de totale visserij-inspanning fors afgenomen.

Wegens de onzekerheden in de resultaten van het onderzoek van 2012/2013 is in deze cumulatiestudie een voorzichtige aanpak aangehouden en is het gemiddelde genomen van de resultaten van 2002/2003 en in 2012/2013.

- Afsluitdijk

Er zijn plannen om de Afsluitdijk in de nabije toekomst te versterken en de mogelijkheden te vergroten voor het afvoeren van overtollig water vanuit het IJsselmeer naar de Waddenzee.

De effecten van de werkzaamheden aan de Afsluitdijk zijn in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 getoetst in een Passende Beoordeling (RWS 2015). Voor de visdief bestaat er een tijdelijke kans op toename van de frequentie van het optreden van hogere waterstanden. Dit leidt niet tot blijvende effecten op deze soort. Een tijdelijke toename van de kans op overstromingen heeft geen invloed op de draagkracht van het systeem voor visdief. Voor de dwergmeeuw is er een geringe kans op verstoring tijdens de werkzaamheden langs de Afsluitdijk maar er blijven voldoende uitwijkmogelijkheden langs de Afsluitdijk beschikbaar. Er is geen sprake van een negatief effect. Dat geldt ook voor de zwarte stern. De werkzaamheden aan de Afsluitdijk en het gebruik van het fietspad zal de trekroute van zwarte stern niet belemmeren. De werkzaamheden hebben geen gevolgen voor foerageergebied of trekroute langs de Afsluitdijk. Van een negatief effect is geen sprake. De topper kan tijdens de werkzaamheden tijdelijk verstoord worden. Door de fasering van de werkzaamheden in tijd en ruimte blijft er voldoende rustgebied langs de Afsluitdijk beschikbaar om de aantallen op te kunnen vangen. Er treedt volledig herstel op na afronding van de werkzaamheden. Wijziging van dijkbekleding en gebruik van het fietspad heeft geen gevolgen voor de draagkracht van het gebied voor topper. Er is geen sprake van blijvende negatieve effecten.

- Vismigratierivier

Er zijn plannen voor de aanleg van een vismigratierivier in de Afsluitdijk bij Kornwerderzand voor de passage van trekvissen met een zoet-zout overgang. Zo levert de aanleg van de Vismigratierivier een belangrijke bijdrage aan het herstel van de aal, spiering, bot, zalm en forel. Dergelijke vissen vormen op hun beurt het voedsel voor de zwarte stern, visdief, en dwergmeeuw.

De effecten van de vismigratierivier zijn in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 getoetst (Bruinzeel & Van der Zee, 2015). Voor de visdief, zwarte stern en dwergmeeuw heeft de Vismigratierivier een positief effect op de foeragemogelijkheden. De verbeterde zoet-zout overgang zal voor deze soorten een kwaliteitsverbetering betekenen. Door de aanleg van een eiland aan de IJsselmeerszijde (onderdeel van het initiatief) zal voor de visdief daarnaast de broedgelegenheid in het IJsselmeer toenemen. Voor de zwarte stern en dwergmeeuw wordt door de aanleg van dit eiland extra rustgebied gecreëerd.

Voor de topper kan tijdens de aanleg tijdelijk sprake zijn van verstoring. Na afronding van de werkzaamheden treedt volledig herstel op. Er is geen sprake van permanent draagkrachtverlies. Door middel van fasering worden de belangrijkste delen van de Afsluitdijk ontzien voor Toppers. In de projecten Afsluitdijk en vismigratierivier is voor niet-broedvogels middels fasering van de werkzaamheden in de aanlegfase (in plaats

en tijd) in samenhang geborgd dat er langs de Afsluitdijk voldoende geschikt leefgebied beschikbaar blijft om de verstoorde aantallen vogels op te kunnen vangen.

- Zandwinning Smals

Smals IJsselmeer B.V. heeft het voornemen om in het IJsselmeer industriezand te winnen. Het plangebied waarbinnen deze winning plaats moet gaan vinden, heeft een oppervlakte van 250 hectare en ligt binnen de gemeentegrenzen van De Friese Meren. Er is gekozen voor een cirkelvormige winput, waarin tot op grote diepte (max. 60 meter) zand gewonnen kan worden. Door onder water enkele platte tussenbermen te maken ontstaat een stabiel talud in de put. Daarnaast is Smals voornemens om een werkeiland naast de zandwinput te realiseren waarop de zandverwerkingsinstallatie wordt gebouwd.

De effecten van de zandwinning zijn in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 getoetst in een Passende Beoordeling Korthorst *et al.* (2015). Voor de visdief, zwarte stern en dwergmeeuw zal de voorgenomen ingreep geen negatief effect hebben. Door de zandwinning is er kans op vertroebeling van het oppervlaktewater. Volgens Korthorst *et al.* (2015) heeft dit uitsluitend lokaal een effect op de vangstbaarheid van proovis van visdief. Dit effect zal door beperkende maatregelen beperkt in omvang blijven. Dat geldt ook voor de zwarte stern en dwergmeeuw. Volgens Korthorst *et al.* (2015) zal de zandwinput een positief effect hebben voor slibvang en een aantrekkende werking op de spiering, de belangrijkste proovis voor deze vogelsoorten. Het gebied rondom het eiland, met name langs de randen van de zandwinput, wordt beter geschikt om te foerageren door de aantrekkende werking op vissen. Het eiland vormt daarnaast een rust- en slaapplek voor de visdief, zwarte stern en dwergmeeuw en op termijn een geschikte broedlocatie voor de visdief. De topper zal beperkt versturende effecten ondervinden door extra scheepvaart bewegingen en het verlies aan foerageergebied door het ruimtebeslag van het eiland en de verdieping van de IJsselmeerbodem. De golfvrije zone rondom het eiland zal een potentieel rustpunt voor de topper vormen. Volgens Korthorst *et al.* (2015) worden de randen van de zandwinput op termijn beter geschikt als foerageergebied voor de topper vanwege de te verwachten toename van de driehoeksmosselbestanden in de randzone.

- Uitbreiding luchthaven Lelystad

In maart 2015 is een besluit genomen over de uitbreiding van de luchthaven Lelystad. Volgens het MER Lelystad Airport, deel 4E (Lensink 2014) geldt dat vliegverkeer bij vlieghoogtes lager dan 3.000 ft versturende effecten kan hebben. Vliegverkeer vanaf Lelystad zal vanwege binnenkomend verkeer voor Schiphol over het IJsselmeergebied na de start op 3.000 ft hoogte worden gefixeerd, tot na de passage van de routes voor dit binnenkomende verkeer. Hiervan gaan geen visuele en/of auditieve effecten uit die leiden tot verstoring (afname aantallen vogels). Er is derhalve geen sprake van effecten die in cumulatie moeten worden betrokken.

-Industriehaven

Nabij Lelystad wordt industriehaven Flevokust ontwikkeld, een buitendijkse haven in het IJsselmeer met containerterminal op land. In december 2014 is het provinciale inpassingsplan vastgesteld voor de realisatie. De ontwikkeling is op grote afstand van het windpark Fryslân gelegen, ruim 47 kilometer. Volgens de Passende Beoordeling (Korthorst *et al.* 2014) is uitsluitend sprake van lokale effecten die gemitigeerd worden. Er is derhalve geen sprake van effecten die in cumulatie moeten worden betrokken.

- Overige plannen en projecten

Andere plannen en projecten (o.a. Windpark Wieringermeer) die sterfte van vogels kunnen veroorzaken leiden niet tot sterfte of aantasting van leefgebied van topper, dwergmeeuw, visdief en/of zwarte stern.

Cumulatieve effecten - sterfte

Voor de dwergmeeuw, visdief en zwarte stern is geen sprake van additionele sterfte in Windpark Wieringermeer en ook niet van additionele sterfte in Windpark Noordoostpolder (Pondera 2010, Kleyheeg *et al.* 2014). De dwergmeeuw, visdief en zwarte stern hebben door hun foerageergedrag (vliegend) geen risico om verstrikt te raken in de netten van de stand want visserij. Er is voor deze soorten dus geen sprake van cumulatie van effecten van Windpark Fryslân (sterfte) met gelijksoortige effecten (sterfte) van andere plannen en projecten in (de omgeving van) het IJsselmeer.

Ook voor de topper is er geen sprake van additionele sterfte in Windpark Wieringermeer (Kleyheeg *et al.* 2014). Daarentegen is er wel additionele sterfte van toppers voorzien in Windpark Noordoostpolder (Pondera 2010). Voor de topper zijn in Windpark Fryslân maximaal enkele honderden slachtoffers per jaar voorzien (tabel 11.3). De soort foerageert duikend en raakt daardoor zo nu en dan verstrikt in netten van de stand want visserij, waardoor vogels verdrinken. De gemiddelde additionele sterfte door bijvangst in de stand want visserij in het IJsselmeer bedraagt voor de topper naar schatting ca. 150 vogels per jaar. (tabel 11.3). De additionele sterfte die voor de topper wordt veroorzaakt door Windpark Fryslân dient in cumulatie met de sterfte veroorzaakt door Windpark Noordoostpolder en de stand want visserij beoordeeld te worden.

Cumulatieve effecten – aantasting leefgebied

Als gevolg van de aanleg van Windpark Fryslân is sprake van een geringe aantasting van het leefgebied van de visdief, zwarte stern, dwergmeeuw en topper. Met inachtnaam van de aanleg van een eiland met vooroever zal dit effect voldoende geneutraliseerd worden en zal zelfs sprake kunnen zijn van een lichte verbetering van de kwaliteit van het leefgebied van deze soorten (tabel 11.4). Als gevolg van de overige projecten en initiatieven worden geen blijvende negatieve effecten verwacht. Met inachtnaam van de mitigerende maatregelen zal Windpark Fryslân in cumulatie met de overige projecten en initiatieven derhalve een licht positief effect kunnen hebben op de kwaliteit van het leefgebied voor alle vier de soorten.

Tabel 11.3 Effecten van Windpark Fryslân op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de topper in Natura 2000-gebied IJsselmeer, in cumulatie met de effecten (van gelijke aard) van andere plannen en projecten. Voor de overige soorten waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer en andere omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, is in voorgaande paragrafen vastgesteld dat een cumulatiestudie in het kader van de voorgenomen ingreep niet relevant is, of dat andere plannen en projecten in het IJsselmeer geen additionele sterfte veroorzaken, waardoor geen sprake is van cumulatie van effecten.

	Topper
Sterfte WPF (*)	
Variant 1)	100-110
Variant 2)	120-130
Variant 3)	90-100
Variant 4)	110-120
Windpark Noordoostpolder	20
Windplan Wieringermeer	0
Staad Want visserij	
- Onderzoek 2002/2003 **	267
- Onderzoek 2012/2013 ***	10-tallen vele 10-tallen
- Orde grootte aantal slachtoffers	(gem. 150)
Cumulatieve sterfte	
Variant 1)	270-280
Variant 2)	290-300
Variant 3)	260-270
Variant 4)	280-290
1%-mortaliteitsnorm	399
Populatieomvang****	17.700
Instandhoudingsdoelstelling IJsselmeer (seizoensgemiddelde)	15.800
Zijn significant negatieve effecten van WPF inclusief cumulatie met zekerheid uit te sluiten?	
Variant 1)	ja
Variant 2)	ja
Variant 3)	ja
Variant 4)	ja

* uit tabel 5.2

** bron: Passende Beoordeling Windpark Noordoostpolder (Pondera (2010)

*** Van den Boogaard *et al.* (2013)

**** de populatieomvang betreft het gemiddeld seizoensgemiddelde in de periode van 2007/2008 t/m 2011/2012 (Heunks *et al.* 2015, bijlage 5B)

Tabel 11.4 Effecten van Windpark Fryslân op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de topper in Natura 2000-gebied IJsselmeer, in cumulatie met de effecten (van gelijke aard) van andere plannen en projecten. Voor de overige soorten waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer en andere omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, is in voorgaande paragrafen vastgesteld dat een cumulatiestudie in het kader van de voorgenomen ingreep niet relevant is, of dat andere plannen en projecten in het IJsselmeer geen additionele sterfte veroorzaken, waardoor geen sprake is van cumulatie van effecten.

	Visdief	Zwarte stern	Dwergmeeuw	Topper
Effecten WP Fryslân				
<i>Aantasting leefgebied **</i>				
var 1)	0-5***	0-5	5-10	5-10
var 2)	5-10***	5-10	10-15	5-10
var 3)	0-5***	0-5	5-10	0-5
var 4)	0-5***	0-5	5-10	0-5
Effecten mitigatie				
<i>Vooroever nabij afsluitdijk (verbetering leefgebied)</i>				
var 1)	+	+	+	++
var 2)	+	+	+	++
var 3)	+	+	+	++
var 4)	+	+	+	++
Resterend effect (kwaliteit leefgebied)				
var 1)	+	+	+	+
var 2)	+	+	0/+	+
var 3)	+	+	+	+
var 4)	+	+	+	+
Cumulatieve effecten – kwaliteit leefgebied				
Afsluitdijk	0	0	0	0
Vismigratierivier	+	+	+	0
Zandwinning	0	0	0	0
Overall	0/+	0/+	0/+	0

* uit tabel 5.2

*** Niet meer dan de helft van deze verstoorde visdieren heeft betrekking op visdieren die in het IJsselmeer broeden. Het verstoringseffect is in het kader van de Nbwet dan ook verwaarloosbaar klein en verder buiten beschouwing gelaten.

- negatief effect
- 0/- neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
- 0 neutraal effect
- 0/+ klein positief effect
- + positief effect

11.1.4 Significantie van effecten in de gebruiksfase inclusief mitigatie en cumulatie

Visdief, zwarte stern en dwergmeeuw

Voor de **visdief** zal de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân voor alle varianten voldoende gemitigeerd worden met een stilstandvoorziening. Er zijn verder geen andere projecten of plannen in de omgeving die additionele sterfte van visdieven uit het IJsselmeer veroorzaken. Voor de visdief is geen sprake van wezenlijke aantasting van de omvang of kwaliteit van het leefgebied van de vogels die in het IJsselmeer broeden. Daarnaast levert de vooroever voor de Afsluitdijk een nieuw rustgebied vanwaar de vogels ook de Waddenzee als foerageergebied kunnen benutten. Dit leidt tot een verhoging van de draagkracht van het IJsselmeer voor de visdief. Alles bij elkaar betekent dit dat voor de visdief (broedvogel) significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling van het IJsselmeer, met inbegrip van mitigatie en cumulatie voor alle varianten van Windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten kunnen worden.

Voor de **zwarte stern** zal de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân voor alle varianten voldoende gemitigeerd worden met een stilstandvoorziening. Er zijn verder geen andere projecten of plannen in de omgeving die additionele sterfte van zwarte sterns uit het IJsselmeer veroorzaken. Voor de zwarte stern wordt de aantasting van de kwaliteit van het leefgebied, door verstoring van foeragerende vogels (variant 2), gemitigeerd door de vooroever voor de Afsluitdijk. Deze levert namelijk een nieuw rustgebied vanwaar de vogels ook de Waddenzee als foerageergebied kunnen benutten. Dit leidt tot een verhoging van de draagkracht van het IJsselmeer voor de zwarte stern. Alles bij elkaar betekent dit dat voor de zwarte stern significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling van het IJsselmeer, met inbegrip van mitigatie en cumulatie voor alle varianten van Windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Dit betekent dat de in de instandhoudingsdoelstelling beschreven uitbreiding van de omvang en/of kwaliteit van het leefgebied niet in de weg wordt gestaan door realisatie en gebruik van Windpark Fryslân.

Voor de **dwergmeeuw** leidt de additionele sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân op zichzelf niet tot significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen. De additionele sterfte van de dwergmeeuw zal daarnaast enigszins beperkt worden door de stilstandvoorziening die voor de visdief en de zwarte stern wordt ingesteld. Deze sterftereductie is echter beperkt van aard. Er zijn geen andere projecten of plannen in de omgeving die additionele sterfte van dwergmeeuwen uit het IJsselmeer veroorzaken. Voor de dwergmeeuw wordt de aantasting van de kwaliteit van het leefgebied, door verstoring van foeragerende vogels, gemitigeerd door de vooroever voor de afsluitdijk. Deze levert namelijk een nieuw rustgebied vanwaar de vogels ook de Waddenzee als foerageergebied kunnen benutten. Dit leidt tot een verhoging van de draagkracht van het IJsselmeer voor de dwergmeeuw. Alles bij elkaar betekent dit dat voor de dwergmeeuw significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling van het

IJsselmeer, met inbegrip van mitigatie en cumulatie voor alle varianten van Windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Dit betekent dat de in de instandhoudingsdoelstelling beschreven uitbreiding van de omvang en/of kwaliteit van het leefgebied niet in de weg wordt gestaan door realisatie en gebruik van Windpark Fryslân.

Topper

Voor de **topper** leidt de additionele sterfte veroorzaakt door Windpark Fryslân op zichzelf niet tot significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen. Als gevolg van Windpark Fryslân en de mitigerende maatregelen tezamen zal de draagkracht van het IJsselmeer voor de topper in termen van voedsel en rust toenemen. In termen van veiligheid wordt de draagkracht als gevolg van Windpark Fryslân wel aangetast. Dit kan op zichzelf resulteren in een additionele sterfte van meer dan 100 toppers en cumulatief tot een sterfte van enkele honderden toppers. Naast Windpark Fryslân veroorzaken namelijk ook Windpark Noordoostpolder en de staand want visserij additionele sterfte onder toppers in het IJsselmeer. Het huidige populatieniveau van de topper ligt 2.100 ex. boven het instandhoudingsdoel van het IJsselmeer (tabel 11.3 op basis van het gemiddeld seizoensgemiddelde voor de periode 07/08 - 11/12). Het cumulatieve effect (additionele sterfte) van alle varianten ligt hier ruim onder. Omdat de huidige aantallen boven het instandhoudingsdoel liggen en omdat de draagkracht in termen van voedsel en rust toeneemt door de aanleg van een werkeiland met natuurvoorziening, kunnen significant negatieve effecten op het behalen van het instandhoudingsdoel van de topper daarom voor alle varianten van Windpark Fryslân met inbegrip van mitigatie en cumulatie met zekerheid worden uitgesloten.

Fuut, grote zaagbek, grauwe gans, brilduiker, tafeleend en kleine mantelmeeuw

De aantasting van de kwaliteit van het leefgebied in de vorm van verstoring van foeragerende of rustende vogels wordt voor al deze soorten gemitigeerd door de aanleg van de vooroever voor de Afsluitdijk. Deze levert voldoende nieuw foerageergebied en/of rustgebied. Voor de tafeleend, kuifeend en de kleine mantelmeeuw wordt ook het kleine negatieve effect van de zeer beperkte sterfte in Windpark Fryslân tenietgedaan door het positieve effect dat de vooroever voor deze soorten zal hebben. Voor deze soorten is dan ook geen sprake van een resteffect dat in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten in de omgeving beschouwd moet worden. Alles bij elkaar betekent dit voor de fuut, grote zaagbek, grauwe gans, brilduiker, tafeleend, kuifeend en kleine mantelmeeuw dat significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van het IJsselmeer, Waddenzee, Duinen en Lage land Texel en Duinen Vlieland, met inbegrip van mitigatie en cumulatie voor alle varianten van Windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Voor de fuut en de grote zaagbek betekent dit tevens dat de in de instandhoudingsdoelstelling beschreven uitbreiding van de omvang en/of kwaliteit van het leefgebied niet in de weg wordt gestaan door realisatie en gebruik van Windpark Fryslân.

Overige vogelsoorten

Overige vogelsoorten waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer of andere omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zullen als gevolg van de realisatie van Windpark Fryslân geen aantoonbaar negatief effect ondervinden in termen van sterfte, aantasting kwaliteit leefgebied, barrierewerking of anderszins (hoofdstukken 4 en 5). Significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelen kunnen voor deze soorten met zekerheid worden uitgesloten.

11.1.5 Samenvattende tabellen beoordeling effecten

De beoordeling van de effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 is voor de Natura 2000-gebieden IJsselmeer (tabel 11.5 en 11.6) in tabellen gevisualiseerd. In bijlage 9a t/m 9c is dit op overeenkomstige wijze gedaan voor de Waddenzee (bijlage 9a), Duinen en Lage land Texel (bijlage 9b) en Duinen Vlieland (bijlage 9c).

Tabel 11.5 Overzicht van de effecten van Windpark Fryslân (WPF) op de habitattypen en Habitatrichtlijnsoorten waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer is aangewezen.

Type of soort	Effect WPF	
	Omvang	Kwaliteit
Habitattypen		
H3150 Meren met krabbescheer en fonteinkruiden	0	0
H6430A Ruigten en zoomen, <i>moerasspirea</i>	0	0
H6430B Ruigten en zoomen, <i>harig wilgenroosje</i>	0	0
H7140A Overgangs- en trilvenen, <i>trilvenen</i>	0	0

	Effect WPF	
	Areaal leefgebied	Kwaliteit leefgebied
Habitatrichtlijn:soorten		
H1163 Rivierdonderpad	0/+	0/+
H1318 Meervleermuis	0	0
H1340 Noordse woelmuis	0	0
H1903 Groenknolorchis	0	0

-	mogelijk negatief effect
0/-	neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
0	neutraal effect
0/+	klein positief effect
+	positief effect
++	sterk positief effect

Tabel 11.6 Overzicht van de effecten van Windpark Fryslân (WPF) op de broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer is aangewezen.

Vogelrichtlijn: broedvogels	Effect WPF		Effect mitigatie			Cumulatief effect		Zijn significant negatieve effecten uit te sluiten?
	Sterfte	Aantasting leefgebied	Sterfte reductie	Verbetering leefgebied	Resteffect incl. mitigatie	Sterfte	Aantasting leefgebied	
A017 Aalscholver	0	0						Ja
A021 Roerdomp	0	0						Ja
A034 Lepelaar	0	0						Ja
A081 Bruine kiekendief	0	0						Ja
A119 Porseleinhoen	0	0						Ja
A137 Bontbekplevier	0	0						Ja
A151 Kemphaan	0	0						Ja
A193 Visdief	-	0	++	++	0/-	0	0/+	Ja *
A292 Snor	0	0						Ja
A295 Rietzanger	0	0						Ja

Vogelrichtlijn: niet-broedvogels	Effect WPF		Effect mitigatie			Cumulatief effect		Zijn significant negatieve effecten uit te sluiten?
	Sterfte	Aantasting leefgebied	Sterfte reductie	Verbetering leefgebied	Resteffect incl. mitigatie	Sterfte	Aantasting leefgebied	
A005 Fuut	0	-	0	+	0/+			Ja
A017 Aalscholver	0	0	0	+	+			Ja
A034 Lepelaar	0	0						Ja
A037 Kleine zwaan	0	0						Ja
A039 Toendrarietgans	0	0						Ja
A040 Kleine rietgans	0	0						Ja
A041 Kolgans	0	0						Ja
A043 Grauwe gans	0	0	0	+	0/+			Ja
A045 Brandgans	0	0						Ja
A048 Bergeend	0	0						Ja
A050 Smient	0	0						Ja
A051 Krakeend	0	0						Ja
A052 Wintertaling	0	0						Ja
A053 Wilde eend	0	0						Ja
A054 Pijlstaart	0	0						Ja
A056 Slobleend	0	0						Ja
A059 Tafeleend	0/-	0	+	+	+			Ja
A061 Kuifeend	-	0	+	+	0			Ja
A062 Topper	-	0/-	+	+	-	-	0	Ja **
A067 Brilduiker	0	0/-	0	+	0/+			Ja
A68 Nonnetje	0	0			0			Ja
A070 Grote zaagbek	0	-	0	+	0/+			Ja
A125 Meerkoet	0	0						Ja
A132 Kluut	0	0						Ja
A140 Goudplevier	0	0						Ja
A151 Kemphaan	0	0						Ja
A156 Grutto	0	0						Ja
A160 Wulp	0	0						Ja
A177 Dwergmeeuw	-	0/-	0/+	++	0/+	0	0/+	Ja
A190 Reuzenster	0	0						Ja
A197 Zwarte stern	-	0/-	++	++	0/-	0	0/+	Ja *

* de sterfte die na mitigatie resteert leidt, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, niet tot een significant negatief effect (ongeacht de variant).

** aantallen ruim boven het instandhoudingsdoel en toename van draagkracht in termen van voedsel en rust a.g.v. mitigatie.

- mogelijk negatief effect
- 0/- neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
- 0 neutraal effect
- 0/+ klein positief effect
- + positief effect
- ++ sterk positief effect

11.2 Toetsing in het kader van de Flora –en faunawet

11.2.1 Beoordeling van effecten tijdens de aanlegfase

In de bouwfase van het windpark en de natuurvoorziening kan afhankelijk van de wijze van aanleg de kwaliteit van het leefgebied van vogels en overige beschermde soorten worden aangetast door bouwverkeer en werkzaamheden. De effecten zijn heel lokaal en tijdelijk van aard. Van een overtreding van verbodsbepalingen in het kader van de Flora – en faunawet is geen sprake. Binnen het plangebied worden geen nesten verstoord of vernietigd die jaarrond krachtens de Flora- en faunawet beschermd zijn.

Bij de bouw van het transformatorgebouw op Breezandijk dient verstoring van nesten van vogels voorkomen te worden. Om overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen ten aanzien van broedende vogels wordt aanbevolen in de periode september-half maart te werken. Deze periode ligt buiten het broedseizoen van vogels. Dit minimaliseert de kans dat vogelnesten verstoord of vernietigd worden. Werkzaamheden binnen het broedseizoen zijn alleen mogelijk indien voorafgaande aan het broedseizoen maatregelen zijn getroffen om het broeden van vogels te voorkomen. Voorafgaande aan de werkzaamheden in het broedseizoen dient het werkterrein tevens gecontroleerd te worden op de aanwezigheid van in gebruik zijnde nesten. Bij aanwezigheid van nesten dient te worden bepaald of de werkzaamheden van dien aard zijn dat ze tijdelijk moeten worden uitgesteld of dat de werkzaamheden met behulp van mitigerende maatregelen kunnen plaatsvinden.

11.2.2 Sterfte van vogels in het kader van de Flora- en faunawet

Bij de beoordeling van de effecten van Windpark Fryslân zonder mitigatie, kon voor de soorten zwarte stern en visdief (zowel binnen als buiten het broedseizoen) een effect van de sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding van de betreffende populaties niet op voorhand met zekerheid uitgesloten worden. Voor beide soorten zal een stilstandvoorziening worden toegepast om de sterfte te beperken. In hoofdstukken 9 en 10 is op hoofdlijnen beschreven hoe een stilstandvoorziening met behulp van *shutdown-on-demand* effectief vormgegeven kan worden. Een eerste grove inschatting van het effect van een stilstandvoorziening gedurende 1% van de tijd levert voor de zwarte stern een sterftereductie van >45% op en voor de visdief een sterftereductie van 20%. Verdere *finetuning* van de stilstandvoorziening, o.a. door meer gegevens van vlieghoogtes, vlieggedrag en vliegbewegingen van sterns door het plangebied te verzamelen, kan leiden tot een hogere reductie van het aantal aanvaringslachtoffers, omdat de stilstand zo gericht mogelijk ingezet kan worden.

Door toepassing van een stilstandvoorziening gedurende 1% van de tijd kan de sterfte van de zwarte stern en de visdief voldoende gereduceerd worden om voor alle vier de varianten met zekerheid te kunnen stellen dat de resterende additionele sterfte geen

effect zal hebben op de gunstige staat van instandhouding van de Nederlandse niet-broedvogelpopulatie van de zwarte stern en de Nederlandse populatie visdieven (broedpopulatie en niet-broedvogelpopulatie).

Doordat de turbines door het instellen van de stilstandsvoorziening minder vaak draaien, zal voor vrijwel alle soorten die in het zomerhalfjaar frequent overdag door het windpark vliegen een kleine reductie van het aantal aanvaringslachtoffers gerealiseerd worden. Vanzelfsprekend zal deze reductie kleiner zijn dan de reductie die behaald wordt voor de soorten waarop de stilstandsvoorziening is afgestemd.

11.2.3 Sterfte van vleermuizen in het kader van de Flora- en faunawet

Bij de beoordeling van de effecten van Windpark Fryslân zonder mitigatie, kon voor de gewone dwergvleermuis, meervleermuis, laatvlieger en rosse vleermuis een effect van de incidentele sterfte ten gevolge van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding van de populatie met zekerheid worden uitgesloten, ongeacht welke variant (§6.1.5). Voor de ruige dwergvleermuis is voor alle varianten van Windpark Fryslân eveneens geconcludeerd dat een negatief effect op de gehele migrerende populatie kan worden uitgesloten.

11.2.4 Conclusie Ffwet

Sterfte van vogels

Voor het initiatief als geheel is voorspeld dat, afhankelijk van de gekozen opstellingsvariant, jaarlijks maximaal ± 1.200 - ± 2.500 vogels zullen omkomen door aanvaringen met de turbines. Dit betreft zowel vogels op seizoenstrek als vogels die lokaal verblijven. Voor 106 verschillende vogelsoorten wordt redelijkerwijs verwacht dat jaarlijks één of meer vogels slachtoffer worden als gevolg van een aanvaring met de geplande windturbines. Bepaald is of voor deze soorten geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de betreffende populatie.

Voor de meeste soorten is de voorspelde sterfte zeer beperkt in verhouding tot de betreffende populatie en kan een effect op de GSI dan ook op voorhand uitgesloten worden. Rekening houdend met de stilstandsvoorziening met behulp van *shutdown-on-demand* die in het mitigatieplan voor Windpark Fryslân is voorzien kan ook voor de zwarte stern en visdief (binnen en buiten het broedseizoen) een effect van Windpark Fryslân op de gunstige staat van instandhouding met zekerheid uitgesloten worden. Dit geldt voor alle varianten. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat de effecten van variant 3 met betrekking tot aanvaringslachtoffers het kleinst zijn en de effecten van variant 2 het grootst.

Voor de 106 soorten waarvoor jaarlijks één of meer slachtoffers in Windpark Fryslân worden voorzien adviseren we om een ontheffing aan te vragen voor het overtreden van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet.

Verstoring van vogels

Bij plaatsing van het transformatorstation op Breezandijk dient verstoring van nesten van vogels voorkomen te worden door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren. Het uitvoeren van werkzaamheden in het broedseizoen is mogelijk indien voorafgaand aan de werkzaamheden is vastgesteld dat hiermee geen in gebruik zijnde nesten van vogels worden verstoord of vernietigd.

Sterfte van vleermuizen

Als gevolg van Windpark Fryslân zullen jaarlijks zullen 0-3 vleermuizen per turbine (gemiddeld 1,5 per turbine) sterven. Dit aantal zal vrijwel volledig betrekking hebben op ruige dwergvleermuizen. De overall volgorde van de varianten van de minste naar de meeste kans op vleermuislachtoffers is: 3, 1, 4, 2. Voor de varianten van Windpark Fryslân kan voor alle betreffende vleermuissoorten een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding van de populatie worden uitgesloten.

Voor de ruige dwergvleermuis adviseren we om een ontheffing aan te vragen voor het overtreden van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet.

Overige beschermde soorten

De aanleg en het gebruik van Windpark Fryslân en de natuurvoorziening leiden voor beschermde soorten anders dan vogels en vleermuizen niet tot het overtreden van verbodsbepalingen genoemd in de Flora- en faunawet. In het kader van de zorgplicht is het wel van belang waar mogelijk maatregelen te treffen om het overtreden van verbodsbepalingen (zoals het doden van dieren tijdens de uitvoering) te voorkomen.

DEEL IV: LITERATUUR & BIJLAGEN

12 Literatuur

- Ahlén, I., L. Bach, H. J. Baagøe & J. Pettersson, 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.
- Akershoek, K., F. Dijk & F. Schenk 2005. Aanvaringsrisico's van vogels met moderne, grote windturbines. Studentenverslag van slachtofferonderzoek in drie windparken in Nederland. Studentenrapport Van Hall/WUR. Rapport 05-082, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Alerstam T. 1990. Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge.
- Arcadis, 2013. Milieueffectstudie kabels en leidingen Waddengebied. Ministerie van Economische Zaken. 076341746:E – Definitief.
- Arnett E.B., W.P. Erickson, J.W. Horn & J. Kerns 2005. Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. A Summary of Findings from the Bats and Wind Energy Cooperative's 2004 Field Season. Bats and Wind Energy Cooperative (BWEC), Austin.
- Arnett, E.B., W. K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley, Jr., 2007. Patterns of bat fatalities at wind farms in North America. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 61-78.
- Bach, L., K. Handke & F. Sinning, 1999. Einfluß von Windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4. Blz. 107-119. Bund Freunde der Erde, Landesverband Bremen. Bremen, Germany.
- Bach, L. & P. Bach, 2009a. Fledermausaktivität in und über einem Wald am Beispiel eines Naturwaldes bei Rotenburg/Wumme (Niedersachsen). Vortrag Fachtagung Fledermausschutz im Zulassungsverfahren für Windenergieanlagen, Berlin, 30.3.2009. Landesvertretung Brandenburgs beim Bund, Berlin.
- Bach, L. & P. Bach, 2009b. Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Aktivität von Fledermäusen. *Nyctalus (NF)* Band 14 (1-2): 3-13.
- Bach, L. & U. Rahmel, 2004. "Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse - eine Konfliktabschätzung." Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz (7): 245-252.
- Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay, 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, Vol 18: R695-R696.
- Baerwald, E.F., J. Edworthy, M. Holder & R.M.R. Barclay, 2009. A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *Journal of Wildlife Management* 73: 1077-1081.
- Baptist, H., 2005. Vogelslachtofferonderzoek Roggenplaat, rapportage 2004-2005. Rapport 2005/3. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.
- Barclay, R. M. R., E. F. Baerwald & J. C. Gruver, 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 85(3): 381-387.

- Behr, O., D. Eder, U. Marckmann, H. Mette-Christ, N. Reisinger, V. Runkel & O. von Helversen, 2007. Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Problemen beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald. *Nyctalus (N.F.)* 12: 115-127.
- Behr, O., F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann, J. Mages & I. Niermann, 2009. Einsatz akustischer Aktivitätsmessungen zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen. Vortrag Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.
- Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen, 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *Journal for Nature Conservation* 21: 394-400.
- Bergen, F., 2001. Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation. Ruhr Universität Bochum, Bochum.
- Berthold P. (ed.), 1993. Orientation and navigation in birds. Birkhausen Verlag, Basel.
- Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Birdlife Europe, 2011. Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature. The RSPB, Sandy, UK.
- BirdLife International, 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No. 12).
- Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen, 2001. Algemene en schaarse vogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij/KNNV Uitgeverij, Haarlem/Utrecht.
- Blacquièrè, G., M.A. Ainslie, C.A.F. de Jong & W.C. Verboom, 2008. Geluidmetingen Eemshaven. Rapport nr. TNO-DV 2008 C038, TNO, Den Haag.
- Boogaard, B. van den, K.L. Krijgsveld, S.H.M. van Rijn & T.J. Boudewijn, 2013. Bijvangst van vogels in staand want in het IJsselmeer en het Markermeer. Winter 2012/2013. Rapport 13-101. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Boonman, M., E.A. Jansen, M. La Haye, H. Limpens, (2013, nog niet verschenen). Slachtofferonderzoek en acoustisch onderzoek in zes Nederlandse windparken. Bureau Waardenburg, Zoogdiervereniging.
- Boonman, M, E.A. Jansen, M. La Haye, H.J.G.A. Limpens, G.F.J. Smit, 2013. Vleermuizen IJsselmeerdijken Noordoostpolder. Nulmeting ten behoeve van toekomstig windpark. Rapport 12-230 Bureau Waardenburg, Culemborg.
- von Brauneis, W., 2000. Der Einfluß von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifauna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. *Ornithologische Mitteilungen*(52): 410-415.
- Brinkmann, R., 2005. Untersuchung zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse in Südbaden (Regierungsbezirk Freiburg). Referat 56 – Naturschutz und Landschaftspflege. Regierungspräsidium, Freiburg.
- Brinkmann, R., I. Niermann, O. Behr, J. Mages, F. Korner-Nievergelt & M. Reich, 2009. Zusammenfassung der Ergebnisse für die Planungspraxis und Ausblick. Vortrag Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen,

- 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich, 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäuse an Onshore-Windkraftanlagen. Bericht eines Foschungsvorhabens. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Bruinzeel L.W. & J. van Belle 2010. Additional research on the impact of conventional illumination of offshore platforms in the North Sea on migratory bird populations. Report 1439, Altenburg & Wymenga bv, Veenwouden.
- Bruinzeel, L.W. & E.M. van der Zee 2015. Ecologische beoordeling Vismigratierivier. A&W-rapport 2037 Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Boonman, M., D. Beuker, M. Japink, K.D. van Straalen, M. van der Valk & R.G. Verbeek, 2011. Vleermuizen bij windpark Sabinapolder in 2010. BW-rapportnr. 10-247. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Bouma, S. & P.B. Broeckx, 2011. Ecologisch veldonderzoek Houtribdijk en Oostvaardersdijk. Methodieken en Resultaten. Rapport 11-170. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Buurma, L.S., R. Lensink & L. Linnartz, 1986. De hoogte van breedfronttrek overdag boven Twente, een vergelijking van visuele en radarwaarnemingen in oktober 1984. *Limosa* 60: 169-182.
- Collier, M.P. & M.J.M. Poot, 2014. Review and guidance on use of “shutdown-on-demand” for wind turbines to conserve migrating soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway. Rapport 13-282. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2011. A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines. Part 1: Review. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Rapport 11-078. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Cryan, P.M. & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1330-1340.
- Davidson-Watts, I. & G. Jones 2006. Differences in foraging behaviour between *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) and *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). *J. of Zool.* 268: 55–62.
- Devereux, C. L., M. J. H. Denny & M. J. Whittingham, 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology* 45(6): 1689-1694.
- Dillingham, P.W. & D. Fletcher, 2008. Estimating the ability of birds tot sustain additional human-caused mortalities using a simple decision rule and allometric relationships. *Biological Conservation* 141: 1783-1792.
- Dirksen, S., M. Japink & J.C. Hartman, 2012. Kleine mantelmeeuwen en offshore windparken: nieuwe informatie voor schatting aantal aanvaringslachtoffers. Rapport 12-087. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Dirksen, S., A.L. Spaans & J. Van der Winden, 2007. Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: A case study. In: M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds). *Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation*. Blz. 275. Quercus. Madrid, Spain.
- DLG, 2008. Handreiking Flora- en faunawet. Voor werkzaamheden en activiteiten in het kader van bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud en ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Versie 1.1 (intern werkkader, 31 oktober 2008). Dienst Landelijk Gebied, Den Haag.

- Dobben, H.F., R. Bobbink, D. Bal & A. van Hinsberg, 2012. Overzicht van de kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2397. Wageningen.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148(1): 29-42.
- van Dullemen, D. & J. Schut, 2008. Vleermuizen en windturbines in de Noordoostpolder. A&W rapport 925 Altenburg & Wymenga, Zoogdiervereniging, Veenwoude/Arnhem.
- Dürr, T., 2007. Die bundesweite Kartei zur Dokumentation von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen – ein Rückblick auf 5 Jahre Datenerfassung. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 108-114.
- Dürr, T., 2009. Beeinträchtigung von Fledermäusen durch Windenergieanlagen - Erkenntnisse aus der zentralen Fundkartei. Vortrag Fachtagung Fledermausschutz im Zulassungsverfahren für Windenergieanlagen, Berlin, 30.3.2009. Landesvertretung Brandenburgs beim Bund, Berlin.
- Dürr, T., 2011. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg. Stand 17.01.2011. www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/.../wka_fmaus.xls.
- Dürr, T., 2012. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg. Stand 17.01.2011. www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/.../wka_fmaus.xls.
- Everaert, J., 2003. Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. *Oriolus*(69): 145-155.
- Everaert, J., 2008. Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (rapportnr. INBO.R.2008.44). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Everaert, J., K. Devos & E. Kuijken, 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport 2002.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Everaert, J. & E. Stienen, 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodiversity and Conservation* 16: 3345-3359.
- Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, H.A.M. Prinsen, W. Tijssen & S. Dirksen, 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Rapport 07-094. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Garthe, S. & O. Hüppop, 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology*, in press.
- Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Brake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd, N.L. Walrath (2011). Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *J. Mammal.* 92(5): 917-925.
- Gyimesi, A. & R. Lensink, 2012. Non-breeding adults or 'floaters' in bird populations. Rapport 11-200. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Hartman, J.C., K.L. Krijgsveld, M.J.M. Poot, R.C. Fijn, M.F. Leopold & S. Dirksen, 2012. Effects on birds of Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). An

- overview and integration of insights obtained. Rapport 12-005, OWEZ_R_233_T1_20121002. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Hebert E., E. Reese & L. Mark. 1995. Avian collision and electrocution: an annotated bibliography. Report P700-95-001, California Energy Commission.
- Heinis, F., 2014. Effecten offshore Windpark Fryslân op onderwaterleven. Memo HWE.
- Heunks, C., A. Gyimesi, D. Beuker & M. Collier, 2012. Radaronderzoek naar vliegbewegingen van duikeenden in het IJsselmeer en Markermeer. Resultaten van veldonderzoek in de winter van 2012. Rapport 12-077. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Heunks, C., R.G. Verbeek & B. van den Boogaard, 2014. Huidige natuurwaarden in plangebied Windpark Fryslân. Achtergronddocument voor het m.e.r.. Rapport 13-076, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Horn, J.W., E.B. Arnett & T.H. Kunz, 2007. Behavioural responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72 (1): 123-132.
- Hornman, M., F. Hustings, K. Koffijberg, O. Klaassen, E. van Winden, Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2013a. Watervogels in Nederland in 2010/2011. Sovon-rapport 2013/02, Waterdienst-rapport BM 13.01. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Hornman, M., F. Hustings, K. Koffijberg, O. Klaassen, R. Kleefstra, E. van Winden, Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2013b. Watervogels in Nederland 2011/2012. Sovon-rapport 2013/66, RWS-rapport BM 13.27. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Hornman M., Hustings F., Koffijberg K., Klaassen O., Kleefstra R., van Winden E., Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & Soldaat L. 2015. Watervogels in Nederland in 2012/2013. Sovon rapport 2015/01, RWS-rapport BM 14.27. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- 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.
- Hunt, W.G., R.E. Jackman, T.L. Hunt, D.E. Driscoll & L. Culp, 1998. A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: population trend analysis 1994-1997. NREL/SR-500-26092, Subcontract No. XAT-6-16459-01. Predatory Bird Research Group University of California, Santa Cruz, California.
- Hut, R.G.M. van der, Kersten, M., Hoekema, F. & Brenninkmeijer, A. 2007. Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied. Verspreidingskaarten van kustvogels voor het calamiteitensysteem CALAMARIS. A&W-rapport 907. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Hutterer, R., T. Ivanova, C. Meyer-Cords & L. Rodrigues, 2005. Bat Migrations in Europe. A Review of Banding Data and Literature. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- GAO (United States Government Accountability Office), 2005. WIND POWER Impacts on Wildlife and Government Responsibilities for Regulating Development and Protecting Wildlife. Report to Congressional Requesters. Rapportnr. GAO05-906. GAO, Washington, D.C.
- Gauthreaux S. jr. 1999. Presentation Cornell University september 1999. Windturbines and avian collision, Cornell, Ittica, USA.

- Grünkorn, T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Dorte & G. Nehls, 2005. Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisions Risikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Report for Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/wea/voegel_wea.pdf accessed 25-11-2010.
- Grunwald, T. & F. Schäfer, 2007. Aktivität von Fledermäuse im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland. *Nyctalus* (N.F.) 12: 182-198.
- Jansen E.A., M. Boonman, M. La Haye, H. Limpens, G.F.J. Smit, 2013. Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer. Veldinventarisatie 2012 in het kader van de Flora- en faunawet. Rapport bureau Waardenburg, Zoogdiervereniging.
- Janss, G., 2000. Bird Behavior In and Near a Wind Farm at Tarifa, Spain: Management Considerations. PNAWPPM-III. Proceedings National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, May 1998. Blz. 110-114. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada.
- Johnson G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, M. F. Shepherd, D. A. Shepherd, and S. A. Sarappo 2003. Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *American Midland Naturalist* 150: 332–342.
- Kaatz, J., 2001. Zum Empfindlichkeit von singvögeln und Weißstorch gegenüber Windkraftanlagen. Voordracht op het symposium “Windenergie und Vogel – Ausmaß und Bewältigungen eines Konfliktes” op 29/30-11-2001 in Berlijn.
- Kleijn, D., L. Lamers, R. van Kats, J. Roelofs & R. van 't Veer, 2009. Ecologische randvoorwaarden voor weidevogelsoorten in het broedseizoen. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.
- Korthorst, M., W.J. Straatsma, C. Schellingen & B. Fit, 2015. Industriezandwinning IJsselmeer. Passende Beoordeling Natuurbeschermingswet 1998. Antegroep.
- Korthorst, M., B. Fit & M. Visser – Poldervaart, 2014. Passende Beoordeling Industriehaven Flevokust, Toetsing aan de Natuurbeschermingswet 1998. Antegroep.
- Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen, 2011. Effect Studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Rapport 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. *Ardea* 97(3): 357-366.
- Krijgsveld, K.L. & D. Beuker, 2009. Vogelslachtoffers bij windpark Anna Vosdijk op Tholen. Onderzoek naar aanvaringen onder trekkende steltlopers en overwinterende smienten. Rapport 09-072. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Krijgsveld, K.L., S.M.J. van Lieshout & M.J.M. Poot, 2003. Windturbines op het Hellegatsplein en mogelijke effecten op vogels. Een risicoanalyse op basis van bestaande informatie en aanvullend veldonderzoek met radar. Rapport 03-037. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden, 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.

- Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn & A. Gyimesi, 2013. Mogelijkheden voor een geautomatiseerde vogelradar in Windpark Eemsmonde. Rapport 13-026. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kruckenbergh, H. & J. Jaene, 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheinland (Landkreis Leer, Niedersachsen). *Natur und Landschaft*(74): 420-424.
- Kunz, T.H., E.B. Arnett & W.P. Erickson, 2007a. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research, needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and Environment* 5(6): 315-324.
- Kunz, T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M.D. Strickland, R.W. Thresher & M.D. Tuttle, 2007b. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (6): 315–324.
- Kuijper D.P.J., J. Schut, D. van Dullemen, H. Toorman, N. Goossens, J. Ouwehand & H.J.G.A. Limpens 2008. Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*) *Lutra* 51 (1): 37-49.
- Laar F.J.T. van de, 2007. Green light to birds; investigation into the effect of bird-friendly lighting. Report NAM locatie L15-FA-1 . NAM Assen, The Netherlands.
- Lahaije, A., 2013. Impact permanente crisis- en herstelwet. Wijzigingen belangrijk voor natuur. Toets 2013/2
- Langston, R.H.W. & J.D. Pullan, 2003. Windfarms and birds: an analysis of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. RSPB/BirdLife report. BirdLife / Council of Europe, Strasbourg.
- Larsen, J.K. & M. Guillemette, 2007. Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk. *Journal of Applied Ecology* 44: 516-522.
- Leeuw, J.J. de 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. PhD Thesis. Rijksuniversiteit Groningen.
- Lekuona, J.M., 2001. Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de navarra durante un ciclo anual. Gobierno de Navarra, En Pamplona.
- Lensink R. & S. Dirksen 1998. Hoge zendmasten en het aanvaringsrisico voor vogels. Notitie project 98-072, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lensink, R. & M. van der Valk, 2011. Effecten luchtvaartverlichting aan windturbines op vogels en vleermuizen. Notitie bij project 10-268. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Rapport 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lensink, R. 2014. Uitbreiding Vliegveld Lelystad; toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Rapport 13-109. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Leopold, M.F., E.M. Dijkman, L. Teal & the OWEZ-team, 2011. local birds in and around the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ) (T-0 & T-1, 2002-2010). NoordzeeWind report OWEZ_R_221_T1_20110915_localbirds_final. Imares / NoordzeeWind, Wageningen / IJmuiden.
- Liefveld, W.M., M. Collombon, S. Bouma, W. Lengkeek, A. Bak & B. Reeze, 2008. Effectiviteit herstel- en inrichtingsmaatregelen voor KRW en Natura 2000.

- Wat ecologische monitoring ons heeft geleerd. WD rapport 2008.040. Rijkswaterstaat Waterdienst.
- Liefveld, W.M., H.A.M. Prinsen & J. van der Winden, 2009. Ecologische effecten scheepvaartveiligheidsvoorziening nabij windpark NOP. Rapport 09-130. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Limpens, H.J.G.A., H. Huitema & J.J.A. Dekker, 2007. Vleermuizen en windenergie. Analyse van effecten en verplichtingen in het spanningsveld tussen vleermuizen en windenergie, vanuit de ecologische en wettelijke invalshoek. VZZ rapport 2006.50. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.
- Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.
- LNV, Ministerie van, 2008a. Besluit Natura 2000-gebied Waddenzee. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag.
- LWVT 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.
- Madsen, J. & D. Boertmann, 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. *Landscape ecology* 23(9): 1007-1011.
- Martin, G.R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153(2): 239-254.
- May, R., P.H. Hoel, R. Langston, E.L. Dahl, K. Bevanger, O. Reitan, T. Nygård, H.C. Pedersen, E. Røskoft & B.G. Stokke, 2010. Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant. NINA, Trondheim.
- Mc Guire L.P. C.G. Cugliermo, A. Stuart, A. Mackenzie, P.D. Taylor. 2012. Migratory stopover in the long-distance migrant silver-haired bat, *Lasionycteris noctivagans*. *J. Anim Ecol.* 81:377–385.
- Milner-Gulland E.J. & H.R. Akçakaya, 2001. Sustainability indices for exploited populations under uncertainty. *Trends in Ecology & Evolution* 16(12): 686-692.
- Ministerie Economische zaken, Landbouw en Innovatie 2011. Soortenstandaard Ruige dwergvleermuis *Pipistrellus nathusii*.
- Ministerie van LNV, 2009a. Wijziging beoordeling ontheffing Flora- en faunawet bij ruimtelijke ingrepen. Brief van 26 augustus 2009. Ministerie van LNV, Den Haag.
- Ministerie van LNV, 2009b. Aangepaste beoordeling ontheffing ruimtelijke ingrepen Flora- en faunawet. Ministerie van LNV, Den Haag.
- Ministerie van LNV, 2009c. Besluit Natura 2000-gebied IJsselmeer. Ministerie van LNV, Den Haag.
- Musters, C.J.M., M.A.W. Noordervliet & W.J.T. Keurs, 1996. Bird casualties caused by an wind energy project in an estuary. *Bird Study* 43, 124-126.
- Niel, C, & J.D. Lebreton, 2005. Using Demographic Invariants to Detect Overharvested Bird Populations from Incomplete Data. *Conservation Biology*. Volume 19, Issue 3, pages 826–835.
- Niermann, I., R. Brinkmann, O. Behr, F. Korner-Nievergelt & J. Mages, 2009. Systematische Totfundnachsuche – Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. Vortrag Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von

- Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.
- Niermann I., S. von Felten, F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann, O. Behr 2011. Einfluss von Anlagen- und Landschaftsvariablen auf die Aktivität von Fledermäusen an windenergieanlagen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.
- Noordhuis, R. & J. van Schie, 2007. Vooroevers Houtribdijk: toestand ecologie en waterkwaliteit 2006. Inventarisatie van waterplanten, watervogels, driehoeksmosselen, fysische en chemische parameters. RWS RIZA rapport 2007.006. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijkswaterstaat.
- Noordhuis, R., S. Groot, M.D. Pires & M. Maarse, 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-2000 doelen.
- Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, R.H.W. Langston, I.P. Bainbridge & R. Bullman, 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology* 46: 1323-1331.
- Percival, S.M., 2005. Birds and wind farms - what are the real issues? *British Birds* 98: 194-204.
- Petersen, B.S. & H. Nøhr, 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. *Ornis Consult*, Kopenhagen, Denmark.
- Pettersson, J., 2005. The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999 – 2003. Swedish Energy Agency, Lund University.
- Platteeuw, M. & J.H. Beekman, 1994. Verstoring van watervogels door scheepvaart op het Ketelmeer en IJsselmeer. *Limosa* 67: 27-33.
- Pohlman, H. 2014. Ecologisch aspecten monitoring SVV. Memo resultaten eerste monitoringsbezoek. Arcadis, Assen.
- Pondera, 2010. Passende Beoordeling Windpark Noordoostpolder. Pondera consult, Hengelo.
- Poot, M.J.M., J. de Jong & C. Heunks, 2014. Totale populatieomvang en verspreiding van dwergmeeuwen tijdens de voorjaarspiek in april 2014 in het IJsselmeergebied. Resultaten van vliegtuigtellingen op basis van Distance sampling & analysis. Rapport 14-140. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- 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* Shortlist Masterplan Wind op Zee. Rapport nr. 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Poot, M.J.M., P.W. van Horssen, M.P. Collier, R. Lensink & S. Dirksen, 2011. Effect studies Offshore Wind Egmond aan Zee: cumulative effects on seabirds. A modelling approach to estimate effects on population levels in seabirds. Rapport 11-026, OWEZ_R_212_T1_20110318_Cumulative effects. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Poot H., B.J. Ens, H. de Vries, M.A.H. Donners, M.R. Wernand & J.M. Marquenie 2008. Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology & Society* 13(2): 47 online. www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art47.

- Poot, M.J.M., S. Lilipaly, P. Wolf, A. van Kleunen & T.J. Boudewijn, 1999. Atlas vogelconcentraties en vliegbewegingen Delta. Aanvullend veldwerk Kuifeend, Tafeleend, Brilduiker, Middelste zaagbek en Aalscholver. Rapport 99.85. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Poot, M.J.M., I. Tulp, L.M.J. van den Bergh, H. Schekkerman & J. van der Winden, 2001. Effect van mist-situaties op vogelvlieggedrag bij het windpark Eemmeerdiijk. Zijn er aanwijzingen voor verhoogde aanvaringsrisico's? Rapport 01-072. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Poot, M.J.M., J. de Jong, R-J. Jonkvorst, R.C. Fijn & C. Heunks, 2012. Watervogels op het open water in de winter in het IJsselmeergebied in januari en maart 2012. Resultaten van vliegtuigtellingen op basis van Distance sampling & analysis. Rapport 12-085. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Poot, M.J.M., J. de Jong & C. Heunks, 2014. Totale populatieomvang en verspreiding van dwergmeeuwen tijdens de voorjaarspiek in april 2014 in het IJsselmeergebied. Resultaten van vliegtuigtellingen op basis van Distance sampling & analysis. Rapport 14-140. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Prins, T.C., F. Twisk, M.J. van den Heuvel-Greve, T.A. Troost & J.K.L. van Beek 2008. Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. Deltares, Report Z4513, june 2008.
- Prinsen, H.A.M., C. Heunks, J. van der Winden & P.W. van Horsen, 2009. Effecten van vijf windparken op vogels langs de dijken van de Noordoostpolder. effectbeoordeling ten behoeve van het MER Windparken Noordoostpolder. Rapport 09-090. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Prinsen, H.A.M., J.C Hartman, D. Beuker & L.S.A. Anema, 2013. Vliegbewegingen van meeuwen en sterns bij twee windparken op de Eerste Maasvlakte. Veldonderzoek naar flux, vlieghoogtes en aanvaringslachtoffers. Rapport 13-023. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Reichenbach, M., K.-M. Exo, C. Ketzenberg & M. Castor, 2000. Einfluß von Windkraftanlagen auf Brutvögel – Sanfte Energie im Konflikt mit dem Naturschutz. Teilprojekt Brutvögel. Institut für Vogelforschung "Vogelwarte Helgoland" und ARSU GmbH, Wilhelmshaven und Oldenburg, Deutschland.
- Reichenbach, M. & H. Steinborn, 2006. Windkraft, Vögel, Lebensräume – Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen 32: 243-259.
- Reitsma, J.M. 2015a. Quick scan Flora- en faunawet kabeltracé A7 Windpark Fryslân. Notitie 14-861/15.00167/JanRe. Bureau waardenburg, Culemborg.
- Reitsma, J.M. 2015b. Quick scan Flora- en faunawet meetmast Breezanddijk. Notitie 14-327/14.06623/JanRe. Bureau waardenburg, Culemborg.
- Richard, Y. & E.R. Abraham, 2013. Application of Potential Biological Removal methods to seabird populations. New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity Report No. 108. Ministry for Primary Industries.
- Rijkswaterstaat, Ministerie voor Infrastructuur en Milieu, 2015. Passende Boordeling Afsluitdijk.
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin, C. Harbusch (2008). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Eurobats Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- Schaut, C., K. Aper & C. Derde, 2008. Aanvaring van vogels met MW-windturbines in de haven van Antwerpen. Rapport 2008-CS1. Fortech Studie bvba, Vrasene.

- Schekkerman, H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar versterking van watervogels bij het windpark Eemmeerdiijk. Alterra, Wageningen.
- Schmidt A. 1994. Phanologische Verhalten und Populationseigenschaften der Flughautfledermaus *Pipistrellus nathusii*, In Ostbrandenburg. *Nyctalus* 5:77-100.
- Schreiber, M., 1993. Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplätze, Störungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeifer. *Natur und Landschaft*(25): 133-139.
- Seiche, K., P. Endl & M. Lein, 2007a. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.
- Seiche, K., P. Endl & M. Lein, 2007b. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie 2006. *Nyctalus (N.F.)* 12: 170-181.
- Simon, M., S Hüttenbügel & J Smit-Viergutz, 2004. Ecology and Conservation of Bats in Villages and Towns. Bundesamt für Naturschutz, Berlin.
- Sinning, F., 1999. Ergebnisse von Brut- und Rastvogeluntersuchungen im Bereich des Jade-Windparks und DEWI-Testfeldes in Wilhelmshaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4. Blz. 61-69. Bund Freunde der Erde, Landesverband Bremen. Bremen, Germany.
- Smits, R.R., H.A.M. Prinsen & M.J.M. Poot, 2009. Dagconcentraties en vliegbewegingen van duikenden, zaagbekken en fuut in het IJsselmeer en Markermeer. Resultaten van veldonderzoek in winter 2008/2009. Rapport 09-141. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Smits, R.R. 2015. Natuurtoets tijdelijke meetmast Breezanddijk. Notitie 14-327/14.06717/RalSm. Bureau waardenburg, Culemborg.
- SOVON, 1987. Atlas van de Nederlandse vogels. Jellema Druk B.V. te Almelo.
- Steunpunt Natura 2000, 2009. Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Regiebureau Natura 2000, Utrecht.
- Stienen, E.W.M., J. van Waeyenberge, E. Kuijken & J. Seys, 2007. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: The potential impact of offshore windfarms and seabirds. M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer. Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation. Quercus. Madrid.
- Still, D., B. Little & S. Lawrence, 1996. The effect of wind turbines on the bird population at blyth harbour. ETSU W/13/00394/REP. ETSU
- Sugimoto, H. & H. Matsuda, 2011. Collision risk of White-fronted Geese with wind turbines. *Ornithological Science* 10: 61-71.
- Thelander, C.G., K.S. Smallwood & L. Ruge, 2003. Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA.
- Trapp J. 1998. Bird kills at towers and other man-made structures: an annotated partial bibliography (1960-1998). Report, U.S. Fish and Wildlife Service, Virginia.
- Tucker, V.A., 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. *Journal of Solar Energy Engineering* 118: 253-262.
- Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P.W. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind park Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64. Bureau Waardenburg, Culemborg.

- van Heusden, W.R.M. & S.J. Vreugdenhil, 2008. Handreiking Flora- en faunawet. Voor werkzaamheden en activiteiten in het kader van bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud en ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Dienst Landelijk Gebied
- Van Rijn, S. M. Menken & M. Platteeuw, 2010. Doeluitwerking Natura 2000 IJsselmeergebied. Delta Project Management in opdracht van RWS - Waterdienst, Lelystad.
- Van der Valk, M., D. Beuker, F.L.A. Brekelmans, M. Japink & D.B. Kruijt, 2010. Vleermuizen bij windpark Sabinapolder in 2009. Tussenrapport. BW-rapportnr. 10-002. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Verbeek, R.G., D. Beuker, J.C. Hartman & K.L. Krijgsveld, 2012. Monitoring vogels Windpark Sabinapolder. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers. Rapport 11-189. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Verheijen F.J. 1978. Orientation based on directivity, a directional parameter of the animals radiant environment. In K. Schmidt-Koenig & W.T. Keeton (eds.). Animal migration navigation and homing, pp. 431-440. Springer Verlag, Berlin.
- Verheijen F.J. 1980. The moon: a neglected factor in studies on collision of nocturnal migrant birds with tall lighted structures and with aircraft. *Vogelwarte* 30: 305-320.
- Verheijen F.J. 1981. Birds kills at tall lighted structures in the USA in the period 1935-1973 and kills at a Dutch lighthouse in the period 1924-28 show similar lunar periodicity. *Ardea* 69: 199-203
- Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann, S. Kramer-Schadt 2012. The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international conservation. *Biological conservation* 153: 80-86.
- Wade, P.R., 1998. Calculating limits to the allowable human-caused mortality of Cetaceans and Pinnipeds. *Marine Mammal Science* 14(1): 1-37.
- Walter, G. & H. Brux, 1999. Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Rastvogelmonitorings (1995 - 1997) im Einzugsbereich von zwei Windparks im Landkreis Cuxhaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 4. Blz. 81 – 106. Bund Freunde der Erde, Landesverband Bremen. Bremen, Germany.
- Watts, B.D., 2010. Wind and waterbirds: Establishing sustainable mortality limits within the Atlantic Flyway. Center for Conservation Biology Technical Report Series, CCBTR-10-05. College of William and Mary/Virginia Commonwealth University, Williamsburg, VA.
- Wetlands International, 2012. Waterbird population estimates. Fifth edition. Wageningen.
- Winden, J. van der, S. Dirksen, A. Gyimesi & M.J.M. Poot, 2013. Broedsucces en voedsel van visdieven op de Kreupel 2011-2012. Voortgangsrapport met overzicht van 2009-2012. Rapport 12-217. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Winden, J. van der, & O. Klaassen, 2008. Totaal aantallen sterns in het IJsselmeergebied in heden en verleden aan de hand van slaapplaatstellingen. Bureau Waardenburg rapport nr. 08-047/SOVON-Onderzoeksrapport 2008/04, Culemborg/Beek-Ubbergen.
- Winden, J. van der & P.W. van Horssen, 2008. A population model for the black tern *Chlidonias niger* in West-Europe. *Journal of Ornithology*.

- Van der Winden J., 2002. The odyssey of the Black Tern *Chlidonias niger*: migration ecology in Europe and Africa. *Ardea* 90: 421-435.
- Winden, J. van der, A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers, R.J.W. van de Haterd & S. Dirksen, 1999. Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk. Onderdeel Vleermuizen. Bureau Waardenburg rapport 99.002. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- Winden, J. van der, S. Dirksen, L.M.J. Van den Bergh & A.L. Spaans, 1996. Nachtelijke vliegbewegingen van duikeenden bij het windpark Lely in het IJsselmeer. Rapport 96.34. Bureau Waardenburg bv/IBN-DLO, Culemborg.
- Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapp. 89/15. RIN, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992a. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringslachtoffers. RIN-rapp. 92/2. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 2. Nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rapp. 92/3. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992c. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 4. Verstoring. RIN-rapp. 92/5. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra rapport 1780. Alterra, Wageningen.
- Witteveen+Bos 2003. Voor vogels en vissen. Bepaling van de omvang van de vogelsterfte in de staande nettenvisserij in 2002-2003, uitvoering van experimenten met alternatieve visserijtechnieken en evaluatie van maatregelen voor het seizoen 2003-2004. Deventer.
- Witteveen+Bos 2015. Natuurtoets Afsluitdijk (Rijkswaterstaat), RW1929-5-472/115. Amsterdam.
- Zwerver, R., 2012. Vleermuizentrek over de Afsluitdijk. Lezing VLEN-dag, 27 oktober 2012.

Bijlage 1 Wettelijke kaders

1.1 Inleiding

In deze bijlage worden de wettelijke kaders voor ecologische beoordelingen van ruimtelijke ingrepen en andere handelingen beschreven. In de natuurbeschermingswetgeving wordt een onderscheid gemaakt tussen soortenbescherming en gebiedsbescherming. De soortenbescherming is in Nederland verankerd in de Flora- en faunawet (§ 1.2 van deze bijlage), de gebiedsbescherming in de Natuurbeschermingswet 1998 (§ 1.3). Met deze wetten geeft Nederland invulling aan de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen.

1.2 Flora- en faunawet

Het doel van de Flora- en faunawet is het instandhouden en beschermen van in het wild voorkomende planten- en diersoorten. De Flora- en faunawet kent zowel een zorgplicht als verbodsbepalingen. De zorgplicht geldt te allen tijde voor alle in het wild levende dieren en planten en hun leefomgeving, voor iedereen en in alle gevallen. De verbodsbepalingen zijn gebaseerd op het 'nee, tenzij' principe. Dat betekent dat alle schadelijke handelingen ten aanzien van beschermde planten- en diersoorten in principe verboden zijn (zie kader).

Verbodsbepalingen in de Flora- en faunawet (verkort)	
Artikel 8:	Het plukken, verzamelen, afsnijden, vernielen, beschadigen, ontwortelen of op een andere manier van de groeiplaats verwijderen van beschermde planten.
Artikel 9:	Het doden, verwonden, vangen of bemachtigen of met het oog daarop opsporen van beschermde dieren.
Artikel 10:	Het opzettelijk verontrusten van beschermde dieren.
Artikel 11:	Het beschadigen, vernielen, uithalen, wegnemen of verstoren van nesten, hollen of andere voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van beschermde dieren.
Artikel 12:	Het zoeken, beschadigen of uit het nest halen van eieren van beschermde dieren.
Artikel 13:	Het vervoeren en onder zich hebben (in verband met verplaatsen) van beschermde planten en dieren.

Artikel 75 bepaalt dat vrijstellingen en ontheffingen van deze verbodsbepalingen kunnen worden verleend. Het toetsingskader hiervoor is vastgelegd in het Vrijstellingenbesluit. Er gelden verschillende regels voor verschillende categorieën werkzaamheden. Er zijn vier beschermingsregimes corresponderend met vier groepen beschermde soorten (tabellen 1 t/m 3 en vogels, AmvB art. 75⁴).

Tabel 1. De algemene beschermde soorten

⁴ Voor soortenlijsten zie: *Besluit houdende wijziging van een aantal algemene maatregelen van bestuur in verband met wijziging van artikel 75 van de Flora- en faunawet en enkele andere wijzigingen*. 23 februari 2005.

Voor deze soorten geldt een vrijstelling van verbodsbepalingen bij werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en bestendig gebruik en beheer. Ontheffing ten behoeve van andere activiteiten kan worden verleend, mits de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is ('lichte toetsing').

Tabel 2. De overige beschermde soorten

Voor deze soorten geldt een vrijstelling van verbodsbepalingen bij werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en van bestendig gebruik en beheer, als op basis van een door de minister van EZ goedgekeurde gedragscode wordt gewerkt. Anders is ontheffing noodzakelijk, na lichte toetsing.

Tabel 3. De strikt beschermde soorten

Dit zijn de planten- en diersoorten vermeld in Bijlage 1 van het Vrijstellingenbesluit of in Bijlage IV van de Habitatrichtlijn. Uit recente jurisprudentie blijkt dat de regels voor de Habitatrichtlijnsoorten nog strikter zijn⁵.

Voor bestendig gebruik en beheer geldt voor de soorten van Bijlage 1 van het Vrijstellingenbesluit een vrijstelling van verbodsbepalingen, mits men werkt op basis van een door de minister van EZ goedgekeurde gedragscode. Voor ruimtelijke ingrepen is altijd een ontheffing op grond van artikel 75 van de Flora- en faunawet noodzakelijk. Deze kan worden verleend na een uitgebreide toetsing (zie onder).

Voor de soorten van Bijlage IV van de Habitatrichtlijn geldt hetzelfde regime, met één grote beperking. Ontheffing of vrijstelling kan alleen worden verleend op grond van dwingende redenen van groot openbaar belang, van het belang van het milieu, de openbare veiligheid, de volksgezondheid of de bescherming van wilde flora en fauna.

Vogels

Alle inheemse vogels zijn strikt beschermd. Ontheffing of vrijstelling kan alleen worden verkregen op grond van openbare veiligheid, volksgezondheid of bescherming van flora en fauna. De Vogelrichtlijn noemt zelfs 'dwingende redenen van groot openbaar belang' niet als grond⁶.

Dat betekent dat alle activiteiten die leiden tot verstoring of vernietiging van in gebruik zijnde nesten buiten het broedseizoen moeten worden uitgevoerd. Het ministerie heeft een lijst gemaakt van soorten die hun nest doorgaans het hele jaar door of telkens opnieuw gebruiken. Deze nesten zijn jaarrond beschermd⁷.

De uitgebreide toetsing houdt in dat ontheffing alleen kan worden verleend als:

1. Er geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de soort;
2. Er geen andere bevredigende oplossing voorhanden is;
3. Er sprake is van een in of bij wet genoemd belang;
4. Er zorgvuldig wordt gehandeld.

⁵ Zie uitspraken van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State, 21 januari 2009 zaaknr. 200802863/1 en 13 mei 2009 nr. 200802624/1), en Rechtbank Arnhem, 27 oktober 2009 zaaknr. AWB 07/1013. Zie tevens de brief van het ministerie van LNV d.d. 26 augustus 2009 onder kenmerk ffw2009.corr.046 en de Uitleg aangepaste beoordeling ontheffing ruimtelijke ingrepen Flora- en faunawet.

⁶ Zie vorige voetnoot.

⁷ Zie de Aangepaste lijst jaarrond beschermde vogelnesten ontheffing Flora- en faunawet ruimtelijke ingrepen, ministerie van LNV, augustus 2009.

Zorgvuldig handelen betekent het actief optreden om alle mogelijke schade aan een soort te voorkomen, zodanig dat geen wezenlijke negatieve invloed op de relevante populatie van de soort optreedt.

In veel gevallen kan voorkomen worden dat een ontheffing nodig is, als mitigerende maatregelen er voor zorgen dat de verblijfplaatsen van dieren steeds kunnen blijven functioneren. Vooral voor soorten van Bijlage IV van de Habitatrichtlijn en vogels is dit cruciaal (omdat er alleen ontheffing kan worden verkregen na zware toetsing).

1.3 Natuurbeschermingswet 1998

De Natuurbeschermingswet 1998 (kortweg: Nbwet) heeft tot doel het beschermen en instandhouden van bijzondere gebieden in Nederland. De belangrijkste zijn Natura 2000-gebieden en beschermde natuurmonumenten.

Beheerplan

Beheerplan van Natura 2000-gebieden

Artikel 19a lid 1: Gedeputeerde staten stellen voor een gebied een beheerplan vast waarin wordt beschreven welke instandhoudingsmaatregelen getroffen dienen te worden en op welke wijze. Tevens kan het beheerplan beschrijven welke handelingen en ontwikkelingen in het gebied en daarbuiten het bereiken van de instandhoudingsdoelstelling niet in gevaar brengen, mede gelet op de instandhoudingsmaatregelen die worden getroffen.

lid 3: Tot de inhoud van een beheerplan behoren ten minste

- a. een beschrijving van de beoogde resultaten met het oog op het behoud of herstel van natuurlijke habitats en populaties van wilde dier- en plantensoorten in een gunstige staat van instandhouding in het aangewezen gebied mede in samenhang met het bestaande gebruik in dat gebied en, voor zover relevant voor het bereiken van de instandhoudingsdoelstelling, daarbuiten
- b. een overzicht op hoofdlijnen van de noodzakelijke maatregelen met het oog op de onder a bedoelde resultaten.

lid 10: Voor zover er in een beheerplan projecten worden opgenomen die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer van een Natura 2000-gebied maar die afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kunnen hebben voor het desbetreffende gebied, wordt het beheerplan eerst vastgesteld nadat gedeputeerde staten een passende beoordeling hebben gemaakt van de gevolgen voor het gebied, waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstelling van dat gebied, en is voldaan aan de voorwaarden, genoemd in de artikelen 19g en 19h.

Habitattoets voor activiteiten in of nabij Natura 2000-gebieden

In de habitattoets dient onderzocht te worden of een activiteit, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, negatieve effecten voor een Natura 2000-gebied kan hebben en zo ja of deze gevolgen significant kunnen zijn. In beginsel dient dit plaats te vinden door middel van een passende beoordeling. Om procedurele redenen kan er voor worden gekozen om een oriëntatiefase – soms ook wel ‘voortoets’ genoemd – te doorlopen. De inhoudelijke studie is in grote lijnen identiek. De oriëntatiefase kan leiden tot de conclusie dat een passende beoordeling noodzakelijk is als significante effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In de passende beoordeling kan aanvullend onderzoek uitgevoerd worden, er kunnen in de passende beoordeling

ook mitigerende maatregelen opgenomen worden die er voor zorgen dat significante effecten met zekerheid zijn uit te sluiten.

In een 'oriëntatiefase' of 'passende beoordeling' worden de effecten apart en in samenhang met die van andere plannen en projecten ('cumulatieve effecten') beoordeeld. In de oriëntatiefase dient de beoordeling plaats te vinden zonder de mitigerende maatregelen mee te wegen, al kan het zinvol zijn de mitigatiemogelijkheden vast in beeld te brengen.

De toetsen kunnen de volgende uitkomsten hebben.

- Er treden met zekerheid *geen effecten* op; er is geen vergunning op grond van de NBwet nodig en evenmin aanvullende maatregelen. Wel wordt aanbevolen de conclusies van dit onderzoek aan het bevoegd gezag voor te leggen.
- *Significant negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten.* Voor activiteiten die (mogelijk) een significant hebben is een vergunning nodig, die kan worden aangevraagd op basis van een "passende beoordeling" en na het doorlopen van de ADC-toets (zie Bijlage 1). Vooroverleg met het bevoegd gezag is noodzakelijk.
- Er zijn (mogelijk) *wel effecten, maar die zijn beperkt en zeker niet significant*, bepaalt het bevoegd gezag of er vergunning nodig is. In de vergunningsvoorschriften kunnen maatregelen worden opgelegd om negatieve effecten te verminderen of te voorkomen. Deze maatregelen zijn niet nodig om significante effecten te voorkomen.

Het verdient altijd aanbeveling de uitkomsten van de toets met het bevoegd gezag te bespreken.

Als significante effecten niet kunnen worden uitgesloten mag een vergunning alleen worden verleend als er voldaan is aan alle drie onderstaande ADC-criteria:

- Er zijn geen geschikte Alternatieven.
- Er is sprake van Dwingende redenen van groot openbaar belang, waaronder redenen van sociale en economische aard.
- Er is voorzien in exacte en tijdige Compensatie.

Habitattoets: de toetsing van projecten en plannen volgens de Nbwet (verkort)

Artikel 19d, lid 1: Het is verboden zonder vergunning (...) projecten te realiseren of andere handelingen te verrichten die gelet op de instandhoudingsdoelstelling (...) de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren of een significant verstoring effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Zodanige projecten of andere handelingen zijn in ieder geval projecten of handelingen die de natuurlijke kenmerken van het desbetreffende gebied kunnen aantasten.

Artikel 19e: [Het bevoegd gezag] houdt bij het verlenen van een vergunning rekening

- a. met de gevolgen die een project of andere handeling, waarop de vergunningaanvraag betrekking heeft, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, kan hebben voor een Natura 2000-gebied;
- b. met een vastgesteld beheerplan, en
- c. vereisten op economisch, sociaal en cultureel gebied, alsmede regionale en lokale bijzonderheden.

- Artikel 19f, lid1: Voor projecten die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer van een Natura 2000-gebied maar die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen significante gevolgen kunnen hebben voor het desbetreffende gebied, maakt de initiatiefnemer een passende beoordeling van de gevolgen voor het gebied waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstelling van dat gebied.
- Artikel 19g, lid 1: Indien een passende beoordeling is voorgeschreven kan een vergunning slechts worden verleend indien [het bevoegd gezag] zich op grond van de passende beoordeling ervan heeft verzekerd dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet zullen worden aangetast.
- lid 2: Bij ontstentenis van alternatieve oplossingen voor een project kan [het bevoegd gezag] ten aanzien van Natura 2000-gebieden waar geen prioritair type natuurlijke habitat of prioritaire soort voorkomt, een vergunning voor het realiseren van het desbetreffende project slechts verlenen om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard.
- lid 3: Ten aanzien van Natura 2000-gebieden waar een prioritair type natuurlijke habitat of een prioritaire soort voorkomt, kan [het bevoegd gezag] bij ontstentenis van alternatieve oplossingen voor een project of andere handeling een vergunning slechts verlenen:
- a. op argumenten die verband houden met de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid of voor het milieu wezenlijke gunstige effecten of
 - b. na advies van de Commissie van de Europese Gemeenschappen om andere dwingende redenen van groot openbaar belang.
- Artikel 19h, lid 1: Indien een vergunning om dwingende redenen van groot openbaar belang wordt verleend voor projecten, waarvan niet met zekerheid vaststaat dat die de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet aantasten, verbindt [het bevoegd gezag] aan die vergunning in ieder geval het voorschrift inhoudende de verplichting compenserende maatregelen te treffen.
- N.B. Het bevoegd gezag is meestal gedeputeerde staten van plaats waar het project plaatsvindt, maar soms is dat de minister van EZ.
- Artikel 19j, lid1: Een bestuursorgaan houdt bij het nemen van een besluit tot het vaststellen van een plan dat, gelet op de instandhoudingsdoelstelling voor een Natura 2000-gebied, de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen rekening
- a. met de gevolgen die het plan kan hebben voor het gebied, en
 - b. met het voor dat gebied vastgestelde beheerplan.
- lid 2: Voor plannen, die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer van een Natura 2000-gebied, maar die afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kunnen hebben voor het desbetreffende gebied, maakt het bestuursorgaan een passende beoordeling van de gevolgen voor het gebied waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstelling.

Cumulatieve effecten

In het onderzoek naar cumulatieve effecten, wordt het effect van het onderhavige plan of project in combinatie met andere ingrepen in beeld gebracht. Met andere woorden: in een studie naar de cumulatieve effecten dienen *alle* activiteiten (bestaand gebruik, nieuwe projecten) en plannen te worden betrokken, die op dezelfde instandhoudingsdoelstellingen negatieve effecten kunnen hebben als het eigen project/plan. Het doet daarbij in beginsel niet ter zake of er een verband is tussen het eigen project/plan en de andere projecten en plannen, of dat de effecten tijdelijk zijn of (naar verwachting) slechts beperkt van omvang zijn.

Significantie

Van significante effecten kan sprake zijn als ten gevolge van menselijk handelen het verwezenlijken van de instandhoudingsdoelen sterk wordt bemoeilijkt of onmogelijk wordt gemaakt. Dat is in ieder geval zo, als het oppervlak van een habitatype of een leefgebied of de kwaliteit van habitatype of leefgebied of de omvang van een populatie lager wordt dan genoemd in de instandhoudingsdoelen in het aanwijzingsbesluit. In de Leidraad bepaling Significantie wordt het begrip 'significante gevolgen' toegelicht.⁸

Externe werking

Ook activiteiten buiten het Natura 2000-gebied kunnen vergunningplichtig zijn als die activiteiten negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen voor het gebied (kunnen) veroorzaken. Dit wordt de 'externe werking' van de bescherming genoemd.

Bestaand gebruik

Bestaand gebruik volgens de Nbwet is gebruik dat op 31 maart 2010 bekend is, of redelijkerwijs bekend had kunnen zijn bij het bevoegd gezag. Bestaand gebruik dat zeker geen significante gevolgen voor een Natura 2000-gebied heeft, kan zonder vergunning worden voortgezet. Als significante effecten niet kunnen worden uitgesloten is een vergunning nodig.

Artikel 19d, lid 2: Het verbod, bedoeld in het eerste lid, is niet van toepassing op het realiseren van projecten of het verrichten van andere handelingen, waaronder bestaand gebruik, alsmede de wijzigingen daarvan, overeenkomstig een beheerplan.

lid 4: Het verbod, bedoeld in het eerste lid, is niet van toepassing op bestaand gebruik, behoudens indien dat gebruik een project is dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied maar dat afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen significante gevolgen kan hebben voor het desbetreffende Natura 2000-gebied.

Beschermde natuurmonumenten

Het is niet toegestaan (zonder vergunning) handelingen te verrichten die het natuurschoon of de natuurwetenschappelijke waarde van beschermde natuurmonumenten aantasten. De toetsing voor beschermde natuurmonumenten is tamelijk licht. Er hoeft bijvoorbeeld geen sprake te zijn van een (dwingende) reden van groot openbaar belang, er is geen verplichte alternatievenafweging en geen compensatieplicht. Dit lichte toetsingskader is ook van toepassing op de zogenaamde "oude doelen", de doelen op het gebied van natuurschoon en natuurwetenschappelijke betekenis van (voormalige) staats- en beschermde natuurmonumenten, die zijn opgegaan in de nieuwe Natura 2000-gebieden.

Zorgplicht

Artikel 19i legt aan iedereen een zorgplicht voor beschermde natuurgebieden op. Deze zorg houdt in ieder geval in dat ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat een handeling nadelige gevolgen heeft, verplicht is die handeling achterwege te

⁸ Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Publicatie Steunpunt Natura 2000, versie 27 mei 2010.

laten of, als dat redelijkerwijs niet kan worden geveerd, eventuele gevolgen zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken. De nadelige handelingen hebben betrekking op de instandhoudingsdoelen in het geval van een Natura 2000-gebied en op de wezenlijke kenmerken in het geval van een beschermd natuurmonument.

Bijlage 2 Windturbines en vogels

Onderzoek naar effecten van windturbines op vogels heeft drie verschillende typen effecten laten zien, namelijk aanvaringen van vliegende vogels, habitatverlies of verstoring van broedende, foeragerende of rustende vogels en barrièrewerking voor vliegende vogels.

2.1 Aanvaringen

Vogels kunnen met de rotors, mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Het aantal aanvaringen is afhankelijk van het aanvaringsrisico en de intensiteit van vliegbewegingen.

Aanvaringsrisico

Het aanvaringsrisico is de kans op aanvaring met een turbine voor een vogel die door een windpark vliegt. Dit aspect is minder onderzocht dan het aantal slachtoffers zelf, maar over het algemeen geldt dat de locatie en de configuratie van het windpark (omvang, hoogte, tussenruimte), kenmerken van het omringende landschap, de zichtomstandigheden en het gedrag en de morfologie van de vogelsoort bepalend zijn voor het aanvaringsrisico. Turbines die als lijn zijn opgesteld dwars op de overheersende vliegrichting zijn qua aanvaringsrisico het ongunstigst. Winkelman (1992a) heeft een gemiddeld aanvaringsrisico geschat voor alle passages (dag en nacht) van alle vogels (niet soortspecifiek) van 0,02%. Voor nachttactieve soorten is dit geschat op 0,17%. Krijgsveld *et al.* (2009) vonden voor drie windparken in Nederland een gemiddeld aanvaringsrisico voor nachttactieve soorten van 0,14% (niet soortspecifiek). Recente onderzoeken tonen aan dat bij sommige soorten de aanvaringsrisico's overdag identiek aan de nacht kunnen zijn (Thelander *et al.* 2003; Grünkorn *et al.* 2005; Krijgsveld *et al.* 2009; Krijgsveld & Beuker 2009). Dit geldt ook voor vogels die lokaal verblijven. Lokale vogels zijn op zoek naar voedsel en mogelijk meer gefocust op de grond onder ze dan op de omgeving die voor hen ligt (Krijgsveld *et al.* 2009; Martin 2011). Waarschijnlijk worden hierdoor op sommige locaties relatief veel meeuwen, sterns en roofvogels onder de slachtoffers gevonden (Everaert *et al.* 2002; Thelander *et al.* 2003). Daarentegen worden ganzen en steltlopers relatief weinig als slachtoffer gevonden, waarschijnlijk vanwege hun sterke uitwijkgedrag (Fijn *et al.* 2007; Winkelman *et al.* 2008; Krijgsveld & Beuker 2009). Terwijl lokale vogels vaak laag, op windturbinehoogte vliegen, hebben vogels tijdens de seizoenstrek een kleiner aanvaringsrisico, omdat ze dan meestal op grote hoogtes boven de turbines vliegen.

Vliegintensiteit

Het aantal slachtoffers is sterk afhankelijk van het aantal vliegbewegingen, en kan dus per locatie sterk variëren. Dat wil zeggen dat het aantal vogels dat tegen een windturbine botst buiten een vogelrijk gebied aanzienlijk kleiner is dan het geval is bij een gebied met veel vogelvliegbewegingen. Zo kunnen tijdens de seizoenstrek, wanneer een groot aantal vogels zich verplaatst, relatief veel slachtoffers vallen, ondanks dat het aanvaringsrisico voor trekkende vogels kleiner is (zie hieronder).

Anderzijds passeren lokale vogels een windpark soms meerdere malen per dag en daardoor worden veel lokale vogels slachtoffer.

Aantal aanvaringen

Het gedocumenteerde gemiddelde aantal aanvaringslachtoffers ligt tussen 3,7 en 58 vogelslachtoffers/turbine/jaar, met een maximum van 125 (Winkelman 1989, 1992a; Still *et al.* 1996; Everaert *et al.* 2002; Thelander *et al.* 2003; Everaert & Stienen 2007). Dit betreft studies waarin is gecorrigeerd voor zoektechnische factoren, waaronder zoek efficiëntie van de waarnemers en verdwijnen van slachtoffers door predatie. In vergelijking met het verkeer of met hoogspanningslijnen, vallen bij windturbines relatief weinig slachtoffers. Onderzoek bij windparken met moderne grote windturbines ($\geq 1,5$ MW) heeft aangetoond dat de slachtofferaantallen vergelijkbaar zijn met de aantallen bij kleinere turbines (Everaert 2003; Barclay *et al.* 2007; Krijgsveld *et al.* 2009). Dit betekent dat met de toename van het rotoroppervlak (tot 5 keer zo groot), het aantal aanvaringen per turbine niet per se toeneemt⁹. Grotere turbines staan verder van elkaar en de rotors draaien hoger, waardoor vogels makkelijker tussendoor en onderdoor kunnen vliegen, zoals in bovengenoemde studies het geval was.

Effecten op populatieniveau

Er zijn tot nu toe weinig aanwijzingen dat verliezen door aanvaringen met windturbines een algemeen effect hebben op populatieniveau (Krijgsveld *et al.* 2009; Krijgsveld & Beuker 2009). Er zijn wel aanwijzingen voor populatie-effecten bij langzaam reproducerende soorten, wanneer die in grotere aantallen als aanvaringslachtoffer vallen. Voorbeelden hiervan zijn zeevogels (Stienen *et al.* 2007) en grote roofvogels zoals gieren (Janss 2000; Lekuona 2001) en arenden (Hunt *et al.* 1998; Thelander *et al.* 2003; May *et al.* 2010). In het algemeen, effecten op populatieniveau kunnen verwacht worden wanneer een windpark gesitueerd is op een plek met veel vliegbewegingen van soorten die kwetsbaar zijn in de zin van aanvaringsrisico, zoals in bovengenoemde studies het geval was.

2.2 Verstoring

Verstoringsreacties kunnen zich uiten in verschillende verschijningsvormen zoals een verandering in locatiekeuze, fysiologie en gedrag. Bijvoorbeeld, door de aanwezigheid (het geluid en de beweging) van een draaiende windturbine, of door de verhoogde menselijke aanwezigheid (doorgaans voor onderhoud), kan een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark in lagere dichtheden worden benut, of in zijn geheel verloren gaan als habitat. Verstoring kan ook de reproductie en overleving

⁹ Voorheen leek er op basis van resultaten van slachtofferonderzoeken in Nederland en België een positief lineair verband te bestaan tussen het rotoroppervlak van windturbines en het aantal slachtoffers per turbine. In windparkbeoordelingen werd vaak een voorspelling van het aantal slachtoffers gedaan op basis van een formule afgeleid uit dit verband (Route 1). Nu op basis van nieuwe onderzoeksresultaten is gebleken dat er geen direct verband bestaat tussen het rotoroppervlak en het aantal slachtoffers per turbine wordt deze rekenmethode (Route 1) niet meer toegepast en wordt, gebruik makend van de meest recente kennis uit slachtofferonderzoeken in Nederland en België, op een meer kwalitatieve manier een voorspelling van het aantal aanvaringslachtoffers gedaan.

beïnvloeden met uiteindelijk veranderingen in populatieomvang tot gevolg. Ondanks het feit dat verstoring in potentie een groot effect op de draagkracht van een habitat kan hebben, is relatief weinig onderzoek naar dit effect gedaan.

Factoren die een rol spelen bij effecten

De afstand (de zogenoemde verstoringsafstand), en de mate waarin vogels verstoord worden, verschilt per soort, seizoen, locatie en functie van het gebied voor de vogels en omvang van het windpark. Verder geldt dat in de meeste gevallen niet alle vogels binnen de beschreven verstoringsafstanden verdwijnen, maar dat de aantallen lager zijn in vergelijking met soortgelijke gebieden zonder de verstoringsbron. Voor de meeste soorten wordt aangenomen dat buiten het broedseizoen de verstoringsafstand toeneemt met de omvang van het windpark. Voor ganzen, smient, Kievit en goudplevier is deze relatie statistisch significant (Hötker *et al.* 2006). Sommige studies tonen aan dat vogels gewend kunnen raken aan windturbines (Kruckenberg & Jaene 1999; Madsen & Boertmann 2008), terwijl bij andere juist een afname in vogeldichtheden met tijd is geconstateerd (Hötker *et al.* 2006). Grotere, langzaam draaiende turbines zouden, doordat ze rustiger lijken, een minder verstorend effect kunnen hebben. Ze zijn echter veel groter, hetgeen even goed tot meer verstoring kan leiden. Een studie bij 1 MW turbines duidde in ieder geval niet op een verstoring die wezenlijk anders was dan bij kleine turbines (Schekkerman *et al.* 2003). Volgens recente gegevens kan tijdens de installatieperiode meer verstoring optreden dan tijdens de operatiefase (Birdlife Europe 2011).

Broedvogels

Bij broedvogels zijn minder aanwijzingen voor verstoringseffecten dan bij rustende of foeragerende niet-broedvogels, maar mogelijk zijn vogels ook meer gehecht aan hun broedgebieden dan aan hun rust- of foerageergebieden, vooral als ze al legsels of niet-vliegvlugge kuikens hebben. Bij broedvogels wordt in de regel een ordegrootte van 100 tot 200 m aangehouden waarbinnen verstorende effecten kunnen optreden. De verrichte studies hebben vaak het nadeel dat de onderzoeksperiode waarin de windturbines operationeel waren, slechts een korte tijdspanne besloeg (zie Winkelman *et al.* 2008).

Voor broedende zangvogels zijn tot nu toe geen of slechts geringe verstoringseffecten vastgesteld, waarbij de verstoringsafstanden veelal minder dan 50 m bedroegen (Sinning 1999; Walter & Brux 1999; Reichenbach *et al.* 2000; Bergen 2001; Kaatz 2001). Vogelsoorten die in open landschappen broeden, zoals akker-, wad- en weidevogels, kunnen gevoeliger zijn voor opgaande structuren die de openheid beperken (Kleijn *et al.* 2009). Bijvoorbeeld, de dichtheid van broedende Kieviten was in een langlopende studie tot 100 m afstand van de turbines significant lager dan in controlegebieden. Mogelijk vermijden ook wulpen de windturbines al over een afstand van 800 m, en watersnippen over 400 m. Anderzijds worden bij veel soorten geen vergelijkbare effecten gevonden, en meestal wordt ook geen afname in broedsucces beschreven. Bij veldleeuweriken, één van de best onderzochte soorten, werd bij 16

studies maar één keer een significant verstorend effect tot 200 m gevonden (Reichenbach & Steinborn 2006; Pearce-Higgins *et al.* 2009).

Foeragerende vogels buiten het broedseizoen

Voor vogels buiten de broedperiode zijn in meerdere studies verstorende effecten van windturbines vastgesteld. Als maximum verstoringsafstand van windturbines op niet-broedende vogels wordt over het algemeen 600 m gebruikt, maar de afstand is sterk soort afhankelijk (Langston & Pullan 2003; Drewitt & Langston 2006; Birdlife Europe 2011). Gebaseerd op studies in Nederland, Denemarken en Duitsland, lijkt de gemiddelde verstoringsafstand bijvoorbeeld voor ganzen op 200-400 m te liggen en voor zwanen op ongeveer 500-600 m, terwijl voor kleinere watervogels, zoals meerkoeten, dezelfde afstand ongeveer 150 m bedraagt (Petersen & Nøhr 1989; Winkelman 1989; Kruckenberg & Jaene 1999; Fijn *et al.* 2007). Onder vogels van agrarische gebieden (o.a. zaadeters, kraaiachtigen en leeuweriken) lijkt buiten het broedseizoen alleen de verspreiding van fazanten beïnvloed te worden door windturbines (Devereux *et al.* 2008).

Verder lijkt de omvang van het effect ook afhankelijk te zijn van het voedselaanbod. Bijvoorbeeld, voor brandganzen en kleine zwanen is vastgesteld dat beide soorten een grotere afstand tot de windturbines aanhouden aan het begin van de winter, wanneer meer voedsel beschikbaar is, dan aan het eind van de winter. Ook is aangetoond dat een relatief grotere verplaatsing van vogels kan optreden als in de directe omgeving alternatieve foerageergebieden aanwezig zijn. Bijvoorbeeld, ongeveer 75% van de Kieviten vermeed een graslandpolder na de plaatsing van vier windturbines en verbleef op een nieuw gecreëerd natuurgebied enkele kilometers verder (Percival 2005; Fijn *et al.* 2007; Beuker & Lensink 2010).

Rustende vogels buiten het broedseizoen

Bij het windpark in de Noordoostpolder werd voor rustende vogels op het open water van het IJsselmeer een negatief effect van de turbines op de verspreiding vastgesteld tot 150 m van de windturbines voor kuifeend, tafeleend, brilduiker en tot 300 m van de windturbines voor wilde eend (Winkelman 1989). Ook op het gebruik van hoogwatervluchtplaatsen (hvp's) door wadvogels (zoals Kieviten, goudplevieren, zilverplevieren, wulpen en bonte strandloper) hebben windturbines een negatief effect. Voor de meeste soorten bedraagt de gemiddelde verstoringsafstand rond 100 m (Winkelman 1992c; Bach *et al.* 1999), maar bepaalde soorten lijken meer verstoringsreacties te vertonen. Bijvoorbeeld, circa 90% van de wulpen vermijdt windturbines over een afstand van 400 m en 90% van de goudplevier over 325 m (Schreiber 1993; Hötker *et al.* 2006).

2.3 Barrièrewerking

Bij nadering van een windpark passen vrijwel alle vogels hun vliegroutes aan: ofwel door het gehele park, ofwel door individuele turbines te vermijden. Door dit gedrag vermindert de kans op een aanvaring. De reacties zijn afhankelijk van het type windturbines en de omvang van het windpark, en verschillen ook binnen een soort en

tussen soorten. Als het park in een groot cluster of in een lange lijn is gevormd, kan het een barrière in een vliegroute worden. Dit zou kunnen leiden tot het onbereikbaar of onbruikbaar worden van rust- of foerageergebieden. Verder treedt een verhoogd energieverbruik en tijdverlies op door het uitwijkgedrag.

In Nederland zijn parken doorgaans beperkt tot tientallen turbines, waardoor barrièrewerking meestal niet optreedt (Krijgsveld *et al.* 2009). Niettemin, bepaalde soorten, zoals eenden, ganzen en zwanen, vertonen zo'n sterk uitwijkgedrag, dat windparken bestaand uit een klein aantal windturbines al een barrière zouden kunnen vormen tussen slaapplekken en foerageerlocaties. Hier moet vooral ook rekening gehouden worden met ander bestaande infrastructuur in de omgeving die bijdraagt aan de cumulatieve effecten van barrièrewerking (Poot *et al.* 2001; Krijgsveld *et al.* 2003; Dirksen *et al.* 2007).

Bij onderzoeken in het buitenland zijn ook voorbeelden van uitwijkgedrag door vogels vastgesteld. Zo passeerden kraanvogels op 700-1.000 m afstand een windpark en de vliegformaties die hierdoor uiteenvielen, werden na 1.500 m van het windpark weer hersteld (Von Brauneis 2000). Ook eider-, kuif- en tafeleenden veranderden hun vliegroutes om windparken te vermijden. Bij eidereenden gebeurde dit op afstanden tot 1-2 km van het windpark (Tulp *et al.* 1999; Pettersson 2005; Larsen & Guillemette 2007).

Om barrièrewerking te minimaliseren moeten windparken zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen van turbines voorkomen worden of op bepaalde afstanden met openingen onderbroken worden.

Literatuurlijst

- Bach, L., K. Handke & F. Sinning, 1999. Einfluß von Windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4. Blz. 107-119. Bund Freunde der Erde, Landesverband Bremen. Bremen, Germany.
- Barclay, R. M. R., E. F. Baerwald & J. C. Gruver, 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 85(3): 381-387.
- Bergen, F., 2001. Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation. Ruhr Universität Bochum, Bochum.
- Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Birdlife Europe, 2011. Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature. The RSPB, Sandy, UK.
- von Brauneis, W., 2000. Der Einfluß von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifauna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. *Ornithologische Mitteilungen*(52): 410-415.

- Devereux, C. L., M. J. H. Denny & M. J. Whittingham, 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology* 45(6): 1689-1694.
- Dirksen, S., A.L. Spaans & J. Van der Winden, 2007. Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: A case study. In: M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds). *Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation*. Blz. 275. Quercus. Madrid, Spain.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148(1): 29-42.
- Everaert, J., 2003. Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. *Oriolus*(69): 145-155.
- Everaert, J., K. Devos & E. Kuijken, 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport 2002.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Everaert, J. & E. Stienen, 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodiversity and Conservation* 16: 3345-3359.
- Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, H.A.M. Prinsen, W. Tijssen & S. Dirksen, 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Rapport 07-094. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Grünkorn, T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Dorte & G. Nehls, 2005. Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisions Risikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Report for Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/wea/voegel_wea.pdf accessed 25-11-2010.
- 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.
- Hunt, W.G., R.E. Jackman, T.L. Hunt, D.E. Driscoll & L. Culp, 1998. A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: population trend analysis 1994-1997. NREL/SR-500-26092, Subcontract No. XAT-6-16459-01. Predatory Bird Research Group University of California, Santa Cruz, California.
- Janss, G., 2000. Bird Behavior In and Near a Wind Farm at Tarifa, Spain: Management Considerations. PNAWPPM-III. Proceedings National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, May 1998. Blz. 110-114. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada.
- Jonkvorst, R.J. & E.J.F. De Boer, 2013. Passende Beoordeling verbetering vooroeververdediging Oosterschelde locatie Schouwse inlagen en karrevelden (Zierikzee). Effecten op beschermde gebieden. Passende Beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Toetsing aan de Ecologische Hoofdstructuur. Rapport 13-057. Bureau waardenburg. Culemborg.
- Kaatz, J., 2001. Zum Empfindlichkeit von singvögeln und Weißstorch gegenüber Windkraftanlagen. Voordracht op het symposium "Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigungen eines Konfliktes" op 29/30-11-2001 in Berlijn

- Kleijn, D., L. Lamers, R. van Kats, J. Roelofs & R. van 't Veer, 2009. Ecologische randvoorwaarden voor weidevogelsoorten in het broedseizoen. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.
- Kraaijeveld, M., 2003. Verspreiding sediment na storting van bagger m.b.v. sleepopperzuiger. RIZA rapport 2004.004, RIZA, Dordrecht.
- Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. *Ardea* 97(3): 357-366.
- Krijgsveld, K.L. & D. Beuker, 2009. Vogelslachtoffers bij windpark Anna Vosdijk op Tholen. Onderzoek naar aanvaringen onder trekkende steltlopers en overwinterende smienten. Rapport 09-072. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Krijgsveld, K.L., S.M.J. van Lieshout & M.J.M. Poot, 2003. Windturbines op het Hellegatsplein en mogelijke effecten op vogels. Een risicoanalyse op basis van bestaande informatie en aanvullend veldonderzoek met radar. Rapport 03-037. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Kruckenberg, H. & J. Jaene, 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheinland (Landkreis Leer, Niedersachsen). *Natur und Landschaft*(74): 420-424.
- Langston, R.H.W. & J.D. Pullan, 2003. Windfarms and birds: an analysis of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. RSPB/BirdLife report. BirdLife / Council of Europe, Strasbourg.
- Larsen, J.K. & M. Guillemette, 2007. Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk. *Journal of Applied Ecology* 44: 516-522.
- Lekuona, J.M., 2001. Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de navarra durante un ciclo anual. Gobierno de Navarra, En Pamplona.
- Madsen, J. & D. Boertmann, 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. *Landscape ecology* 23(9): 1007-1011.
- Martin, G.R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153(2): 239-254.
- May, R., P.H. Hoel, R. Langston, E.L. Dahl, K. Bevanger, O. Reitan, T. Nygård, H.C. Pedersen, E. Røskoft & B.G. Stokke, 2010. Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant. NINA, Trondheim.
- Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, R.H.W. Langston, I.P. Bainbridge & R. Bullman, 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology* 46: 1323-1331.
- Percival, S.M., 2005. Birds and wind farms - what are the real issues? *British Birds* 98: 194-204.
- Petersen, B.S. & H. Nøhr, 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Ornis Consult, Kopenhagen, Denmark.
- Pettersson, J., 2005. The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999 – 2003. Swedish Energy Agency, Lund University.
- Poot, M.J.M., I. Tulp, L.M.J. van den Bergh, H. Schekkerman & J. van der Winden, 2001. Effect van mist-situaties op vogelvliegedrag bij het windpark

- Eemmeerdijk. Zijn er aanwijzingen voor verhoogde aanvaringsrisico's? Rapport 01-072. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Poot, M.J.M., M. van Wouwe & T.J. Boudewijn, 1999. Onderzoek van vliegbewegingen van watervogels rond het Hollandsch Diep, de Sliedrechtse Biesbosch en spaarbekkens de Grote Rug en Beerenplaat. Rapport 01-072. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Prinsen, H.A.M., C. Heunks, J. van der Winden & P.W. van Horssen, 2009. Effecten van vijf windparken op vogels langs de dijken van de Noordoostpolder. Effectbeoordeling ten behoeve van het MER Windparken Noordoostpolder. Rapport 09-090. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Reichenbach, M., K.-M. Exo, C. Ketzenberg & M. Castor, 2000. Einfluß von Windkraftanlagen auf Brutvögel – Sanfte Energie im Konflikt mit dem Naturschutz. Teilprojekt Brutvögel. Institut für Vogelforschung "Vogelwarte Helgoland" und ARSU GmbH, Wilhelmshaven und Oldenburg, Deutschland.
- Reichenbach, M. & H. Steinborn, 2006. Windkraft, Vögel, Lebensräume – Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen 32: 243-259.
- Schekkerman, H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.
- Schreiber, M., 1993. Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplätze, Störungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeifer. Natur und Landschaft(25): 133-139.
- Sinning, F., 1999. Ergebnisse von Brut- und Rastvogeluntersuchungen im Bereich des Jade-Windparks und DEWI-Testfeldes in Wilhelmshaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4. Blz. 61-69. Bund Freunde der Erde, Landesverband Bremen. Bremen, Germany.
- Stienen, E.W.M., J. van Waeyenberge, E. Kuijken & J. Seys, 2007. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: The potential impact of offshore windfarms and seabirds. M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer. Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation. Quercus. Madrid.
- Still, D., B. Little & S. Lawrence, 1996. The effect of wind turbines on the bird population at blyth harbour. ETSU W/13/00394/REP. ETSU
- Thelander, C.G., K.S. Smallwood & L. Rugge, 2003. Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA.
- Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P.W. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind park Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Walter, G. & H. Brux, 1999. Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Rastvogelmonitorings (1995 - 1997) im Einzugsbereich von zwei Windparks im Landkreis Cuxhaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 4. Blz. 81 – 106. Bund Freunde der Erde, Landesverband Bremen. Bremen, Germany.
- Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapp. 89/15. RIN, Arnhem.

- Winkelman, J.E., 1992a. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringslachtoffers. RIN-rapp. 92/2. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 2. Nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rapp. 92/3. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992c. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 4. Verstoring. RIN-rapp. 92/5. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra, Wageningen.

Bijlage 3 Vleermuizen, windturbines en de Flora- en faunawet

Inleiding

Vleermuizen kunnen door windturbines verstoord en/of gedood worden. Daarmee zouden artikelen 9 (doden), 10 (verstoren) en 11 (beschadigen vaste rust- en verblijfplaatsen) van de Flora- en faunawet kunnen worden overtreden.

Recentelijk is veel gepubliceerd over vleermuizen en windturbines (zie literatuurlijst). In Nederland is recentelijk onderzoek gedaan naar de activiteit van vleermuizen en het optreden van aanvaringslachtoffers in vijf Nederlandse windparken (Limpens *et al.*, 2013). Op grond hiervan en van vooral Duits en Amerikaans onderzoek (Arnett *et al.*, 2007, Brinkmann *et al.*, 2009, Brinkmann *et al.*, 2011, Rodrigues *et al.*, 2008) kan het volgende beeld worden geschetst.

Vleermuizen kunnen gedood worden door een aanvaring met een rotorblad of door de drukveranderingen in de wervelingen rond het rotorblad (Grodsky *et al.*, 2011). Tussen windparken bestaan grote verschillen en op sommige locaties worden aanzienlijke aantallen dode vleermuizen gevonden.

Het aanvaringsrisico is relatief groot voor vleermuizen doordat windturbines een aantrekkende werking op vleermuizen kunnen hebben. Hoe en waarom die aantrekking ontstaat is niet zeker (Arnett *et al.*, 2007, Cryan & Barclay, 2009). De meest gangbare verklaring is dat insecten zich gedurende bepaalde omstandigheden in grote groepen rond turbines verzamelen en vleermuizen aantrekken (Rydell *et al.*, 2010b).

Aanvaringsrisico

Uit studies in het buitenland (zie voor een overzicht bijv. Rodriguez *et al.*, 2008) blijkt dat op sommige locaties aanzienlijke aantallen dode vleermuizen worden gevonden. In Duitsland zijn bijna 2.000 dode vleermuizen gevonden, in heel Europa tenminste 5.000 (stand 25 september 2013, zie Dürr, 2013).

In Duitsland worden de rosse vleermuis, de ruige dwergvleermuis en de gewone dwergvleermuis het meeste waargenomen met batdetectors die vanuit gondels van windturbines vleermuisgeluiden registreren. Deze soorten worden ook het meeste dood gevonden in windparken (Brinkmann *et al.*, 2009 en 2011, Dürr, 2013). Deze soorten zijn aangepast (door middel van geluid en vliegvermogen) aan het foerageren in zeer open omgeving. Soorten van het geslacht *Myotis* worden maar zeer zelden gevonden (Dürr, 2013). Deze soorten zijn beter aangepast aan een dichte omgeving en komen op grote hoogte nauwelijks voor.

Ook de zeldzame soorten tweekleurige vleermuis en bosvleermuis lopen meer risico omdat ze relatief veel in (half) open landschappen foerageren.

In Nederland zijn tot dusver vooral ruige dwergvleermuis en gewone dwergvleermuis als aanvaringslachtoffer aangetroffen (Limpens *et al.*, 2013). Omdat het aantal in Nederland levende en doortrekkende rosse vleermuizen relatief klein is, zou het aandeel van slachtoffers in ons land ook relatief klein kunnen zijn. Tot op heden is deze soort nog niet als slachtoffer aangetroffen in Nederlandse windparken. Met name de ruige dwergvleermuis heeft in Nederland een hoog aanvaringsrisico. Deze soort trekt in het najaar talrijk door laag Nederland en volgt daarbij mogelijk grote wateren, dijken en oevers.

Periode

De periode waarin de meeste slachtoffers worden gevonden is van half juli tot eind september. Voor de rosse vleermuis en de ruige dwergvleermuis is er daarbij een verband met het optreden van (lange afstands)trek. De slachtoffers van deze soorten die in Duitse windparken zijn aangetroffen waren afkomstig van Scandinavie, Estland en/of Rusland (Voigt *et al.* 2012). Gedurende de voorjaartrek vallen maar weinig slachtoffers. Ook de niet migrerende soort gewone dwergvleermuis wordt vooral in dezelfde periode (juli-okt) als slachtoffer gevonden. Dit lijkt verklaarbaar door het optreden van grote concentraties aan insecten rond windturbines in de nazomer en het begin van de herfst.

Tijd en weersomstandigheden

De belangrijkste externe risicofactor voor aanvaringen is de windsnelheid. Bij windsnelheden boven de 4-6 m/s neemt de activiteit van vleermuizen op gondelhoogte zeer sterk af (Niermann *et al.*, 2011; Rydell *et al.* 2010a; Limpens *et al.* 2013). Na nachten met sterke winden worden dan ook weinig tot geen slachtoffers gevonden. In droge, warme nachten met weinig wind lopen de vleermuizen het grootste risico. In de regel is het slachtofferrisico het hoogst in het begin van de nacht.

Standplaatsfactoren

In open, intensief gebruikt akker of grasland is het aantal slachtoffers laag. Dit geldt zowel voor noordwest Europa (Rydell *et al.* 2010) als voor Nederland in het bijzonder (Limpens *et al.* 2013). De activiteit op gondelhoogte (en daarmee het aantal slachtoffers) neemt toe met afnemende afstand tot bossen en bosschages (Brinkmann *et al.* 2011). Het hoogste aantal slachtoffers wordt in Europa gevonden op beboste heuvelruggen, cols in de bergen en langs de kustlijn. In Nederland zouden windturbines langs de kustlijn, op dijken langs grote meren of rivieren en in bossen een verhoogd risico op slachtoffers kunnen hebben. Ook waterrijke gebieden en moerassen zouden door hun hogere voedselbeschikbaarheid voor vleermuizen, een hoger risico op slachtoffers kunnen hebben.

Voorspellen van risico's op slachtoffers

Het Duitse onderzoek heeft aangetoond dat systematische metingen van vleermuis-activiteit op gondelhoogte een goede voorspelling kan geven van de te verwachten aantallen slachtoffers (Behr *et al.*, 2009, Behr *et al.*, 2007, Brinkmann *et al.*, 2011). Op basis van onderzoek met de batdetector op de grond kunnen minder goed voor-

spelling van het aantal slachtoffers worden gegeven. Dat betekent dat onderzoek vanaf de grond voorafgaand aan de plaatsing van de windturbine relatief weinig houvast geeft voor het *a priori* bepalen van het risico op vleermuisslachtoffers (zie ook Bach & Bach, 2009a, Grunwald & Schäfer, 2007). Daarin speelt ook mee dat windturbines een aantrekkende werking op vleermuizen kunnen hebben.

Metingen vanuit de gondel geven een beter inzicht in de kans op slachtoffers, maar kunnen vanzelfsprekend pas worden uitgevoerd na plaatsing.

Risico's samengevat

Samengevat: in Nederland is de kans het grootst dat ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis en rosse vleermuis als slachtoffer van een aanvaring met een windturbine zullen worden gevonden. De kans op slachtoffers is naar verwachting het grootste in de periode eind juli – eind september, in warme, droge, relatief windstille nachten.

Doden van vleermuizen (art. 9)

Overall in Nederland bestaat het risico dat vleermuizen het slachtoffer worden van aanvaringen met in gebruik zijnde windturbines.

Niet ieder slachtoffer kan beschouwd worden als het overtreden van art. 9 Fwv (DLG 2008, van Heusden & Vreugdenhil 2008). Als men voldoende voorzorg heeft genomen om slachtoffers te voorkomen, bijvoorbeeld door de keuze van een locatie waarvan door onderzoek is komen vast te staan dat daar geen sprake is van intensieve vleermuisactiviteit, worden een incidenteel slachtoffer beschouwd als een ongeluk. Beoordeeld moet dus worden of een windturbine locatie een meer dan gemiddeld risico op aanvaringsslachtoffers heeft.

Voor het al dan niet overtreden van de verbodsbepaling in art. 9 (doden van beschermde dieren) moet het volgende onderzocht of beoordeeld worden:

- Welke soorten komen voor in de omgeving van de windturbine?
- Lopen deze soorten door hun gedrag of door de locatie van de geplande turbine gevaar in aanvaring te komen?
- Is de flux van het aantal vleermuizen hoger of lager dan gemiddeld in Nederland?
- Kan het aantal slachtoffers worden geschat? Kan er gesproken worden van een bovengemiddeld aantal slachtoffers?
- Kan de eventuele extra sterfte effect hebben op de lokale, regionale en/of landelijke populatie van de betreffende soort(en)?

Vaste rust- en verblijfplaatsen (art. 11)

In theorie is het niet uitgesloten dat de aanleg van windturbines leidt tot de directe vernietiging, beschadiging of verstoring van vaste rust- of verblijfplaatsen. In de praktijk zal dit in Nederland niet voorkomen, omdat altijd ruime afstand wordt aangehouden tot gebouwen en bomen. Evenmin is uitgesloten dat het functioneren

van vaste rust- en verblijfplaatsen wordt belemmerd, doordat een essentiële vliegroute van/naar het foerageergebied wordt doorsneden door de aanleg van een windpark. Dat is eigenlijk alleen mogelijk als er een bomenrij wordt doorsneden of een watergang wordt gedempt, ten behoeve van de aanleg van een windturbine, die exact op de vliegroute wordt geplaatst. Praktisch zal dat in Nederland niet snel voorkomen. Verstoring van essentiële vliegroutes of foerageergebieden gedurende de aanlegfase lijkt onwaarschijnlijk door het beperkte ruimtebeslag van windturbines. Bovendien vinden de werkzaamheden doorgaans bij daglicht plaats, als de vleermuizen niet actief zijn.

Voor het al dan niet overtreden van de verbodsbepaling in art. 11 (verbod op het beschadigen of vernielen van vaste rust- of verblijfplaatsen) moet het volgende beoordeeld worden:

- Worden door de aanleg en het gebruik van windturbines vaste rust- en verblijfplaatsen in bomen of gebouwen direct aangetast?
- Worden door de aanleg en het gebruik van windturbines essentiële vliegroutes tussen verblijfplaatsen en foerageergebieden doorsneden en aangetast, waardoor het functioneren van een vaste rust- of verblijfplaats in gevaar wordt gebracht?
- Worden door in gebruik zijnde windturbines bestaande vliegroutes zodanig verstoord dat deze voor vleermuizen niet langer goed te gebruiken zijn, waardoor het functioneren van een vaste rust- of verblijfplaats in gevaar wordt gebracht?

Literatuur

- Arnett, E.B., W. K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley, Jr., 2007. Patterns of bat fatalities at wind farms in North America. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 61-78.
- Bach, L. & P. Bach, 2009a. Fledermausaktivität in und über einem Wald am Beispiel eines Naturwaldes bei Rotenburg/Wumme (Niedersachsen). Vortrag Fachtagung Fledermausschutz im Zulassungsverfahren für Windenergieanlagen, Berlin, 30.3.2009. Landesvertretung Brandenburgs beim Bund, Berlin.
- Behr, O., D. Eder, U. Marckmann, H. Mette-Christ, N. Reisinger, V. Runkel & O. von Helversen, 2007. Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Problemen beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald. *Nyctalus (N.F.)* 12: 115-127.
- Behr, O., F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann, J. Mages & I. Niermann, 2009. Einsatz akustischer Aktivitätsmessungen zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen. Vortrag Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.

- Brinkmann, R., I. Niermann, O. Behr, J. Mages, F. Korner-Nievergelt & M. Reich, 2009. Zusammenfassung der Ergebnisse für die Planungspraxis und Ausblick. Vortrag Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich, 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windkraftanlagen. Bericht eines Forschungsvorhabens. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Cryan, P.M. & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1330-1340.
- DLG, 2008. Handreiking Flora- en faunawet. Voor werkzaamheden en activiteiten in het kader van bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud en ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Versie 1.1 (intern werkkader, 31 oktober 2008). Dienst Landelijk Gebied, Den Haag.
- Dürr, T., 2013. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg. Stand 25.09..2013. www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/.../wka_fmaus.xls.
- Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Brake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd, N.L. Walrath (2011). Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *J. Mammal.* 92(5): 917-925.
- Grunwald, T. & F. Schäfer, 2007. Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland. *Nyctalus (N.F.)* 12: 182-198.
- Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg.
- Niermann I., S. von Felten, F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann, O. Behr 2011. Einfluss von Anlagen- und Landschaftsvariablen auf die Aktivität von Fledermäusen an windenergieanlagen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin, C. Harbusch (2008). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Eurobats Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010a. Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2).
- Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research* 56: 823-827. at Wind Turbines in Northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2).
- van Heusden, W.R.M. & S.J. Vreugdenhil, 2008. Handreiking Flora- en faunawet. Voor werkzaamheden en activiteiten in het kader van bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud en ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Dienst Landelijk Gebied

Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann, S. Kramer-Schadt 2012. The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international conservation. *Biological conservation* 153: 80-86.

Bijlage 4 Het Flux-Collision Model voor de berekening van soortspecifieke aantallen vogelslachtoffers bij windturbines

versie 2 september 2013

Jonne Kleyheeg-Hartman, Karen Krijgsveld & Sjoerd Dirksen

Met behulp van het zogenaamde Flux-Collision Model kan voor een bepaalde soort(groep) voorspeld worden hoeveel aanvaringslachtoffers er ongeveer in een (gepland) windpark zullen vallen. Om deze berekening uit te kunnen voeren zijn gegevens nodig van de vogelflux door het windpark, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines. Daarnaast is voor de betreffende soort(groep) een aanvaringskans nodig die vastgesteld is in een ander zogenaamd 'referentiewindpark'. Om de berekening volledig uit te kunnen voeren zijn ook van dit referentiewindpark gegevens nodig van de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines.

Voor de berekening van het aantal aanvaringslachtoffers via het Flux-Collision Model wordt onderstaande formule gebruikt die eerder door Troost (2008) is beschreven en die op enkele punten door Bureau Waardenburg is aangepast:

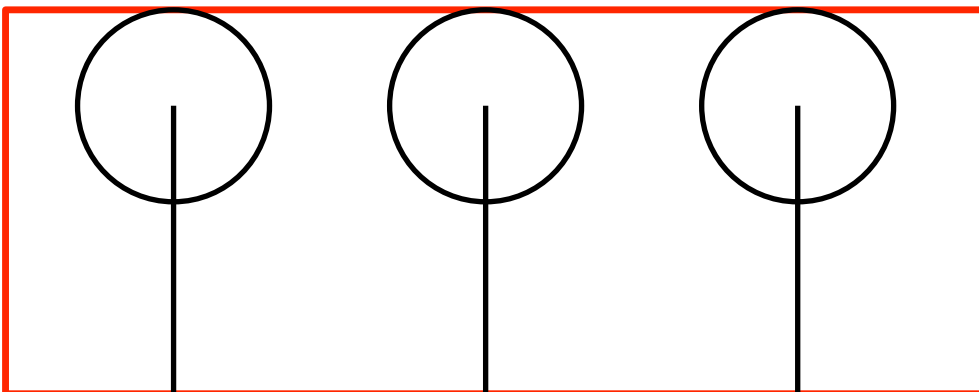
$$c2 = b * h * (1-a_macro) * h_cor * (r/r_ref) * (e/e_ref) * p_cor * p2$$

Waarin:

c2	=	aantal slachtoffers in het windpark
b	=	vogelflux
h	=	fractie vogels die op turbinehoogte vliegt (tussen grond en tiphoogte)
a_macro	=	fractie vogels die om of over het windpark heen vliegt
h_cor	=	correctie voor het verschil in de hoogteverdeling van de flux tussen het te beoordelen windpark en het referentiewindpark
r	=	percentage van het verticale vlak dat bedekt wordt door de rotor (berekend voor 1 turbine)
r_ref	=	percentage van het verticale vlak dat bedekt wordt door de rotor in het referentiewindpark (berekend voor 1 turbine)
e	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het windpark gepasseerd wordt
e_ref	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het referentiewindpark gepasseerd wordt
p_cor	=	correctie van de aanvaringskans voor het verschil in het formaat van de rotor tussen het referentiewindpark en het te beoordelen windpark
p2	=	aanvaringskans

b, h en a_macro

De factoren b , h en a_{macro} bepalen samen de vogelflux door het windpark. Afhankelijk van de manier waarop de flux (b) is gemeten of ingeschat, wordt gebruik gemaakt van de factoren h en a_{macro} om de totale flux op een bepaalde locatie naar beneden bij te stellen tot de flux die daadwerkelijk door het verticale vlak van het windpark vliegt (figuur 1). Als de flux van vogels (b) tot op grote hoogte boven het windpark bekend is, kan met de factor h aangegeven worden welke fractie van deze flux op turbinehoogte passeert. Turbinehoogte is in dit geval gedefinieerd als het gebied tussen het maaiveld op 0 m hoogte en tiphoogte (figuur 1). Vaak is de vogelflux bepaald in een (nul)situatie zonder windturbines. In een situatie met windturbines zal over het algemeen een deel van de flux uitwijken voor de turbines door om of over het windpark heen te vliegen. De fractie van de flux die op deze manier uitwijkt voor het windpark wordt aangegeven met de factor a_{macro} . De factoren h en a_{macro} betreffen dus altijd getallen tussen 0 en 1. In sommige gevallen heeft de flux (b) al specifiek betrekking op het verticale vlak van het windpark en is in dit getal ook al rekening gehouden met uitwijking. In dat geval kan voor h 1 en voor a_{macro} 0 ingevuld worden.



Figuur 1 Abstracte weergave van een lijnopstelling van 3 windturbines. Het verticale vlak waardoor de flux, bepaald door de factoren b , h en a_{macro} , ingevuld moet worden is weergegeven als een rode rechthoek. De flux moet op deze manier ingevuld worden omdat ook de aanvaringskansen in de referentiewindparken (min of meer) bepaald zijn op basis van de flux door dit vlak.

h_cor

De factor a_{macro} omvat geen uitwijking onder de rotoren door, want deze uitwijking is al verwerkt in de aanvaringskans omdat deze berekend is op basis van de vogelflux door het totale verticale vlak van het referentiewindpark. Wanneer echter de hoogteverdeling van de flux door het te beoordelen windpark sterk afwijkt van de hoogteverdeling van de flux door het referentiewindpark kan het nodig zijn om hiervoor te corrigeren.

In windparken met kleine turbines (waaronder sommige referentiewindparken) is de flux over het algemeen evenredig over het verticale vlak van het windpark verdeeld (rode vlak in figuur 1). In windparken met grotere turbines (waar bijvoorbeeld veel vliegbewegingen van lokale vogels plaatsvinden) kan het echter zo zijn dat relatief meer vogels onder de rotoren door vliegen dan door het vlak waar de rotoren in

draaien. Wanneer er in het te beoordelen windpark relatief gezien meer vogels onder de rotoren door vliegen en daarbij geen risico lopen op een aanvaring met de windturbines, zal de aanvaringskans die in het referentiewindpark (waar de flux evenredig over het verticale vlak verdeeld was) is vastgesteld te hoog zijn en dus omlaag gecorrigeerd moeten worden. Wanneer de hoogteverdeling van de flux niet wezenlijk verschilt tussen het te beoordelen windpark en het referentiewindpark dient voor h_{cor} 1 ingevuld te worden.

Indien van toepassing wordt h_{cor} berekend volgens de volgende formule:

$$h_{cor} = (f - ((f_o / h_o) - (f_r / r_d)) * h_o) / f$$

Waarin:

f = totale flux door het verticale vlak (rode vlak in figuur 1), oftewel het getal dat

volgt uit de formule $b * h * (1 - a_{marco})$

f_o = flux door het vlak onder de rotoren

f_r = flux door het vlak waarin de rotoren draaien

h_o = afstand van grond tot laagste punt rotortip (m) (=ashoogte – rotorstraal)

r_d = rotordiameter (m)

Indien de hoogteverdeling van de flux in het veld is vastgesteld kunnen deze gegevens gebruikt worden om f_o en f_r te bepalen. Wanneer deze gegevens niet beschikbaar zijn kan het percentage van de vogelflux door het vlak onder de rotoren evenals het percentage van de vogelflux door het vlak waarin de rotoren draaien ingeschat worden op basis van *expert judgement*, gebruik makend van kennis van het plangebied en kennis van het gedrag van de betreffende soort(groep).

r en r_ref

Deze twee factoren worden op dezelfde manier berekend op basis van de configuratie en afmetingen van het te beoordelen windpark (r) en het referentiewindpark (r_{ref}). De formule is voor beide factoren als volgt:

$$r_{ref} = \text{rotoroppervlak} / (\text{tiphoogte} * \text{gemiddelde afstand tussen turbines})$$

e en e_ref

Het aantal turbines dat een vogel tijdens een passage van het windpark gemiddeld passeert is afhankelijk van de configuratie van het windpark en de hoofdvliegrichting van de vogels door het windpark. De aanname voor e_{ref} is gekoppeld aan de manier waarop de flux (b) is bepaald. Bij het bepalen van deze flux is namelijk al nagedacht over de manier waarop vogels door het windpark vliegen (hoe ziet het verticale vlak van het windpark eruit, rode vlak figuur 1). Voor een lijnopstelling wordt er vaak van uitgegaan dat de flux dwars door het windpark gaat (hoofdvliegrichting haaks op de lijnopstelling). In het geval van een lijnopstelling wordt dan ook over het algemeen aangenomen dat vogels één windturbine passeren, tenzij er duidelijke aanwijzingen zijn dat dit niet het geval is.

Wanneer de configuratie van het windpark min of meer vierkant is (en vogels over het algemeen vanuit alle richtingen door het windpark vliegen) wordt e_{ref} vaak berekend als de wortel van het totaal aantal turbines.

p_cor

Met deze factor wordt gecorrigeerd voor het verschil in rotoroppervlak tussen de turbines van het te beoordelen windpark en de turbines van het referentiewindpark. Bij een grotere rotor is de aanvaringskans per vierkante meter rotoroppervlak kleiner dan bij een kleinere rotor. p_{cor} wordt berekend op basis van de volgende formule:

$$p_{cor} = 0,9785 * (O / Oref)^{-0,26}$$

Waarin:

O = rotoroppervlak van de windturbines van het te beoordelen windpark (m²)

Oref = rotoroppervlak van de windturbines van het referentiewindpark (m²)

p2

Deze factor betreft de aanvaringskans die voor de betreffende soort(groep) is vastgesteld in een referentiewindpark. De keuze voor een aanvaringskans is afhankelijk van de betreffende soort(groep) en de locatie, configuratie en afmetingen van het te beoordelen windpark. De keuze voor de aanvaringskans wordt dan ook in de rapportage onderbouwd.

Literatuur

Band, W., M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In De Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M., eds. Birds and Wind Power. Barcelona., Spain: Lynx Edicions.

Bijlage 5 Soortenselectie vogels met aanvarings- en/of verstorings- risico

Op basis van de verspreiding en het gebiedsgebruik van vogels (Heunks *et al.* in 2015) en het gedrag is voor alle vogelsoorten, waaronder de soorten waarvoor het IJsselmeer of omliggende Natura 2000-gebieden is aangewezen, bepaald of er een reële kans op aanvaring en/of aantasting van leefgebied is

Tabel 4.1 Niet-broedvogels Natura 2000-gebieden IJsselmeer en Waddenzee, overige belangrijke watervogels in het IJsselmeer en risico op aanvaring en aantasting leefgebied door windpark Fryslan.

Soort	IJssel- meer		Wadden- zee	kans aanvaring	kans aantasting leefgebied
	N2000	Overig	N2000		
Fuut	x		x		x
Aalscholver	x		x		x
Lepelaar	x		x		
Kleine zwaan	x		x		
Knobbelzwaan		x			x
Toendrarietgans	x		x		
Kleine rietgans	x				
Kolgans	x				
Grauwe gans	x		x		x
Brandgans	x		x		
Rotgans			x		
Bergeend	x		x		x
Smient	x		x		x
Krakeend	x		x		x
Wintertaling	x		x		
Wilde eend	x		x		x
Pijlstaart	x		x		
Slobeend	x		x		
Eider			x		x
Tafeleend	x			x	x
Kuifeend	x			x	x
Topper	x		x	x	x
Brilduiker	x		x		x
Nonnetje	x				x
Grote zaagbek	x		x		x
Middelste zaagbek			x		x
Slechtvalk			x		
Meerkoet	x				x
Kluut	x		x		
Bontbekplevier			x		
Steenloper			x		
Drieteenstrand- loper			x		
Krombekstrand- loper			x		
Kanoet			x		
Kievit			x		
Scholekster			x		

Tabel 4.1 (vervolg)

Soort	IJssel- meer		Wadden- zee	kans aanvaring	kans aantasting leefgebied
	N2000	Overig	N2000		
Goudplevier	x		x		
Zilverplevier			x		
Kemphaan	x				
Groenpootruiter			x		
Zwarte ruiter			x		
Rosse grutto			x		
Grutto	x		x		
Wulp	x		x		
Kleine mantelmeeuw		x		x	x
Grote mantelmeeuw		x		x	x
Zilvermeeuw		x		x	x
Stormmeeuw		x		x	x
Kokmeeuw		x		x	x
Dwergmeeuw	x			x	x
Reuzenster	x				
Visdief		x		x	x
Zwarte stern	x		x	x	x

Tabel 4.2 Broedvogels Natura 2000-gebieden IJsselmeer, Waddenzee, Texel en Vlieland en risico op aanvaring en aantasting leefgebied door windpark Fryslan. * = selectie relevante N2000-soorten cf. rapport HSAO (Heunks et al. 2015).

Soort	IJssel- meer	Wadden- zee	Texel*	Vlieland*	kans aanvaring	kans aantasting leefgebied
Aalscholver	x					x
Roerdomp	x					
Lepelaar	x	x	x			
Eider		x				
Bruine kiekendief	x	x				
Blauwe kiekendief		x				
Porseleinhoen	x					
Bontbekplevier	x					
Kemphaan	x					
Strandplevier		x				
Bontbekplevier		x				
Kluut		x				
Kleine mantelmeeuw		x	x	x	x	x
Visdief	x	x			x	x
Dwergstern		x				
Noordse stern		x				
Grote stern		x				
Velduil		x				
Snor	x					
Rietzanger	x					

Bijlage 6 Verlichting en vleermuizen

Er zijn twee typen reacties van vleermuizen op verlichting denkbaar:

- aantrekking.
- verstoring.

Door het zeer beperkte ruimtebeslag van windturbines ten opzichte van het totale geschikte foerageergebied van vleermuizen is een verstoring effect op de functionaliteit van het foerageergebied niet aan de orde.

Het belangrijkste effect van windturbines op vleermuizen vormt het optreden van aanvaringslachtoffers (bijlage 2).

Het is mogelijk dat lichten insecten aantrekken, die als prooidieren voor vleermuizen aantrekkelijk zijn (Limpens *et al.* 2007). Het is ook mogelijk dat de (knipperende) lichten ultrasone geluiden produceren, die vleermuizen aantrekken (Arnett *et al.* 2008). Aantrekking zou in dat geval kunnen leiden tot een hoger aantal vleermuisslachtoffers onder vleermuizen.

Het is evengoed mogelijk dat vleermuizen worden afgestoten door de verlichting van windturbines, aangezien veel soorten vleermuizen geacht worden lichtschuw te zijn (Limpens *et al.* 1997, Kuijper *et al.* 2008). Ook ultrasone geluiden kunnen verstoring zijn (Arnett *et al.* 2008). Afstoting dan wel verstoring zou kunnen leiden tot een lager aantal vleermuisslachtoffers.

Bij Amerikaans onderzoek is gezocht naar verschillen in aantallen vleermuisslachtoffers tussen windturbines zonder verlichting en turbines met knipperende witte, knipperende rode en continue rode verlichting. De verlichting was "aviation lighting", dus verlichting vanwege de vliegveiligheid. Daarbij werden geen statistisch significante verschillen gevonden (Johnson *et al.* 2003, Bennett & Hale 2014). De auteurs geven zekerheidshalve aan dat continue witte verlichting niet is onderzocht. Er zijn geen aanwijzingen, dat een dergelijke verlichting wel van invloed zou zijn op de aantallen gedode vleermuizen dan wel het aanvaringsrisico van vleermuizen (Kunz *et al.* 2007a, b). Eurobats (Rodrigues *et al.* 2008) beveelt overigens wel aan hier nader onderzoek naar te doen. De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat navigatieverlichting geen effect heeft op het aanvaringsrisico van vleermuizen. Er zijn bij ons geen Europese onderzoeken bekend waarin het effect van verlichting op het aanvaringsrisico van navigatie-verlichting is onderzocht. Op basis van *expert judgement* gaan wij ervan uit dat de conclusie van het Amerikaanse onderzoek ook voor de situatie hier representatief is.

Winkelman *et al.* (2008) wijzen nog op de mogelijke effecten van verlichting van windturbines, anders dan navigatieverlichting, zoals verlichting op gebouwen of langs onderhoudswegen. Deze verlichting zou geminimaliseerd moeten worden, om effecten op vleermuizen te minimaliseren. Hiermee zou mogelijk het risico voor vleermuizen verminderd kunnen worden, omdat verschillende soorten (waaronder de

risicosoorten rosse vleermuis, ruige dwergvleermuis en gewone dwergvleermuis) graag bij kunstmatige verlichting foerageren omdat deze insecten kan aantrekken.

Literatuur

- Arnett, E.B., W. K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley, Jr., 2007. Patterns of bat fatalities at wind farms in North America. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 61-78.
- Bennett, V.J. & A.M. Hale. 2014. Red aviation lights on wind turbines do not increase bat-turbine collisions. *Animal conservation* doi:10.1111/acv.12102. 1-5.
- Johnson G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, M. F. Shepherd, D. A. Shepherd, and S. A. Sarappo 2003. Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *American Midland Naturalist* 150: 332-342.
- Kunz, T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M.D. Strickland, R.W. Thresher & M.D. Tuttle, 2007b. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (6): 315-324.
- Kuijper D.P.J., J. Schut, D. van Dulleman, H. Toorman, N. Goossens, J. Ouwehand & H.J.G.A. Limpens 2008. Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*) *Lutra* 51 (1): 37-49.
- Limpens, H.J.G.A., H. Huitema & J.J.A. Dekker, 2007. Vleermuizen en windenergie. Analyse van effecten en verplichtingen in het spanningsveld tussen vleermuizen en windenergie, vanuit de ecologische en wettelijke invalshoek. VZZ rapport 2006.50. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin, C. Harbusch (2008). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Eurobats Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra, Wageningen.

Bijlage 7 Soortselectie t.b.v. ontheffingsaanvraag Ffwet artikel 9 vogels

Tabel 7.1 Overzicht van het selectieproces ter ondersteuning van de ontheffingsaanvraag van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet met betrekking tot sterfte van vogels ten gevolge van aanvaringen met de windturbines van Windpark Fryslân. De tabel omvat de landelijke groslijst van 275 vogelsoorten die talrijk genoeg zijn om redelijkerwijs ergens in Nederland aanvaringslachtoffer te kunnen worden en lokaal meer dan incidenteel (resultaat stap 1 zie §5.8). Voor iedere vogelsoort is aangegeven aan welke selectiestap hij is toebedeeld (zie §5.8 voor een beschrijving van de selectiestappen).

soort	selectiestap				
	2B	2C	2D	3B	3C
knobbelzwaan					X
kleine zwaan		X			
wilde zwaan		X			
taigarietgans		X			
toendrarietgans		X			
kleine rietgans		X			
grauwe gans					X
dweggans		X			
kolgans					X
grote Canadese gans		X			
brandgans					X
rotgans		X			
casarca		X			
bergeend					X
krooneend	X				
tafeleend					X
witooeend	X				
kuifeend					X
topper					X
eider		X			
zwarte zee-eend	X				
grote zee-eend	X				
ijseend	X				
nonnetje					X
brilduiker					X
grote zaagbek					X
middelste zaagbek		X			
krakeend		X			
smient					X
slobeend		X			
wilde eend					X
pijlstaart		X			
zomertaling		X			
wintertaling		X			
korhoen	X				
patrijs	X				
kwartel				X	
roodkeelduiker	X				
parelduiker	X				
noordse stormvogel	X				
grauwe pijlstormvogel	X				
noordse pijlstormvogel	X				

Vervolg op volgende pagina

Tabel 7.1 *vervolg*

soort	selectiestap				
	2B	2C	2D	3B	3C
vale pijlstormvogel	x				
vaal stormvogeltje	x				
jan-van-gent	x				
aalscholver					x
kuifaalscholver		x			
roerdomp		x			
woudaap		x			
kwak		x			
kleine zilverreiger		x			
grote zilverreiger		x			
blauwe reiger				x	
purperreiger		x			
zwarte ooievaar	x				
ooievaar		x			
lepelaar		x			
flamingo		x			
dodaars		x			
fuut					x
roodhalsfuut		x			
kuifduiker		x			
georde fuut		x			
wespendief		x			
zwarte wouw		x			
rode wouw		x			
zeearend		x			
bruine kiekendief		x			
blauwe kiekendief		x			
grauwe kiekendief		x			
havik	x				
sperwer				x	
buizerd		x			
ruigpootbuizerd		x			
visarend		x			
torenvalk		x			
smelleken		x			
boomvalk		x			
slechtvalk		x			
waterral				x	
porseleinhoen		x			
klein waterhoen	x				
kleinst waterhoen	x				
kwartelkoning	x				
waterhoen				x	
meerkoet				x	
kraanvogel		x			
scholekster				x	
kluut				x	
kleine plevier		x			
bontbekplevier				x	
strandplevier		x			
morinelplevier	x				
goudplevier				x	
zilverplevier				x	
kievit				x	
kanoet				x	
drieteenstrandloper		x			

Vervolg op volgende pagina

Tabel 7.1 Vervolg

soort	selectiestap				
	2B	2C	2D	3B	3C
kleine strandloper		x			
temmincks strandloper		x			
krombekstrandloper		x			
paarse strandloper		x			
bonte strandloper				x	
kemphaan				x	
bokje		x			
watersnip				x	
houtsnip				x	
grutto		x			
rosse grutto				x	
regenwulp				x	
wulp				x	
oeverloper				x	
witgat				x	
zwarte ruiter		x			
groenpootruiter				x	
bosruiter		x			
tureluur				x	
steenloper		x			
grauwe franjepoot		x			
rosse franjepoot		x			
middelste jager	x				
kleine jager		x			
kleinste jager	x				
grote jager	x				
vorkstaartmeeuw	x				
drieteenmeeuw	x				
kokmeeuw					x
dwergmeeuw					x
zwartkopmeeuw		x			
stormmeeuw					x
kleine mantelmeeuw				x	
zilvermeeuw					x
geelpootmeeuw		x			
pontische meeuw		x			
grote mantelmeeuw					x
dwergstern		x			
lachstern		x			
reuzenstern		x			
zwarte stern					x
witvleugelstern		x			
grote stern		x			
visdief					x
noordse stern		x			
zeekoet	x				
alk	x				
kleine alk	x				
papegaaiduiker	x				
holenduif				x	
houtduif				x	
Turkse tortel		x			
zomertortel		x			
koekoek				x	
kerkuil		x			
oehoe	x				

vervolg op volgende pagina

Tabel 7.1 Vervolg

soort	selectiestap				
	2B	2C	2D	3B	3C
steenuil		x			
bosuil	x				
ransuil	x				
velduil		x			
ruigpootuil	x				
nachtzwaluw	x				
gierzwaluw				x	
ijsvogel		x			
draaihals		x			
groene specht	x				
zwarte specht	x				
grote bonte specht	x				
middelste bonte specht	x				
kleine bonte specht	x				
wielewaal		x			
grauwe klauwier		x			
klapekster	x				
ekster		x			
gaaï				x	
kauw				x	
huiskraai	x				
roek		x			
zwarte kraai		x			
bonte kraai	x				
raaf	x				
goudhaan				x	
vuurgoudhaan				x	
buidelmees		x			
pimpelmees				x	
koolmees				x	
kuifmees		x			
zwarte mees				x	
matkop		x			
glanskop		x			
baardman		x			
kuifleeuwerik	x				
boomleeuwerik		x			
veldleeuwerik				x	
strandleeuwerik		x			
oeverzwaluw				x	
boerenzwaluw				x	
huiszwaluw				x	
cetti's zanger		x			
staartmees		x			
bladkoning		x			
fluitier		x			
tjiftjaf				x	
fitis				x	
braamsluiper				x	
grasmus				x	
tuinfluitier				x	
zwartkop				x	
sprinkhaanzanger				x	
snor		x			
spotvogel				x	
orpheusspotvogel		x			

Vervolg op volgende pagina

Tabel 7.1 Vervolg

soort	selectiestap				
	2B	2C	2D	3B	3C
bosrietzanger				X	
kleine karekiet				X	
rietzanger				X	
waterrietzanger		X			
grote karekiet	X				
graszanger	X				
pestvogel		X			
boomklever	X				
taigaboomkruiper		X			
boomkruiper		X			
winterkoning				X	
spreeuw				X	
waterspreeuw	X				
beflijster		X			
merel				X	
kramsvogel				X	
zanglijster				X	
koperwiek				X	
grote lijster		X			
grauwe vliegenvanger				X	
roodborst				X	
nachtegaal				X	
blauwborst				X	
zwarte roodstaart				X	
gekraagde roodstaart				X	
paapje				X	
roodborsttapuit				X	
tapuit				X	
bonte vliegenvanger				X	
heggenmus				X	
huismus		X			
ringmus				X	
Engelse kwikstaart		X			
gele kwikstaart				X	
noordse kwikstaart				X	
grote gele kwikstaart				X	
witte kwikstaart				X	
rouwkwikstaart		X			
grote pieper		X			
duinpieper		X			
boompieper				X	
graspieper				X	
roodkeelpieper		X			
oeverpieper		X			
waterpieper		X			
vink				X	
keep				X	
Europese kanarie		X			
groenling				X	
putter				X	
sijs				X	
kneu				X	
frater		X			
kleine barmsijs		X			
grote barmsijs		X			
kruisbek				X	

Vervolg op volgende pagina

Tabel 7.1 Vervolg

soort	selectiestap				
	2B	2C	2D	3B	3C
roodmus		x			
goudvink		x			
appelvink		x			
sneeuwgorst		x			
ijsgors				x	
geelgors		x			
ortolaan		x			
rietgors				x	
grauwe gors	x				

Bijlage 8 Onderbouwing selectie vogelsoorten aanvraag ontheffing Ffwet artikel 9

Voor de lijst met vogelsoorten waarvoor in Windpark Fryslân jaarlijks meer dan één aanvaringslachtoffer wordt voorzien, is van ieder soort feitelijke informatie verzameld op basis waarvan een inschatting van de sterfte in Windpark Fryslân is gedaan. Voor een gedetailleerde beschrijving van de selectieprocedure waarmee onderstaande lijst van 106 soorten tot stand is gekomen verwijzen we naar §5.7. Tabel B7.1 bevat de informatie voor de soorten die hoofdzakelijk tijdens de seizoenstrek slachtoffer zullen worden (stap 3B). Tabel B7.2 bevat de informatie voor de soorten die hoofdzakelijk als lokaal verblijvende vogel slachtoffer zullen worden (stap 3C).

In de tweede kolom van tabel B1.1 is informatie opgenomen over de trekroute. In deze kolom is een score van 1, 2 of 3 opgenomen. De betekenis van deze scores is als volgt:

- 1) Breedfronttrek: de vogels zijn tijdens de trek niet gebonden aan het landschap, waardoor de intensiteit van de trek over heel Nederland ongeveer gelijk is. Deze soorten trekken dus ook over het IJsselmeer.
- 2) Deel van trekroute loopt over het plangebied: dit betreft hoofdzakelijk steltlopers. De betrokken soorten trekken in een brede band langs de kust en trekken daarbij ook langs de afsluitdijk en dus ook over het plangebied.
- 3) Trekroute loopt niet duidelijk over het plangebied: de trekroute van een soort kan om verschillende redenen niet duidelijk over het plangebied lopen. Het betreft bijvoorbeeld soorten die hoofdzakelijk over het oosten (en midden) van Nederland trekken waardoor het plangebied buiten de belangrijkste trekroute over Nederland valt (bijvoorbeeld houtduif).

Tabel B7.1 Soorten in stap 3B met informatie over de ligging van de trekroute, een inschatting van het aantal vogels dat over Nederland trekt, het aantal gevonden aanvarings-slachtoffers in andere windparken in Europa en het geschatte aantal aanvarings-slachtoffers in windpark Fryslân (in klassen, deskundigenoordeel). *1 = breedfronttrek, 2 = deel van trekroute loopt over het plangebied, 3 = trekroute loopt niet duidelijk over het plangebied, x = soort vertoont geen duidelijke seizoenstrek (zie uitleg in de tekst). Weergegeven zijn alle vogelsoorten waarvoor jaarlijks tijdens de seizoenstrek één of meerdere aanvarings-slachtoffers in Windpark Fryslân worden voorzien. **Winkelman 1992; Hötter et al. 2006; Everaert 2008; Brenninkmeijer & van der Weyde 2011; Klop & Brenninkmeijer 2014.

Soort	Trekroute*	Inschatting van het aantal dat over Nederland trekt (Bijlsma et al. 2001, ¹ deskundigenoordeel)	Gepubliceerde aantallen slachtoffers gevonden in windparken in NW-Europa**	Verwacht aantal slachtoffers per jaar in Windpark Fryslân (deskundigenoordeel in klassen)
Kwartel	1	2.000 - 10.000	0	1-2
Blauwe Reiger	1	10.000 - 50.000	23	1-2
Sperwer	1	10.000 - 50.000	8	1-2
Waterral	1	2.000 - 50.000	6	1-2
Waterhoen	1	50.000 - 200.000	15	3-10
Meerkoet	1	200.000 - 1.000.000	38	3-10
Scholekster	2	200.000 - 1.000.000	57	11-50
Kluut	2	10.000 - 50.000	5	1-2
Bontbekplevier	2	10.000 - 50.000	1	1-2
Goudplevier	1	200.000 - 1.000.000	9	3-10
Zilverplevier	2	50.000 - 200.000	0	1-2
Kievit	1	>1.000.000	12	11-50
Kanoet	2	50.000 - 200.000	3	1-2
Bonte Strandloper	2	200.000 - 1.000.000	20	11-50
Kemphaan	1	10.000 - 50.000	0	1-2
Watersnip	1	50.000 - 200.000	6	3-10
Houtsnip	1	10.000 - 50.000	8	1-2
Rosse Grutto	2	50.000 - 200.000	4	3-10
Regenwulp	1	2.000 - 50.000	0	1-2
Wulp	1	50.000 - 200.000	27	3-10
Oeverloper	1	10.000 - 50.000	0	1-2
Witgat	1	2.000 - 10.000	0	1-2
Groenpootruiter	1	10.000 - 50.000	0	1-2
Tureluur	1	10.000 - 200.000	13	3-10
Kleine Mantelmeeuw	3	50.000 - 200.000	304	3-10
Holenduif	1	50.000 - 200.000	28	3-10

Soort	Trekroute*	Inschatting van het aantal dat over Nederland trekt (Bijlsma et al. 2001, ¹deskundigenoordeel)	Gepubliceerde aantallen slachtoffers gevonden in windparken in NW-Europa**	Verwacht aantal slachtoffers per jaar in Windpark Fryslân (deskundigenoordeel in klassen)
Houtduif	3	200.000 - 1.000.000	51	3-10
Koekoek	1	10.000 - 50.000	1	1-2
Gierzwaluw	1	50.000 - 1.000.000	30	11-50
Gaai	1	tijdens invasies 10.000 - 50.000	0	1-2
Kauw	1	tijdens invasies 50.000 - 200.000	11	1-2
Goudhaan	1	50.000 - 1.000.000	6	11-50
Vuurgoudhaan	1	2.000 - 50.000	0	1-2
Pimpelmees	1	tijdens invasies 50.000 - 1.000.000	0	3-10
Koolmees	1	tijdens invasies 50.000 - 1.000.000	2	3-10
Zwarte Mees	1	tijdens invasies 50.000 - 1.000.000	0	3-10
Veldleeuwerik	1	200.000 - 1.000.000	10	11-50
Oeverzwaluw	1	10.000 - 200.000	1	1-2
Boerenzwaluw	1	200.000 - 1.000.000	5	3-10
Huiszwaluw	1	50.000 - 200.000	11	3-10
Tjiftjaf	1	200.000 - 1.000.000	0	11-50
Fitis	1	200.000 - 1.000.000	2	11-50
Braamsluiper	1	2.000 - 10.000	0	1-2
Grasmus	1	50.000 - 200.000	1	3-10
Tuinfluit	1	50.000 - 200.000	1	3-10
Zwartkop	1	50.000 - 1.000.000	4	11-50
Sprinkhaanzanger	1	10.000 - 50.000 ¹	0	3-10
Spotvogel	1	10.000 - 50.000	0	3-10
Bosrietzanger	1	2.000 - 10.000	1	1-2
Kleine Karekiet	1	50.000 - 200.000	0	11-50
Rietzanger	1	10.000 - 200.000	0	11-50
Winterkoning	1	50.000 - 200.000	1	1-2
Spreeuw	1	>1.000.000	96	101-300
Merel	1	200.000 - >1.000.000	25	51-100
Kramsvogel	1	200.000 - 1.000.000	10	51-100
Zanglijster	1	50.000 - 1.000.000	42	51-100
Koperwiek	1	200.000 - 1.000.000	24	51-100
Grauwe Vliegenvanger	1	10.000 - 200.000	0	3-10
Roodborst	1	200.000 - 1.000.000	12	11-50

Soort	Trekroute*	Inschatting van het aantal dat over Nederland trekt (Bijlsma <i>et al.</i> 2001, ¹deskundigenoordeel)	Gepubliceerde aantallen slachtoffers gevonden in windparken in NW-Europa**	Verwacht aantal slachtoffers per jaar in Windpark Fryslân (deskundigenoordeel in klassen)
Nachtegaal	1	2.000 - 10.000 ¹	0	1-2
Blauwborst	1	10.000 - 50.000	0	1-2
Zwarte Roodstaart	1	10.000 - 50.000	2	1-2
Gekraagde Roodstaart	1	50.000 - 200.000	0	3-10
Paapje	1	2.000 - 10.000	1	1-2
Roodborsttapuit	1	2.000 - 10.000	1	1-2
Tapuit	1	10.000 - 50.000	0	3-10
Bonte Vliegenvanger	1	10.000 - 200.000	2	3-10
Heggenmus	1	50.000 - 1.000.000	0	11-50
Ringmus	1	10.000 - 200.000	1	3-10
Gele Kwikstaart	1	50.000 - 200.000	1	3-10
Noordse Kwikstaart	1	2.000 - 10.000	0	1-2
Grote Gele Kwikstaart	1	500 - 2.000	0	1-2
Witte Kwikstaart	1	50.000 - 200.000	9	11-50
Boompieper	1	10.000 - 200.000	0	3-10
Graspieper	1	50.000 - 1.000.000	7	11-50
Vink	1	200.000 - >1.000.000	4	11-50
Keep	1	50.000 - 1.000.000	0	3-10
Groenling	1	10.000 - 200.000	2	3-10
Putter	1	10.000 - 200.000	3	3-10
Sijs	1	50.000 - 1.000.000	0	3-10
Kneu	1	50.000 - 200.000	5	3-10
Kruisbek	1	soms 200.000 - 1.000.000	1	1-2
IJsgors	1	500 - 10.000	0	1-2
Rietgors	1	50.000 - 200.000	2	3-10

Tabel B7.2 Soorten in stap 3C met informatie over de talrijkheid in het plangebied en de directe omgeving, het aantal gevonden aanvaringslachtoffers in andere windparken in Europa, en het geschatte aantal aanvaringslachtoffers in windpark Fryslân (in klassen, deskundigenoordeel). *1 = kleine aantallen in het plangebied en omgeving in vergelijking met de rest van Nederland, 2 = gemiddelde aantallen in het plangebied en omgeving in vergelijking met de rest van Nederland, 3 = grote aantallen in het plangebied en omgeving in vergelijking met de rest van Nederland. Weergegeven zijn alle vogelsoorten waarvoor onder lokale vogels jaarlijks één of meerdere aanvaringslachtoffers in windpark Fryslân worden voorzien.**Winkelman 1992; Hötter et al. 2006; Everaert 2008; Brenninkmeijer & van der Weyde 2011; Klop & Brenninkmeijer 2014.

Soort	Talrijkheid in plangebied en directe omgeving*	Gepubliceerde aantallen slachtoffers gevonden in windparken in NW-Europa**	Berekend of verwacht aantal slachtoffers per jaar in windpark Fryslân (deskundigenoordeel in klassen)
Knobbelzwaan	2	13	1-2
Grauwe Gans	2	16	1-2
Kolgans	2	3	1-2
Brandgans	3	8	1-2
Bergeend	2	31	1-2
Tafeleend	2	3	1-2
Kuifeend	3	3	11-50
Topper	3	0	101-300
Nonnetje	3	0	1-2
Brilduiker	2	0	3-10
Grote Zaagbek	3	0	3-10
Smient	2	3	3-10
Wilde Eend	2	201	3-10
Aalscholver	3	17	3-10
Fuut	2	3	1-2
Kokmeeuw	2	633	301-500
Dwergmeeuw	2	2	11-50
Stormmeeuw	2	53	101-300
Zilvermeeuw	2	1.314	3-10
Grote Mantelmeeuw	2	35	1-50
Zwarte Stern	3	0	51-100
Visdief	3	174	51-100

Bijlage 9 Tabel beoordeling effecten per Natura 2000-gebied

Bijlage 9.A Waddenee

Overzicht van de effecten van Windpark Fryslân (WPF) op de habitattypen, Habitatrichtlijnsoorten, broedvogels en noet-broedvogels waarvoor het Natura 2000-gebied Waddenzee is aangewezen.

Type of soort	Effect WPF	
	Omvang	Kwaliteit
Habitattypen		
H1110A Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	0	0
H1140A Slik en zandplaten (getijdengebied)	0	0
H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0	0
H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	0	0
H1320 Slijkgrasvelden	0	0
H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	0	0
H2110 Embryonale duinen	0	0
H2120 Witte duinen	0	0
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0	0
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0	0
H2160 Duindoornstruwelen	0	0
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0	0

	Effect WPF	
	Areaal leefgebied	Kwaliteit leefgebied
Habitatrichtlijn:soorten		
H1014 Nauwe Korfslak	0	0
H1095 Zeeprik	0	0
H1099 Rivierprik	0	0
H1103 Fint	0	0
H1364 Grijze zeehond	0	0
H1365 Gewone zeehond	0	0

Vogelrichtlijn: broedvogels	Effect WPF		Effect mitigatie			Cumulatief effect		Zijn significant negatieve effecten uit te sluiten?
	Sterfte	Aantasting leefgebied	Sterfte reductie	Verbetering leefgebied	Resteffect incl. mitigatie	Sterfte	Aantasting leefgebied	
A034 Lepelaar	0	0						Ja
A063 Eider	0	0						Ja
A081 Bruine kiekendief	0	0						Ja
A082 Blauwe kiekendief	0	0						Ja
A132 Kluit	0	0						Ja
A137 Bontbekplevier	0	0						Ja
A138 Strandplevier	0	0						Ja
A183 Kleine mantelmeeuw	0/-	0	0/+	+	+			Ja
A191 Grote stern	0	0						Ja
A193 Visdief	0	0						Ja
A194 Noordse stern	0	0						Ja
A195 Dwergstern	0	0						Ja
A222 Velduil	0	0						Ja

Vogelrichtlijn: niet-broedvogels	Effect WPF		Effect mitigatie			Cumulatief effect		Zijn significant negatieve effecten uit te sluiten?
	Sterfte	Aantasting leefgebied	Sterfte reductie	Verbetering leefgebied	Resteffect incl. mitigatie	Sterfte	Aantasting leefgebied	
A005 Fuut	0	0						Ja
A017 Aalscholver	0	0						Ja
A034 Lepelaar	0	0						Ja
A037 Kleine zwaan	0	0						Ja
A039 Toendrarietgans	0	0						Ja
A043 Grauwe gans	0	0						Ja
A045 Brandgans	0	0						Ja
A046 Rotgans	0	0						Ja
A048 Bergeend	0	0						Ja
A050 Smient	0	0						Ja
A051 Krakeend	0	0						Ja
A052 Wintertaling	0	0						Ja
A053 Wilde eend	0	0						Ja
A054 Pijlstaart	0	0						Ja
A056 Slobeend	0	0						Ja
A062 Topper	0	0						Ja
A063 Eider	0	0						Ja
A067 Brilduiker	0	0						Ja
A069 Middelste zaagbek	0	0						Ja
A070 Grote zaagbek	0	0						Ja
A103 Slechtvalk	0	0						Ja
A130 Scholekster	0	0						Ja
A132 Kluit	0	0						Ja
A137 Bontbekplevier	0	0						Ja
A140 Goudplevier	0	0						Ja
A141 Zilverplevier	0	0						Ja
A142 Kievit	0	0						Ja
A143 Kanoet	0	0						Ja
A144 Drieteenstrandloper	0	0						Ja
A147 Krombekstrandloper	0	0						Ja
A149 Bonte strandloper	0	0						Ja
A156 Grutto	0	0						Ja
A157 Rosse grutto	0	0						Ja
A160 Wulp	0	0						Ja
A161 Zwarte ruiter	0	0						Ja
A162 Tureluur	0	0						Ja
A164 Groenpootruiter	0	0						Ja
A169 Steenloper	0	0						Ja
A197 Zwarte stern	0	0						Ja

-	mogelijk negatief effect
0/-	neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
0	neutraal effect
0/+	klein positief effect
+	positief effect
++	sterk positief effect

Bijlage 9.B **Duinen en Lage Land van Texel**

Overzicht van de effecten van Windpark Fryslân (WPF) op de habitattypen, Habitatrichtlijnsoorten, broedvogels en noet-broedvogelswaarvoor het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land van Texel is aangewezen.

Type of soort Habitattypen	Effect WPF	
	Omvang	Kwaliteit
H1140A - Slik- en zandplaten, <i>getijdengebied</i>		
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)		
H1310B - Zilte pionierbegroeiingen, <i>zeevetmuur</i>		
H1330A - Schorren en zilte graslanden, <i>buitendijks</i>		
H1330B - Schorren en zilte graslanden, <i>binnendijks</i>		
H2110 - Embryonale duinen		
H2120 - Witte duinen		
H2130A - Grijze duine, <i>kalkrijk</i>		
H2130B - Grijze duinen, <i>kalkarm</i>		
H2130C - Grijze duinen, <i>heischraal</i>		
H2140A - Duinheiden met kraaihei, <i>vochtig</i>		
H2140B - Duinheiden met kraaihei, <i>droog</i>		
H2150 - Duinheiden met struikhei		
H2160 - Duindoornstruwelen		
H2170 - Kruipwilgstruwelen		
H2180A - Duinbossen, <i>droog</i>		
H2180B - Duinbossen, <i>vochtig</i>		
H2180C - Duinbossen, <i>binnenduinrand</i>		
H2190A - Vochtige duinvalleien, <i>open water</i>		
H2190B - Vochtige duinvalleien, <i>kalkrijk</i>		
H2190C - Vochtige duinvalleien, <i>ontkalkt</i>		
H2190D - Vochtige duinvalleien, <i>hoge moerasplanten</i>		
H7210 - Galigaanmoerassen		

	Effect WPF	
	Areaal leefgebied	Kwaliteit leefgebied
Habitatrichtlijn:soorten		
H1340 - Noordse woelmuis	0	0
H1903 - Groenknolorchis	0	0

Vogelrichtlijn: broedvogels	Effect WPF		Effect mitigatie			Cumulatief effect		Zijn significant negatieve effecten uit te sluiten?
	Sterfte	Aantasting leefgebied	Sterfte reductie	Verbetering leefgebied	Resteffect incl. mitigatie	Sterfte	Aantasting leefgebied	
A021 - Roerdomp	0	0						Ja
A034 - Lepelaar	0	0						Ja
A063 - Eider	0	0						Ja
A081 - Bruine Kiekendief	0	0						Ja
A082 - Blauwe Kiekendief	0	0						Ja
A132 - Kluut	0	0						Ja
A137 - Bontbekplevier	0	0						Ja
A183 - Kleine Mantelmeeuw	0/-	0	0/+	+	+			Ja
A195 - Dwergstern	0	0						Ja
A222 - Velduil	0	0						Ja
A276 - Roodborsttapuit	0	0						Ja
A277 - Tapuit	0	0						Ja

- mogelijk negatief effect
- 0/- neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
- 0 neutraal effect
- 0/+ klein positief effect
- + positief effect
- ++ sterk positief effect

Bijlage 9.C **Duinen Vlieland**

Overzicht van de effecten van Windpark Fryslân (WPF) op de habitattypen, Habitatrichtlijnsoorten, broedvogels en noet-broedvogelswaarvoor het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland is aangewezen.

Type of soort Habitattypen	Effect WPF	
	Omvang	Kwaliteit
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0	0
H1330A - Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	0	0
H2120 - Witte duinen	0	0
H2130A - Grijze duinen, <i>kalkrijk</i>	0	0
H2130B - Grijze duinen, <i>kalkarm</i>	0	0
H2130C - Grijze duinen, <i>heischraal</i>	0	0
H2140A - Duinheiden met kraaihei, <i>vochtig</i>	0	0
H2140B - Duinheiden met kraaihei, <i>droog</i>	0	0
H2150 - Duinheiden met struikhei	0	0
H2160 - Duindoornstruwelen	0	0
H2170 - Kruipwilgstruwelen	0	0
H2180A - Duinbossen, <i>droog</i>	0	0
H2180B - Duinbossen, <i>vochtig</i>	0	0
H2190A - Vochtige duinvalleien, <i>open water</i>	0	0
H2190B - Vochtige duinvalleien, <i>kalkrijk</i>	0	0
H2190C - Vochtige duinvalleien, <i>ontkalkt</i>	0	0
H2190D - Vochtige duinvalleien, <i>hoge moerasplanten</i>	0	0

	Effect WPF	
	Areaal leefgebied	Kwaliteit leefgebied
Habitatrichtlijn:soorten		
H1903 - Groenknolorchis	0	0

Vogelrichtlijn: broedvogels	Effect WPF		Effect mitigatie			Cumulatief effect		Zijn significant negatieve effecten uit te sluiten?
	Sterfte	Aantasting leefgebied	Sterftereductie	Verbetering leefgebied	Resteffect incl. mitigatie	Sterfte	Aantasting leefgebied	
A017 - Aalscholver	0	0						Ja
A034 - Lepelaar	0	0						Ja
A063 - Eider	0	0						Ja
A081 - Bruine Kiekendief	0	0						Ja
A082 - Blauwe Kiekendief	0	0						Ja
A119 - Porseleinhoen	0	0						Ja
A183 - Kleine Mantelmeeuw	0/-	0	0/+	+	+			Ja
A277 - Tapuit	0	0						Ja

Vogelrichtlijn: niet-broedvogels	Effect WPF		Effect mitigatie			Cumulatief effect		Zijn significant negatieve effecten uit te sluiten?
	Sterfte	Aantasting leefgebied	Sterftereductie	Verbetering leefgebied	Resteffect incl. mitigatie	Sterfte	Aantasting leefgebied	
A017 - Aalscholver	0	0						Ja
A034 - Lepelaar	0	0						Ja
A054 - Pijlstaart	0	0						Ja
A056 - Slobbeend	0	0						Ja
A132 - Kluut	0	0						Ja
A162 - Tureluur	0	0						Ja

-	mogelijk negatief effect
0/-	neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
0	neutraal effect
0/+	klein positief effect
+	positief effect
++	sterk positief effect



Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie & landschap

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl

BIJLAGE D-9A EFFECTRAPPORT NATUUR

EXTRA SCENARIO'S





NOTITIE

Pondera Consult b.v.
M. ten Klooster
Welbergweg 49
7550 AN Hengelo

DATUM: 9 juli 2015
ONS KENMERK: 13-640/14.05766/JonKI
UW KENMERK: email M. ten klooster (dd. 6 juni 2014)
AUTEUR: J.C Kleyheeg-Hartman MSc. & drs. C. Heunks
PROJECTLEIDER: drs. C. Heunks
STATUS: definitief
CONTROLE: H.A.M. Prinsen

Effectbepaling en –beoordeling voor drie aanvullende scenario’s van windpark Fryslân

Aanleiding

In 2010 heeft Bureau Waardenburg van Pondera Consult de opdracht gekregen om de ecologische input te leveren die nodig was voor het MER van windpark Fryslân. Inmiddels is de benodigde input geleverd in de vorm van twee rapporten: 1) Huidige natuurwaarden in plangebied windpark Fryslân ('HSAO rapport', definitief rapport 21 maart 2014 opgeleverd; Heunks *et al.* 2014a) en 2) Effecten van windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden ('effectenrapport', Heunks *et al.* 2015). Pondera stelt op grond van de aangeleverde informatie de passende beoordeling en het MER op. Voor de passende beoordeling moet een voorkeursvariant bepaald worden. In dit kader heeft Pondera Consult aan Bureau Waardenburg gevraagd om aanvullend op de vier in het MER onderzochte varianten de effecten van drie extra (geoptimaliseerde) scenario's door te rekenen. In voorliggende notitie is het effect van de drie extra scenario's beschreven. De focus ligt hierbij op sterfte (als gevolg van aanvaring) en verstoring van vogels en sterfte van vleermuizen. Aangezien de locatie van de scenario's overeenkomt met de locatie van de onderzochte alternatieven in het MER en er sprake is van een gelijk of kleiner aantal windturbines (met vergelijkbare specificaties) zijn overige negatieve effecten op ecologie kleiner of gelijk aan die van de onderzochte alternatieven.

De effecten worden beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. De aanpak van deze beoordeling is conform de aanpak in Heunks *et al.* (2015). Dit betekent dat effecten zijn beoordeeld zonder en met inachtneming van mitigerende maatregelen en zover aan de orde en relevant in cumulatie met andere projecten of initiatieven. Zonder deze exercitie in detail te herhalen volstaan wij in voorliggende notitie met de conclusies per soort.

Aanvullende scenario's

De drie extra scenario's die ten behoeve van de selectie van de voorkeursvariant voor de passende beoordeling zijn doorgerekend betreffen twee optimalisatiealternatieven (scenario A en B) en één variatie op variant 4 zoals onderzocht in het MER (scenario C). In de slachtofferberekeningen is bij wijze van *worst case* scenario uitgegaan van de gemiddelde minimale afstand tussen de turbines (tabel 1, figuur 1).

Tabel 1 Specificaties van de drie aanvullende scenario's voor windpark Fryslân.

	B	A	C
aantal turbines	60	89	65
ashoogte (m)	105	95	105
rotordiameter (m)	154	130	154
gemiddelde minimale onderlinge afstand (m)	776	661	714

Voor scenario A wordt tevens een grotere ashoogte overwogen tot 120 meter. Uitgaande van een zelfde rotordiameter en positionering van turbines zal de aantasting van het leefgebied van vogels in dat geval in dezelfde orde van grootte zijn als wanneer turbines opgesteld worden met de dimensies die voor scenario A in tabel 1 zijn gedefinieerd. De additionele sterfte zal eerder lager dan hoger zijn omdat de laagte van de tip hoger ligt. Dat geldt ook voor de additionele sterfte onder vleermuizen.

Effecten op vogels

Sterfte (aanvaringsslachtoffers)

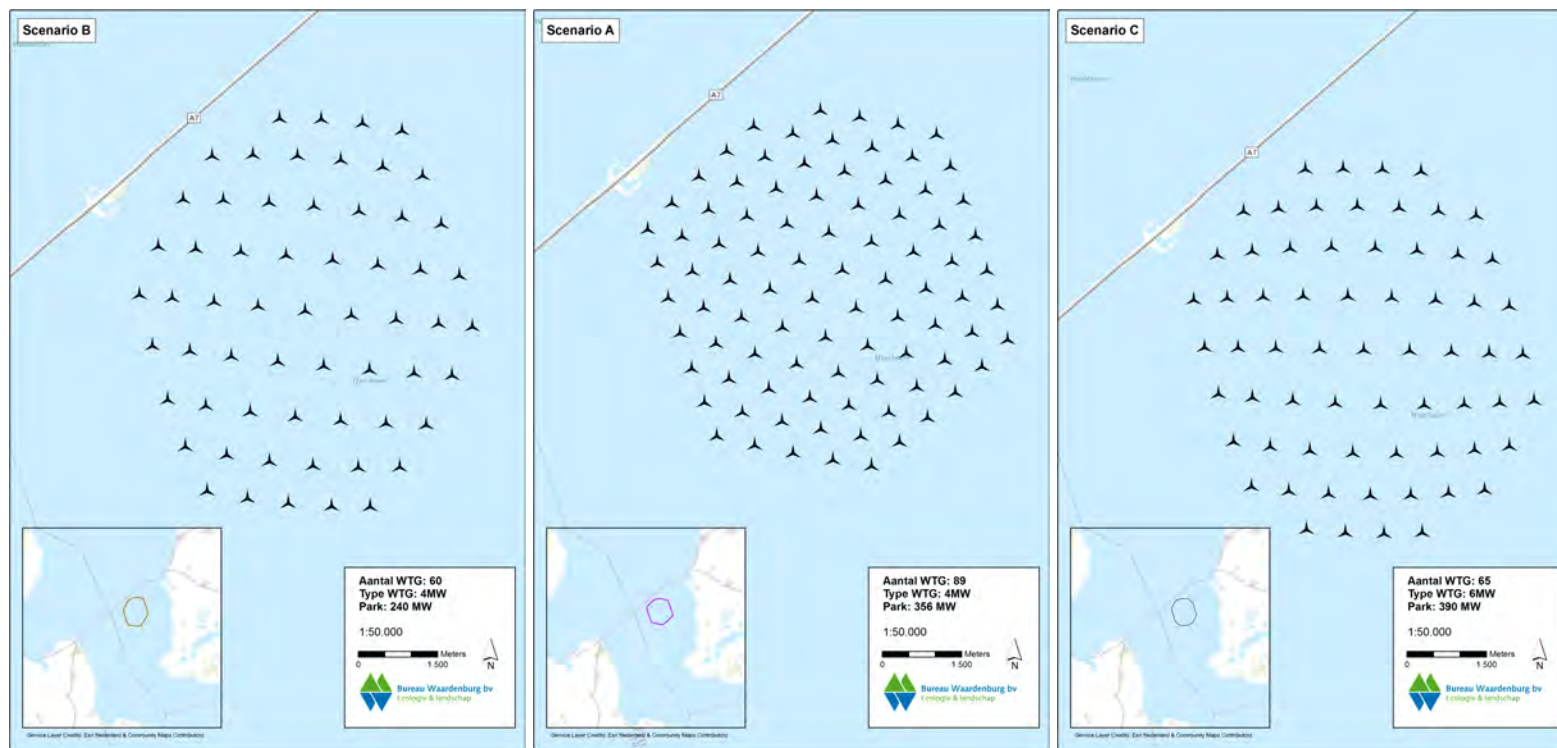
De additionele sterfte van vogels als gevolg van aanvaringen met de windturbines kan voor een nog te bouwen windpark voorspeld worden met behulp van modelberekeningen. Voor windpark Fryslân zijn deze modelberekeningen ten behoeve van het MER uitgevoerd voor een selectie van soorten. In het 'effectenrapport' is een gedetailleerde beschrijving van de gehanteerde methodiek (model) opgenomen, evenals een verantwoording van de soortselectie (Heunks *et al.* 2015). Het resultaat van de nieuwe modelberekeningen voor de drie aanvullende scenario's is gepresenteerd in tabel 2.

Verstoring (aantasting leefgebied)

Het verstoringseffect (tabel 3) is berekend conform de methodiek van het effectenrapport (Heunks *et al.* 2015). Voor de dwergmeeuw is de dichtheid berekend op basis van de door Bureau Waardenburg in april 2014 getelde aantallen.

Tabel 2 Ordegrootte van het voorspelde aantal aanvaringslachtoffers per jaar voor het gehele windpark voor de drie aanvullende scenario's. Het aantal aanvaringslachtoffers is berekend volgens het Flux-Collision Model (zie bijlage 3 in Heunks et al. 2015). Soorten waarvoor het IJsselmeer of nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zijn onderstreept. Voor de visdief is het aantal slachtoffers tijdens het broedseizoen (b) en buiten het broedseizoen (nb) apart vermeld omdat het IJsselmeer voor het voorkomen van deze soort in het broedseizoen als Natura 2000-gebied is aangewezen. De range waarmee de ordegrootte van de voorspelde sterfte is weergegeven is voor de meeuwen gebaseerd op verschillen in uitkomsten tussen berekeningen met aanvaringskansen uit verschillende referentiewindparken (Oosterbierum, Slufterdam en Sabinapolder, zie Heunks et al. 2015). Voor de overige soorten is veiligheidshalve een range om het berekende aantal aanvaringslachtoffers aangenomen.

soort	B 60 turbines	A 89 turbines	C 65 turbines
<u>visdief (b)</u>	40-50	50-60	40-50
<u>visdief (nb)</u>	70-80	90-100	70-80
<u>toppereend</u>	100-110	130-140	120-130
<u>zwarte stern</u>	90-100	110-120	90-100
<u>zilvermeeuw</u>	0-10	0-10	0-10
<u>kokmeeuw</u>	290-740	370-890	310-780
<u>kuifeend</u>	30-40	30-40	30-40
<u>stormmeeuw</u>	170-420	210-510	180-440
<u>grote mantelmeeuw</u>	30-50	30-60	30-50
<u>dwergmeeuw</u>	20-40	30-50	30-40
<u>tafeleend</u>	0-5	0-5	0-5
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0-5	0-5	0-5



Figuur 1 Opstellingsvarianten van Windpark Fryslân volgens scenario B, A en C (bron: Pondera Consult bv).

Tabel 3 Ordegrootte van de aantasting van het leefgebied van vogels uitgedrukt in het aantal vogels die in het plangebied leefgebied kwijtraken. Weergegeven zijn de meest voorkomende vogelsoorten die lokaal verblijven en gezien hun voorkomen, gebaseerd op de gedrag een reële kans hebben om verstoord te worden door de geprojecteerde windturbines. Soorten waarvoor het IJsselmeer of nabijgelegen Natura 2000-gebieden aangewezen zijn onderstreept.

soort	B 60 turbines	A 89 turbines	C 65 turbines
<u>grote zaagbek</u>	30-40	50-60	40-50
<u>brilduiker</u>	10-20	20-30	20-30
<u>knobbelzwaan</u>	20-30	20-30	20-30
<u>fuut</u>	10-20	10-20	10-20
<u>kokmeeuw</u>	10-20	10-20	10-20
<u>stormmeeuw</u>	10-20	10-20	10-20
<u>grauwe gans</u>	10-20	10-20	10-20
<u>dwergmeeuw</u>	5-10	10-15	5-10
<u>toppereend</u>	0-5	5-10	5-10
<u>visdief</u>	0-5	5-10	0-5
<u>zwarte stern</u>	0-5	5-10	0-5
<u>aalscholver</u>	0-5	0-5	0-5
<u>kuifeend</u>	0-5	0-5	0-5
<u>zilvermeeuw</u>	0-5	0-5	0-5
<u>grote mantelmeeuw</u>	0	0-5	0-5
<u>bergeend</u>	0	0	0
<u>eider</u>	0	0	0
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0	0	0
<u>krakeend</u>	0	0	0
<u>meerkoet</u>	0	0	0
<u>middelste zaagbek</u>	0	0	0
<u>nonnetje</u>	0	0	0
<u>smient</u>	0	0	0
<u>tafeleend</u>	0	0	0
<u>wilde eend</u>	0	0	0

Effecten in relatie tot de Natuurbeschermingswet 1998

Aanvaringslachtoffers

Voor een gedetailleerde beschrijving van de beoordelingsmethodiek wordt verwezen naar §2.4 en §5.7 van het 'effectenrapport' (Heunks *et al.* 2015). In eerste instantie worden de effecten beoordeeld zonder daarbij rekening te houden met mogelijke compenserende maatregelen. Ter beoordeling van de significantie van het effect (verhoging van de sterfte), is allereerst getoetst of de voorspelde sterfte hoger is dan 1% van de natuurlijke sterfte van de betreffende soort in het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Indien het te verwachten aantal aanvaringslachtoffers hoger is dan deze 1%-mortaliteit, wordt nader onderzocht of het effect op de populatie als significant is te beschouwen.

1%-mortaliteitsnorm niet wordt overschreden is er voor windpark Fryslân op zichzelf met zekerheid geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de soort, en dus geen significant effect.

De additionele sterfte als gevolg van windpark Fryslân voor visdief (broedvogel) en zwarte stern is in alle geoptimaliseerde scenario's hoger dan de 1%-mortaliteitsnorm. Voor de dwergmeeuw ligt alleen voor scenario A de voorspelde additionele sterfte rond de 1%-mortaliteitsnorm, voor de andere twee scenario's ligt de voorspelde sterfte onder de 1%-mortaliteitsnorm. In Heunks (*et al.* 2015) is onderbouwd dat de sterfte van de dwergmeeuw rond de 1%-mortaliteitsnorm (zoals het geval in scenario A) geen significant negatief effect op de populatie zal hebben. Voor de overige soorten waarvoor het IJsselmeer en nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen is de totale additionele sterfte bij alle geoptimaliseerde scenario's lager dan de 1%-mortaliteitsnorm van desbetreffende populaties. Een significant negatief effect als gevolg van windpark Fryslân op zichzelf kan voor de dwergmeeuw en overige soorten worden uitgesloten.

Conclusie: Zonder mitigerende maatregelen is voor twee vogelsoorten (visdief en zwarte stern) niet uit te sluiten dat de additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân in samenhang (cumulatie) met andere ontwikkelingen in het IJsselmeer een aantoonbaar negatief effect op de populatie zal hebben. Een significant negatief effect op het behalen van het instandhoudingsdoel is voor deze soorten niet met zekerheid uit te sluiten. Voor deze soorten zijn derhalve de effecten van mitigatie behandeld en zo nodig in cumulatie met andere projecten / initiatieven beoordeeld. Voor de overige soorten zal Windpark Fryslân 'op zichzelf' geen aantoonbaar effect op de populatie hebben. Voor deze soorten is beoordeeld of in samenhang met andere projecten / initiatieven sprake is van een effect op de populatie.

Verstoring

De aantasting van het leefgebied als gevolg van windpark Fryslân is beoordeeld conform de effectbepaling van de MER-varianten (Heunks *et al.* 2015). Evenals voor de MER-varianten geldt voor de drie geoptimaliseerde scenario's dat de aantasting van het leefgebied voor grote zaagbek, brilduiker, fuut, grauwe gans, toppereend, zwarte stern en dwergmeeuw aantoonbaar zal zijn. Voor twee soorten (grote zaagbek en fuut) is het de vraag of binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer voldoende uitwijkmogelijkheden zijn die kunnen dienen als alternatief foerageergebied. Voor deze soorten is derhalve sprake van maatgevende verstoring.

Conclusie: voor wat betreft de vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer en omliggende Natura 2000-gebieden als Natura 2000-gebied zijn aangewezen heeft windpark Fryslân voor acht vogelsoorten een negatief effect op de kwaliteit van het leefgebied. Voor twee soorten (grote zaagbek en fuut) kunnen significant negatieve effecten als gevolg van windpark Fryslân op zichzelf niet met zekerheid worden uitgesloten. Zonder mitigerende maatregelen is voor deze soorten niet uit te sluiten dat de aantasting van het leefgebied als gevolg van windpark Fryslân in samenhang (cumulatie) met andere ontwikkelingen in het IJsselmeer een significant negatief effect zal hebben op het behalen van het instandhoudingsdoel. Voor deze soorten zijn derhalve de effecten van mitigatie bepaald

en is het resteffect zo nodig in cumulatie met de effecten van andere projecten / initiatieven beoordeeld. Voor de overige zes soorten zal Windpark Fryslân op zichzelf hooguit tot een verwaarloosbare aantasting van leefgebied leiden. Voor deze soorten is beoordeeld of in samenhang met andere projecten / initiatieven sprake is van een aantoonbare aantasting van het leefgebied.

Barrièrewerking

Windpark Fryslân zal in de geoptimaliseerde varianten, door het ontwerp van de opstelling, geen of hooguit een verwaarloosbare vorm van barrièrewerking tot gevolg hebben voor vogelsoorten die een binding met het plangebied hebben en waarvoor het IJsselmeer en/of de Waddenzee als Natura 2000-gebied zijn aangewezen. Barrièrewerking zal geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de vogelsoorten hebben, laat staan een significant negatief effect.

Beoordeling van effecten (met mitigatie en cumulatie) in het kader van de Nbwet

In het kader van de Nbwet komt de beoordeling van de effecten volgens de geoptimaliseerde varianten overeen met de beoordeling van de effecten van de 4 MER varianten. Hieronder volgt een toelichting voor wat betreft de vogelsoorten waarvoor significant negatieve effecten als gevolg van windpark Fryslân op het behalen van de instandhoudingsdoelen niet op voorhand waren uit te sluiten. Met uitzondering van de kleine mantelmeeuw zijn alle effecten beoordeeld ten opzichte van de instandhoudingsdoelen die voor desbetreffende soorten in het IJsselmeer zijn gedefinieerd. Voor de kleine mantelmeeuw worden de effecten beoordeeld ten opzichte van de instandhoudingsdoelen van de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage land van Texel en Duinen van Vlieland.

Grote zaagbek, fuut, visdief, zwarte stern en dwergmeeuw

Voor de visdief, zwarte stern, dwergmeeuw, grote zaagbek en fuut is onderzocht of significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelen na mitigatie met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Dit is conform de aanpak in Heunks *et al.* (2015) beoordeeld zonder en met inachtneming van mitigerende maatregelen en in cumulatie met andere projecten. Zonder deze exercitie in detail te herhalen volstaan wij in voorliggende notitie met de conclusies per soort. De beoordeling van de effecten is als volgt:

Door de aanleg van het werkeiland zijn de negatieve effecten van windpark Fryslân voor **grote zaagbek** en **fuut** (verstoring van foeragerende vogels / afname omvang en kwaliteit leefgebied) volledig gemitigeerd, ongeacht welke variant. Met inachtnaam van deze mitigerende maatregel kunnen significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelen van het IJsselmeer voor de grote zaagbek en fuut worden uitgesloten. Voor beide soorten is rekening houdend met mitigatie geen sprake van een resteffect met betrekking tot aantasting van het leefgebied. Dit hoeft dan ook niet meer in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten beschouwd te worden.

Voor de **visdief** en **zwarte stern** wordt de additionele sterfte als gevolg van windpark Fryslân door middel van een stilstandvoorziening volgens het ‘*shutdown-on-demand*’ principe gereduceerd. Voor beide soorten zal de (voorspelde) sterfte voor alle vier de varianten met de voorzichtig ingeschatte sterftereductie nog boven de 1%-mortaliteitsnorm liggen. In Heunks *et al.* (2015) is echter aangetoond dat de sterfte voor beide soorten (ruim) boven de 1%-mortaliteitsnorm kan liggen, zonder een effect op de populatie te veroorzaken. De resterende sterfte leidt voor beide soorten, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, niet tot een significant negatief effect op Natura 2000-gebied IJsselmeer (ongeacht de variant). Evenals voor de MER varianten geldt ook voor de geoptimaliseerde varianten dat ook in cumulatie met de effecten van andere projecten / initiatieven in (de omgeving van) het IJsselmeer significant negatieve effecten voor beide soorten met zekerheid uitgesloten kunnen worden.

Voor de **dwergmeeuw** kan de additionele sterfte als gevolg van windpark Fryslân niet volledig gemitigeerd worden met de voorgenomen stilstandvoorziening. De resterende sterfte zal voor alle vier de varianten met de voorzichtig ingeschatte sterftereductie ongeveer 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit van de populatie in het IJsselmeer bedragen. In Heunks *et al.* (2015) is aangetoond dat de sterfte voor de dwergmeeuw (ruim) boven de 1%-mortaliteitsnorm kan liggen, zonder een effect op de populatie te veroorzaken. Cumulatie van de effecten van Windpark Fryslân (inclusief mitigatie) met de effecten van andere plannen of projecten in het IJsselmeer laat zien dat significant negatieve effecten op Natura 2000-gebied IJsselmeer gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van de dwergmeeuw met zekerheid uitgesloten kunnen worden.

Door de aanleg van het werkeiland zijn de negatieve effecten van windpark Fryslân voor dwergmeeuw en zwarte stern in de vorm van verstoring van foeragerende vogels / afname omvang en kwaliteit leefgebied, volledig gemitigeerd, ongeacht welke variant. Met inachtnaam van deze mitigerende maatregel kunnen significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelen van het IJsselmeer voor de dwergmeeuw en zwarte stern worden uitgesloten. Voor beide soorten is dit dan ook niet meer in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten beschouwd.

Beoordeling van effecten voor overige soorten

Voor zes andere vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer of omliggende Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zijn *significante* effecten van uitsluitend het project windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten, maar is wel een negatief effect aanwezig. Dit betreft: **grauwe gans, topper, kuifeend, brilduiker, tafeleend en kleine mantelmeeuw**. Voor deze soorten is onderzocht of de voorgenomen mitigerende maatregelen de negatieve effecten van windpark Fryslân kunnen neutraliseren. Met uitzondering van de topper blijkt dit voor alle soorten het geval. Voor de topper is sprake van negatieve ‘rest-effecten’. Voor deze soort is het effect van windpark Fryslân, inclusief mitigerende maatregelen, in cumulatie met effecten van andere projecten en initiatieven getoetst. Omdat de aantallen van de topper in het IJsselmeer ruim boven het instandhoudingsdoel liggen en omdat de draagkracht in termen van voedsel en rust toenemen, kunnen significant negatieve

effecten op het behalen van het instandhoudingsdoel van de topper voor alle scenario's van windpark Fryslân met zekerheid worden uitgesloten.

Effectbeoordeling Flora- en faunawet

In het kader van de Flora- en faunawet komt de beoordeling overeen met de beoordeling van de effecten van de 4 MER varianten.

Sterfte van vogels

Voor het initiatief als geheel is voorspeld dat, afhankelijk van de gekozen opstellingsvariant, jaarlijks maximaal ± 1.500 - ± 2.200 vogels zullen omkomen door aanvaringen met de windturbines. Dit betreft zowel vogels op seizoenstrek als vogels die lokaal verblijven. Voor 106 verschillende vogelsoorten wordt redelijkerwijs verwacht dat jaarlijks één of meer vogels slachtoffer worden als gevolg van een aanvaring met de geplande windturbines. Bepaald is of voor deze soorten afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de betreffende populatie.

Voor de meeste soorten is de voorspelde sterfte zeer beperkt in verhouding tot de betreffende populatie en kan een effect op de GSI dan ook op voorhand uitgesloten worden. Door toepassing van een stilstandvoorziening gedurende 1% van de tijd kan de sterfte van de zwarte stern en de visdief voldoende gereduceerd worden om voor alle drie de aanvullende varianten met zekerheid te kunnen stellen dat de resterende additionele sterfte geen effect zal hebben op de gunstige staat van instandhouding van de Nederlandse niet-broedvogelpopulatie van de zwarte stern en de Nederlandse populatie visdieven (broedpopulatie en niet-broedvogelpopulatie).

Sterfte van vleermuizen

Als gevolg van windpark Fryslân zullen jaarlijks 0-3 (gemiddeld 1,5 per turbine) vleermuizen per turbine sterven. Dit aantal zal vrijwel volledig betrekking hebben op ruige dwergvleermuizen. Voor de scenario's kan voor alle betreffende vleermuissoorten een negatief effect van Windpark Fryslân op de populatie worden uitgesloten aangezien de additionele sterfte kleiner is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit.

Conclusie

De effecten van de drie geoptimaliseerde scenario's van windpark Fryslân liggen binnen de range van de effecten van de MER-varianten. De effecten zijn in dezelfde orde van grootte of kleiner dan de effecten van de MER-varianten. De beoordeling van de effecten van de geoptimaliseerde scenario's komt overeen met de beoordeling van effecten van de MER-varianten.

Literatuur

Heunks, C., R.G. Verbeek & B. van den Boogaard, 2014. Huidige natuurwaarden in plangebied Windpark Fryslân. Achtergronddocument voor het m.e.r.. Rapport 13-076, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Heunks, C., J.C. Kleyheeg, M. Boonman & R.G. Verbeek, 2015. Effecten van Windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet. Rapport 13-174. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Voor vragen over deze notitie kunt u contact opnemen met C. Heunks.

Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv
H.A.M. Prinsen

Paraaf:

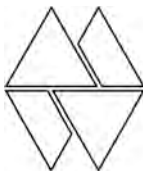


Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera Consult b.v.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345 51 27 10

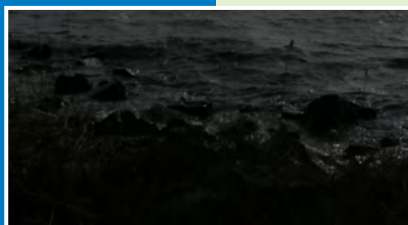
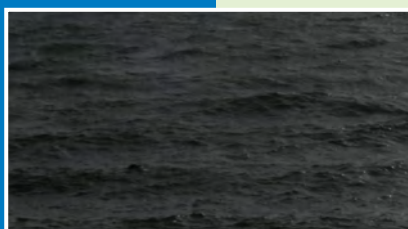
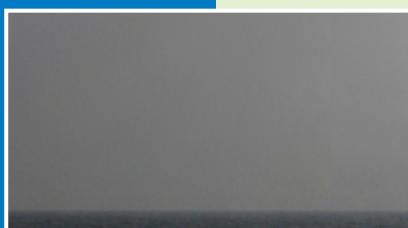
info@buwa.nl www.buwa.nl

Bijlage D-10 Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer



Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer

Veldinventarisatie 2012 in zoekgebieden
voor windenergie



E.A. Jansen
M. Boonman
G. Smit
M. La Haye
H.G.J.A Limpens



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer

Veldinventarisatie 2012 in zoekgebieden voor windenergie

E.A. Jansen
M. Boonman
G. Smit
M. La Haye
H. G.J.A Limpens



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

opdrachtgever: Pondera Consult BV
7 november 2013
rapport nr. 12-051

Status uitgave: Eindrapport
Rapport nr.: 13-051
Datum uitgave: 7 november 2013
Titel: Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer
Subtitel: Veldinventarisatie 2012
Samenstellers: E.A. Jansen
M. Boonman
G. Smit
M. La Haye
H. G.J.A Limpens

Foto's omslag: -
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 34
Project nr.: 12-387
Projectleider: drs. G.F.J. Smit
Naam en adres opdrachtgever: Pondera Consult BV
Postbus 579, 7550 AN Hengelo
Referentie opdrachtgever: 709025 & 709026 /MtK//001
Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv
drs. G.F.J. Smit



Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv & Zoogdierverseniging / Pondera Consult BV
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl



Voorwoord

Ventolines BV onderzoekt de mogelijkheden om een windpark in het IJsselmeer en/of een windpark in het Markermeer te realiseren. Hiervoor zal een MER moeten worden opgesteld. Ten behoeve van dit MER is o.a. behoefte aan actuele gegevens over de verspreiding en het gebiedsgebruik van vleermuizen.

Pondera Consult BV heeft Bureau Waardenburg en de Zoogdierverseniging opdracht verstrekt om het gebiedsgebruik door vleermuizen zowel kwalitatief als kwantitatief in beeld te brengen.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Eric Jansen	Zoogdierverseniging	dataverwerking, rapportage
Martijn Boonman	Bureau Waardenburg	veldwerk, rapportage
Gerard Smit	Bureau Waardenburg	projectleiding, rapportage
Maurice La Haye	Zoogdierverseniging	projectleiding, rapportage
Herman Limpens	Zoogdierverseniging	advisering, rapportage
Daniel Beuker	Bureau Waardenburg	veldwerk
Steven Stemerding	Bureau Waardenburg	veldwerk
Hans Waardenburg	Bureau Waardenburg	veldwerk
Camiel Heunks	Bureau Waardenburg	veldwerk
Lieuwe Anema	Bureau Waardenburg	veldwerk
Wesley Overman	Zoogdierverseniging	veldwerk
Rob Koelman	Zoogdierverseniging	veldwerk

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hun uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteitshandboek van Bureau Waardenburg. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg is ISO gecertificeerd.

Vanuit Pondera Consult werd de opdracht begeleid door de heer M. ten Klooster. Wij danken hem voor de prettige samenwerking.

Disclaimer

De studie betreft een beoordeling van de huidige aanwezigheid van beschermde soorten planten en dieren. Deze beoordeling is gebaseerd op bronnenonderzoek, veldonderzoek en deskundigenoordeel. Veldonderzoek is altijd een momentopname. Bureau Waardenburg en de Zoogdierverseniging waarborgen dat het onderzoek is uitgevoerd door deskundige onderzoekers volgens de gangbare standaardmethoden. Bureau Waardenburg en de Zoogdierverseniging zijn niet aansprakelijk voor waarnemingen van soorten door derden en waarnemingen die na afronding van de studie bekend worden gemaakt.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel	9
2 Plangebieden	11
2.1 IJsselmeer	11
2.2 Markermeer	11
3 Methode van onderzoek.....	13
3.1 Uitgangspunten veldonderzoek	13
3.2 Onderzoek langs transecten	14
3.3 Uitvoering van het veldonderzoek.....	15
3.4 Analyse van de geluiden	16
3.5 Uitwerking van de gegevens	16
4 Resultaten IJsselmeer	17
4.1 Algemeen	17
5 Resultaten Markermeer	21
5.1 Algemeen	21
6 Discussie	27
6.1 Risicosoorten	27
6.2 Ruimtelijke variatie in activiteit	28
6 Conclusies.....	31
6.1 Risicosoorten	31
6.2 Ruimtelijke spreiding in activiteit.....	31
7 Literatuur.....	33

Samenvatting

In opdracht van een ontwikkelaar onderzoekt Pondera Consult de mogelijkheden om een windpark in het IJsselmeer en/of een windpark in het Markermeer te realiseren. Hiervoor zal een MER worden opgesteld. Ten behoeve van dit MER is o.a. behoefte aan actuele gegevens over de verspreiding en het gebiedsgebruik van vleermuizen.

In 2012 zijn zoekgebieden voor een windpark in het IJsselmeer en/of het Markermeer geïnventariseerd op vleermuizen. Doel van dit onderzoek was om het gebruik van het IJsselmeer en Markermeer door vleermuizen kwalitatief en in een eerste aanzet ook kwantitatief in beeld te brengen om hiermee het risico op aanvaringslachtoffers door windturbines te kunnen duiden.

Het veldonderzoek is uitgevoerd conform het vleermuisprotocol (standaard aanpak Gegevensautoriteit Natuur). Dit protocol schrijft voor dat tenminste twee waarnemronden in de actieve periode, bij goed weer noodzakelijk zijn. Om een indruk te krijgen van relatieve dichtheden is gebruik gemaakt van een gestandaardiseerde methode van waarnemen. Dit is uitgevoerd door vaste transecten over het water te varen, waarbij een ervaren waarnemer inventariseerde met een Pettersson D240x en er tegelijk automatische opnames werden gemaakt met een Elekon BatLogger. Tegelijk met de routes over het water zijn er gegevens verzameld langs de nabij gelegen dijken, respectievelijk de Afsluitdijk en de Houtribdijk.

Meer dan 90% van alle verzamelde waarnemingen boven open water zijn ruige dwergvleermuizen. De overige 10% bestaat in volgorde van aantallen waarnemingen uit gewone dwergvleermuis, meervleermuis, rosse vleermuis, laatvlieger en tweekleurige of rosse vleermuis. Het aantal waarnemingen langs de Houtribdijk en Afsluitdijk is in alle gevallen beduidend hoger dan boven de grote meren. Behalve de eerder genoemde soorten werd langs de dijken ook een enkele watervleermuis waargenomen.

In het zoekgebied IJsselmeer is er een duidelijke relatie tussen het aantal waarnemingen en de afstand tot het vaste land. Boven het open water nam het aantal waarnemingen beduidend toe naarmate het transect dicht bij Friesland ligt. De afstand tot de afsluitdijk heeft een minder groot effect op het aantal waarnemingen. Het aantal waarnemingen is het hoogst dichtbij de dijk en neemt af met toenemende afstand. Dit effect is echter net niet significant. Het aantal waarnemingen boven het open water in het Markermeer heeft geen duidelijke relatie met de afstand tot de dijk of het vaste land. Mogelijk zijn de vleermuizen boven het Markermeer afkomstig van meerdere brongebieden waardoor de (kortste) afstand tot het vaste land een minder groot effect heeft.

Effecten van een 'verrijkt' landschap (strekdammen/havens/sluizen) langs de dijk zijn direct terug te zien in een hoger aantal vleermuiswaarnemingen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In opdracht van een ontwikkelaar onderzoekt Pondera Consult de mogelijkheden om een windpark in het IJsselmeer en/of een windpark in het Markermeer te realiseren. Hiervoor zal een MER worden opgesteld. Ten behoeve van dit MER is o.a. behoefte aan actuele gegevens over de verspreiding en gebruik door vleermuizen van de zoekgebieden voor een windpark in het IJsselmeer en/of Markermeer.

Door diverse onderzoeken is redelijk bekend welke soorten vleermuizen actief zijn boven het water van Markermeer en IJsselmeer. Dit zijn de ruige dwergvleermuis, de gewone dwergvleermuis, de meervleermuis, de laatvlieger, de rosse vleermuis en de tweekleurige vleermuis. Van deze vleermuizen worden ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis regelmatig gevonden als aanvaringslachtoffer in windparken en kunnen als risicosoorten worden aangemerkt met betrekking tot windparken op grotere afstand van het vasteland of dijken. Ze kunnen op grotere hoogte boven het water jagen of migreren en komen bij beide meren betrekkelijk algemeen voor. Hoe groot het risico is, zal afhangen van de mate van activiteit/aantallen en het gedrag ter plekke van de (beoogde) windparken.

In 2012 is door de Zoogdiervereniging en Bureau Waardenburg een veldonderzoek uitgevoerd de verspreiding en het gebiedsgebruik van vleermuizen in de zoekgebieden in het IJsselmeer en Markermeer en nabijgelegen referentietrajecten op de Afsluitdijk en Houtribdijk. Voorliggend rapport geeft een verslag van de resultaten van dit onderzoek.

1.2 Doel

Het onderzoek moet zowel kwalitatief (welke soorten komen voor?) en, voor zover mogelijk, kwantitatief (wat is hun relatieve activiteit?) een nulmeting zijn. Het onderzoek is primair gericht op de volgende vragen:

- Welke soorten komen in het gebied voor?
- Is aan te geven of ze er jagen of migreren?
- Hoe groot is de relatieve activiteit (tussen soorten en t.o.v. de transecten op de dijk) van vleermuizen in de zoekgebieden?
- Zijn er binnen de zoekgebieden delen aan te wijzen waar het risico op aanvaringslachtoffers verhoogd is?
- Wat zijn de risicosoorten met betrekking tot windturbines?

Daarnaast zijn er enkele secundaire vragen, welke alleen met een vervolgonderzoek goed te beantwoorden zijn, maar waar met deze studie mogelijk wel aanwijzingen voor gevonden worden.

- Zijn er aanwijsbare brongebieden?
- Waar liggen deze brongebieden?
- Is er een relatie tussen vleermuisactiviteit en de afstand tot de dijkvoet?

2 Plangebieden

2.1 IJsselmeer

Het zoekgebied heeft een oppervlakte van ongeveer 50 km² en ligt 500 m ten zuiden van de Afsluitdijk tussen Breezand en de sluisen van het Kornwerderzand. Eilanden of moeras ontbreken in dit deel van het IJsselmeer.

Het indicatieve zoekgebied is 10 km lang (van oost naar west) en 5 km breed (van noord naar zuid) en ligt op ongeveer 5 km afstand van het Friese vasteland. Behalve Breezand en de sluisen van het Kornwerderzand zijn geen hogere structuren aanwezig.



Figuur 2.1 ligging zoekgebied IJsselmeer (kaart OpenStreetMap).

2.2 Markermeer

Het zoekgebied Markermeer heeft een oppervlakte van 140 km² en ligt enkele kilometers ten noordwesten van Lelystad. De oostgrens van het zoekgebied ligt op 300 m afstand van de Houtribdijk tussen de Houtribsluisen en de Trintelhaven. Eilanden of moeras ontbreken in dit deel van het Markermeer.

Het indicatieve zoekgebied bestaat uit twee vakken. Een groter vak van 10 km bij 10 km en een kleiner vlak van 5 km bij 8 km. Het kleine vlak ligt 300m uit de dijkvoet van de Houtribdijk aan de Markermeerzijde.



Figuur 2.1 ligging zoekgebied Markermeer (kaart OpenStreetMap).

3 Methode van onderzoek

3.1 Uitgangspunten veldonderzoek

Voor het onderzoek naar het voorkomen van vleermuizen is gebruik gemaakt van verschillende vleermuisdetectors. De Pettersson's D240x is gebruikt door een ervaren waarnemer in de boot. De Elekon Batlogger is parallel gebruikt voor automatische registratie van geluid en vastleggen van GPS-informatie.

Als vleermuizen vliegen gebruiken zij bijna altijd echolocatie geluiden om prooien te vinden en om te kunnen oriënteren/navigeren. Ultrasoon detectors bezitten een ultrasoon microfoon en elektronica om ultrasone geluiden hoorbaar te maken en/of op te slaan. De afstand waarover dieren worden gehoord, is vooral afhankelijk van de frequenties in de signalen van de soorten, de roepintensiteit, maar ook van weersomstandigheden, en daarnaast van het type microfoon, kwaliteit van de versterker en type detectie systeem (o.a. Limpens 2004, Limpens & McCracken 2004).

Detectie van vleermuizen reikt, met kwalitatief goede bat detectors, in open omgeving van 20-50 meter voor ruige dwergvleermuizen tot bijna 120 meter afstand voor rosse vleermuizen. Zonder visuele observaties is met een enkele ultrasoon detector niet nader te bepalen hoe hoog boven water gevlogen wordt.

Hoe groot de activiteit op hoogten vanaf enkele tientallen meters boven water is vooralsnog om methodisch praktische redenen moeilijk te onderzoeken en valt buiten dit onderzoek.

De zoekgebieden liggen boven open water, er zijn geen voorspelbare of bekende aanvliegrotes. Dit betekent dat de herkomst van waargenomen dieren niet eenvoudig herleidbaar is. Onderzoek naar een directe relatie met mogelijke verblijfplaatsen in de (ruime) omgeving valt daarom buiten het kader van dit onderzoek.

Van veel vleermuissoorten is bekend dat zij geneigd zijn om landschappelijke elementen als bomenlanen en dijken te volgen. Ook tijdens de migratie van soorten als de ruige dwergvleermuis is het goed mogelijk dat zij er de voorkeur aan geven om langs de randen van grote meren te vliegen in plaats van deze recht over te steken. Door de vleermuisactiviteit in de zoekgebieden te vergelijken met die boven de nabijgelegen dijken ontstaat een beter beeld van het relatieve belang van het zoekgebied voor vleermuizen.

De activiteit op het IJsselmeer en Markermeer kan een relatie hebben met de migratie-activiteit / jachtactiviteit op de Afsluitdijk respectievelijk de Houtribdijk. Bovendien geven waarnemingen in een referentiegebied inzicht in de relatieve mate van de activiteit. Daarom is het veldwerk voor de transecten op het water en op de dijk tegelijk, op dezelfde avond, uitgevoerd.

3.2 Onderzoek langs transecten

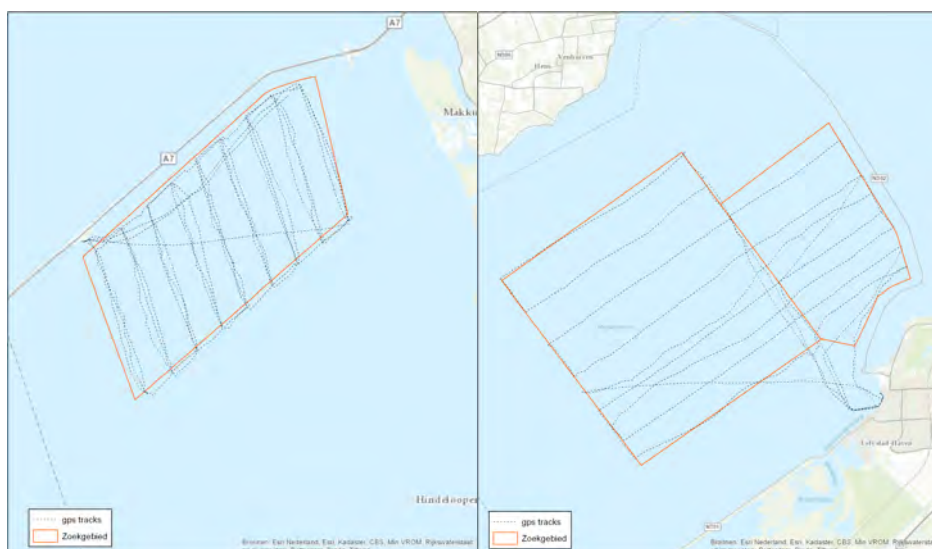
Om soorten en relatieve activiteit van vleermuizen op het water vast te stellen zijn de volgende parameters per waarneming vastgelegd: datum, tijd, locatie (GPS), soort (in de vorm van te determineren geluidswaarneming direct in het veld en door analyse van opname) en aantal waarnemingen (uit te werken vanuit de opnames).

Het transect op het open water is, aanvullend op de positiebepalingen van de Batlogger, met behulp van een GPS (Garmin Etrex) zo nauwkeurig mogelijk vastgelegd.

Open water

Het veldwerk is uitgevoerd varend met een kleine ribboot. Op het IJsselmeer bestond het transect uit 9 banen en verbindingen daartussen (figuur 3.1). De banen lagen 500 meter uit elkaar en dwars op de dijk. De totale lengte was 52 km.

Op het Markermeer bestond het transect uit 4 lange banen en 2 korte banen en verbindingen hiertussen (figuur 3.1). De banen liggen ongeveer 1 km uit elkaar en liggen parallel aan de vaargeul langs het Oostvaardersdiep. De totale lengte was 101 km.



Figuur 3.1. Transecten voor vleermuisonderzoek op het IJsselmeer (links) en op het Markermeer (rechts).

Voor het veldwerk langs de dijk en in de boot is een real time Ultrasound recorder gebruikt welke ultrasone geluiden automatisch registreerde. Wij gebruikten de Batlogger van de firma Elekon (CH) deze neemt geluiden van vleermuizen op in hoge kwaliteit (312 KHZ en 16 bits) en beschikt over een GPS functie waarmee de locaties van de waarnemingen nauwkeurig wordt vastgelegd. Daarnaast worden ook het tijdstip van de opname en de temperatuur vastgelegd.

Omdat met dit nieuwe type detector nog geen ervaringen zijn opgedaan, zijn parallel daaraan Pettersson's D240x detectors gebruikt. De waarnemer legde iedere waarneming van een vleermuis vast door middel van een aparte GPS en een memorecorder. Deze gegevens zijn hier alleen nader uitgewerkt voor een zeer korte

periode waarin de Batlogger niet goed functioneerde. Los daarvan was de ervaring dat de Batlogger meer data vastlegde dan de mens-waarnemer + D240x en dus prima voldeed voor dit project.

Dijktraject

Naast waarnemingen op open water zijn, wederom met D240x en de Batlogger, waarnemingen verzameld op een referentietraject op de Afsluitdijk en Houtribdijk. Deze trajecten werden uitgevoerd met de fiets en bevonden zich ter hoogte van de zoekgebieden in het IJsselmeer en Markermeer. Het transect langs de Afsluitdijk startte bij paal 28 bij Kornwerderzand en eindigde bij paal 16 bij Breezand. Het transect langs de Houtribdijk startte na de oprit bij paal 1,5 bij de Houtribsluizen en eindigde net voorbij de Trintelhaven bij paal 17.

3.3 Uitvoering van het veldonderzoek

Beide dijktransecten zijn met de fiets afgelegd. Hiervoor is het fietspad langs de provinciale weg gebruikt. Deze lag langs de Houtribdijk op redelijke korte afstand van de IJsselmeer, maar langs de Afsluitdijk wat verder weg van de oever. Ieder transect langs de dijk is op een avond twee keer geïventariseerd (heen en terugweg). De fietssnelheid was ongeveer 20 km/u.

De transecten op het water zijn geïventariseerd met een kleine ribboot. Vooraf werd een vaste route uitgezet die zo goed mogelijk met behulp van een aparte GPS gevolgd werd. Alle transecten zijn vanaf 1 uur na zonsondergang gestart. Per ronde werd voor elk transect begin- en vertrekpunt omgewisseld. De vaarsnelheid was ongeveer 20 km/u.

Ultrasone geluidsopnamen maken met een varende kleine boot bleek niet zo eenvoudig. Bij de minste wind, ontstond al golfslag, De ultrasone componenten in het geluid van deze golfslag triggerde voortdurend de Batlogger. Tevens werd de detector getriggerd door geluiden van de motor. Het vaarschema is daarom aangepast aan nachten met bijzonder windstil weer. De vleermuisactiviteit op open water is vermoedelijk ook het hoogst tijdens windstil weer. Telkens is er op de boot een positie gekozen en de detector zo gepositioneerd dat de minste stoorgeluiden werden opgenomen.

Op het IJsselmeer en langs de Afsluitdijk zijn 3 rondes uitgevoerd in de periode augustus – september. De waarnemingen op het Markermeer werden in verband met weersomstandigheden in één hele en twee halve ronden verzameld in dezelfde periode. Tabel 3.1 en 3.2 geeft een overzicht van de inventarisatiedata, de water-/dijktransecten en de weersomstandigheden van de verschillende veldbezoeken

Tabel 3.1 Overzicht van het veldonderzoek IJsselmeer/Afsluitdijk

Datum	Tijdstip	Type onderzoek
14/15 aug 2012	22:10 – 01:26 u.	Boottransect + dijktransect 50km + 12km
28/29 aug 2012	22:00 – 00:17	Boottransect + dijktransect 50km + 12km
22/23 sept 2012	21:44 – 00:54	Boottransect + dijktransect 50km + 12km

Tabel 3.2 Overzicht van het veldonderzoek Markermeer/Houtribsluizen

Datum	Tijdstip	Type onderzoek
16/17-aug-2012	22:08 – 01:25 u.	Boottransect + dijktransect 100km + 15,5 km
2/3-sept 2012	22:18 – 02:00	Boottransect + dijktransect 60 km + 15,5
3 sept 2012	21:40 – 00:00	Tweede deel boottransect 40 km

3.4 Analyse van de geluiden

Voor de uitwerking van de geluidsbestanden is gebruik gemaakt van het programma Batexplorer van de firma Elekon (CH). Allereerst zijn de bestanden zonder vleermuisgeluiden verwijderd. Het programma vindt zelf de pulsen in een bestand en meet deze automatisch op. Daarna geeft het programma suggesties voor de mogelijke soort. Van ieder geluidsbestand zijn de suggesties visueel in een sonogram gecontroleerd, en daarna bevestigd of gecorrigeerd.

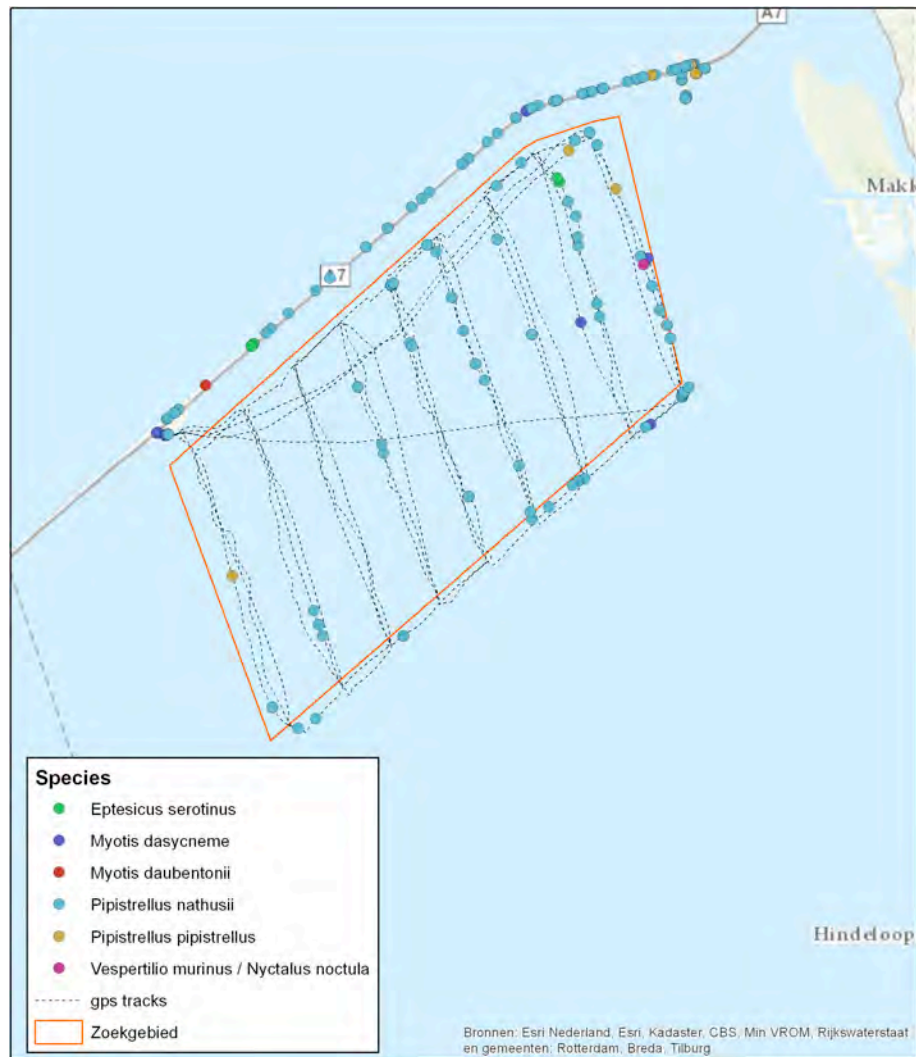
Verkeerde suggesties in de automatische analyse werden veroorzaakt door stoorgeluiden, meerdere dieren in een opname, slechte geluidskwaliteit/reflecties of door de aanwezigheid van echo's.

3.5 Uitwerking van de gegevens

De transecten waren van verschillende lengten en zijn uitgevoerd in verschillende nachten. Per transect is het aantal geluidsfiles per kilometer berekend. Ook is het aantal calls per kilometer berekend. Beide geven een (relatieve) maat voor de activiteit. Daarnaast is voor het IJsselmeer en Afsluitdijk het aantal waarnemingen per grid cel van 500x500 meter berekend.

4 Resultaten IJsselmeer

4.1 Algemeen



Figuur 4.1. Waarnemingen van de verschillende soorten vleermuizen binnen het zoekgebied in het IJsselmeer en langs de Afsluitdijk.

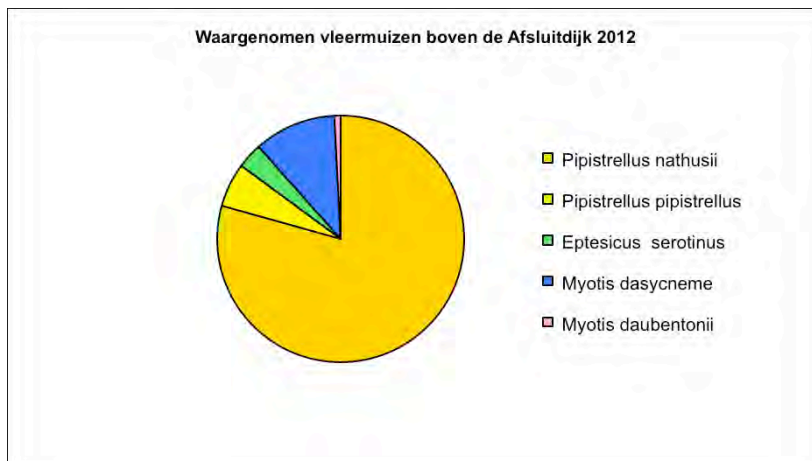
In totaal zijn 6 soorten vleermuizen aangetroffen, waarvan 5 op het IJsselmeer en 5 op de Afsluitdijk. Een soort kon niet tot op soortniveau worden gedetermineerd (figuur 4.1).

Op de transecten binnen het zoekgebied op het IJsselmeer zijn 5 vleermuissoorten aangetroffen: ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger, meervleermuis, en rosse vleermuis/tweekleurige vleermuis (figuur 4.2).



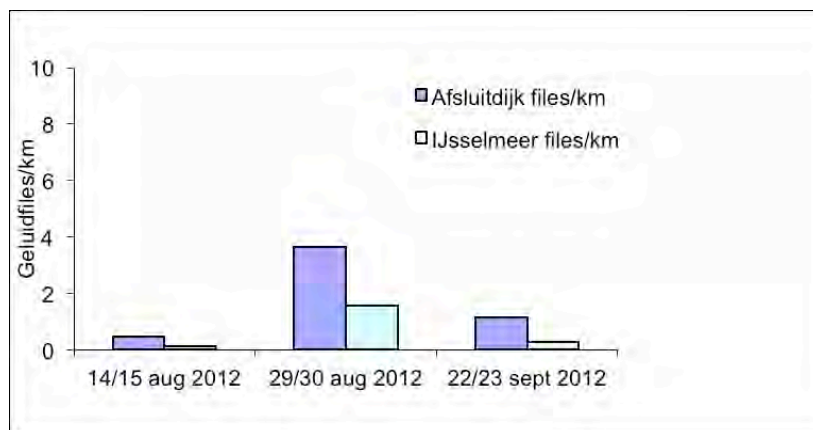
Figuur 4.2 Verdeling van de vleermuissoorten in het zoekgebied IJsselmeer.

Op de transecten langs de Afsluitdijk zijn vijf vleermuissoorten gevonden: ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger, watervleermuis en meervleermuis (figuur 4.3).



Figuur 4.3 Verdeling van de vleermuissoorten langs de Afsluitdijk.

De hoogst gemeten activiteit was op 28/29 augustus. Zowel op de Afsluitdijk als op het IJsselmeer zijn in totaal 84 opnamen gemaakt (figuur 4.4). De vleermuisactiviteit tijdens deze avond was op de Afsluitdijk 3-7 keer zo hoog als tijdens het bezoek ervoor en erna. In het zoekgebied IJsselmeer was de activiteit op die dag 5-10 keer zo hoog dan de dagen er voor en er na (tabel 4.1).

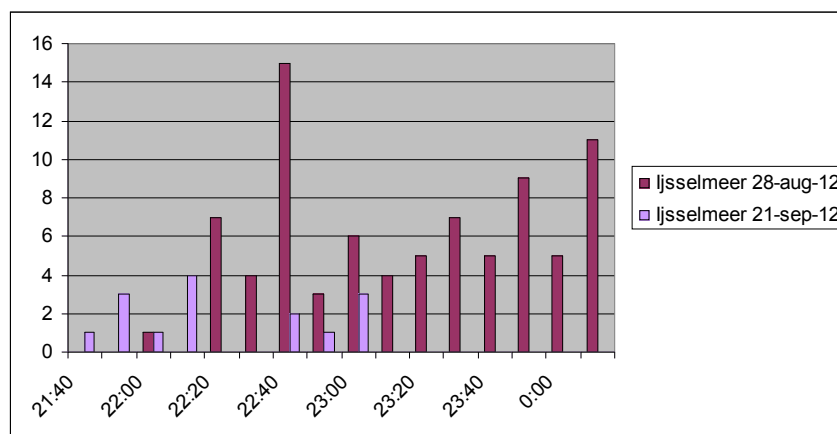


Figuur 4.4 Aantal waarnemingen per kilometer transectlengte.

Tabel 4.1 Aantal waarnemingen per km op de transecten IJsselmeer en Afsluitdijk.

datum		Files/km	weersomstandigheden
14/15 aug 2012	IJsselmeer	0,13	19-14°C, geen regen Oost 2-3 m/s
	Afsluitdijk	0,5	
28/29 aug 2012	IJsselmeer	1,6	18-15°C, geen regen ZW 4-5 m/s
	Afsluitdijk	3,7	
22/23 sept 2012	IJsselmeer	0,3	9-2°C, geen regen NW-O 6-4 m/s
	Afsluitdijk	1,2	

Op het IJsselmeer zijn per avond ten minste twee activiteitspieken te onderscheiden, 1-1½ uur na zonsondergang en een meer gespreide piek vanaf 2½ -3½ na zonsondergang (figuur 4.5).

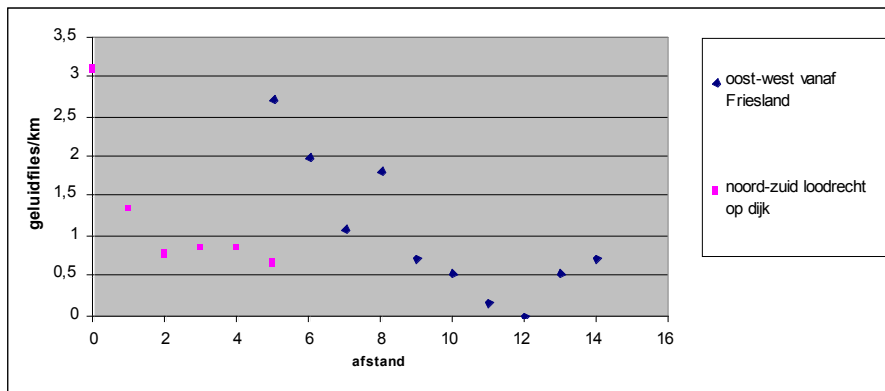


Figuur 4.5 Verdeling van de waarnemingen over de nacht, gedurende twee halve nachten.

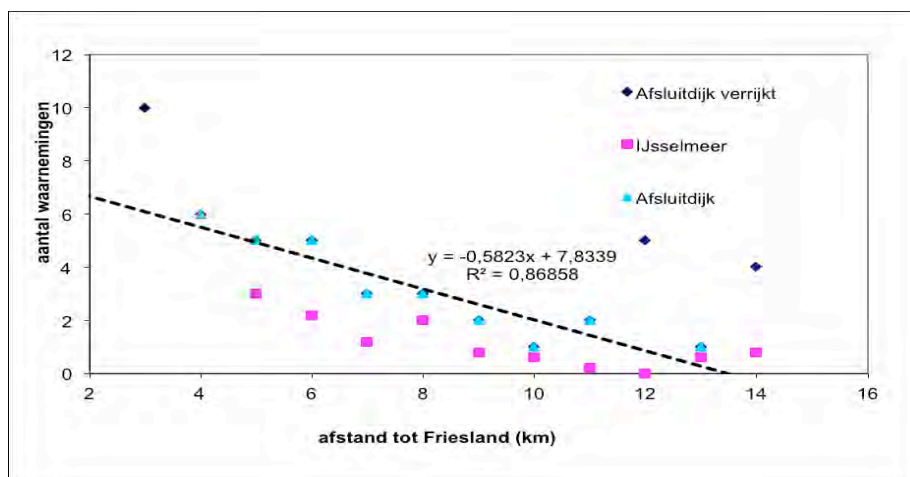
De activiteit op de Afsluitdijk is beduidend hoger dan op het IJsselmeer (figuur 4.4 en tabel 4.1). Op het IJsselmeer ligt de activiteit per kilometer een factor 2-4 lager dan op de dijk.

Er is op het IJsselmeer een significant negatief verband tussen de vleermuisactiviteit en de afstand tot het vasteland van Friesland (lineaire regressie $R^2=0,66$ d.f.=9 $p=0,004$; figuur 4.6). De activiteit is dus het hoogst op korte afstand van het vasteland. De gemiddelde activiteit lijkt tot een afstand van 11 – 12 kilometer van het vaste land af te nemen (figuur 4.6). Er is eveneens een negatief verband tussen de activiteit en de afstand tot de afsluitdijk, maar dit verband is net niet significant (lineaire regressie $R^2=0,62$ d.f.=5 $p=0,065$; figuur 4.6).

De sterke relatie tussen het aantal waarnemingen en de afstand tot het vaste land van Friesland komt goed tot uiting als alle waarnemingen, inclusief het dijktraject, worden meegenomen (figuur 4.7). Verder van het vaste land af neemt het aantal waarnemingen in beide gevallen met zo'n 23% per kilometer af.



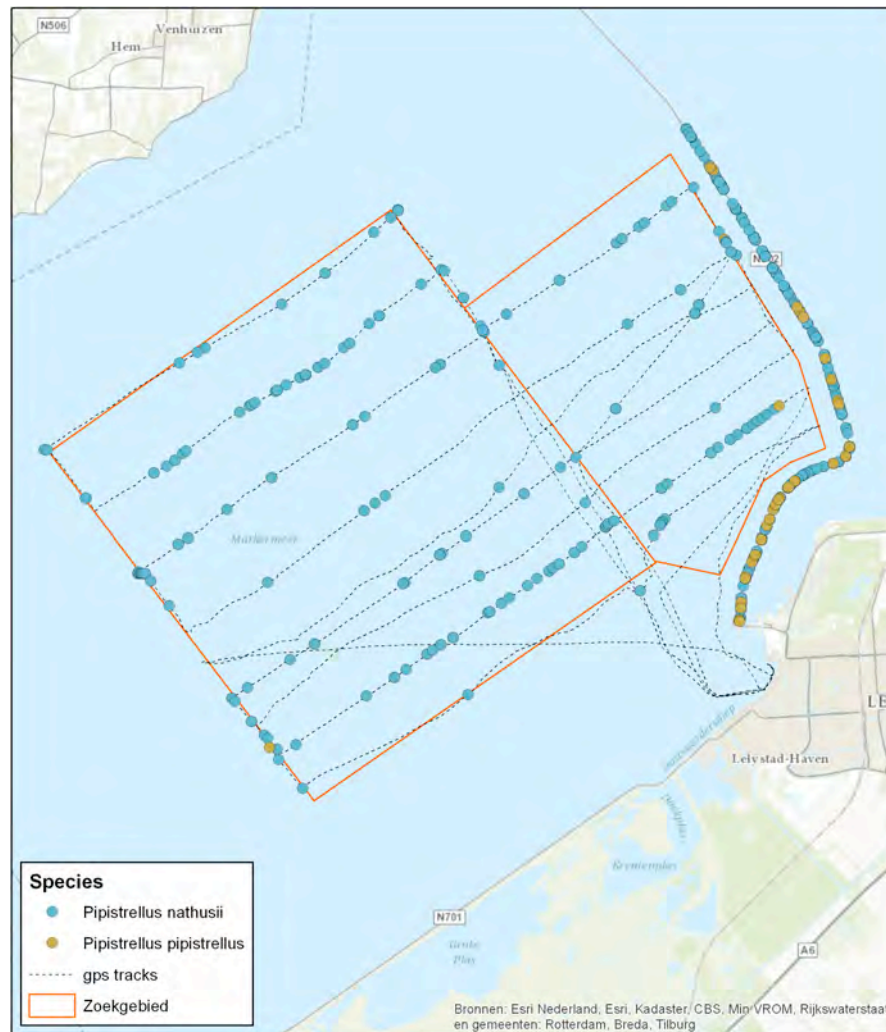
Figuur 4.6 De relatie tussen aantal waarnemingen per km boven het IJsselmeer en de afstand tot de Afsluitdijk (magenta) of tot het vaste land van Friesland (donkerblauw).



Figuur 4.7 De relatie tussen het aantal waarnemingen en de afstand tot het vaste land van Friesland. In lichtblauw op de Afsluitdijk en in magenta in het zoekgebied op het IJsselmeer. In donkerblauw symbolen de "verrijking" door aanwezigheid van strekdammen bij de havens Kornwerd en Breezand.

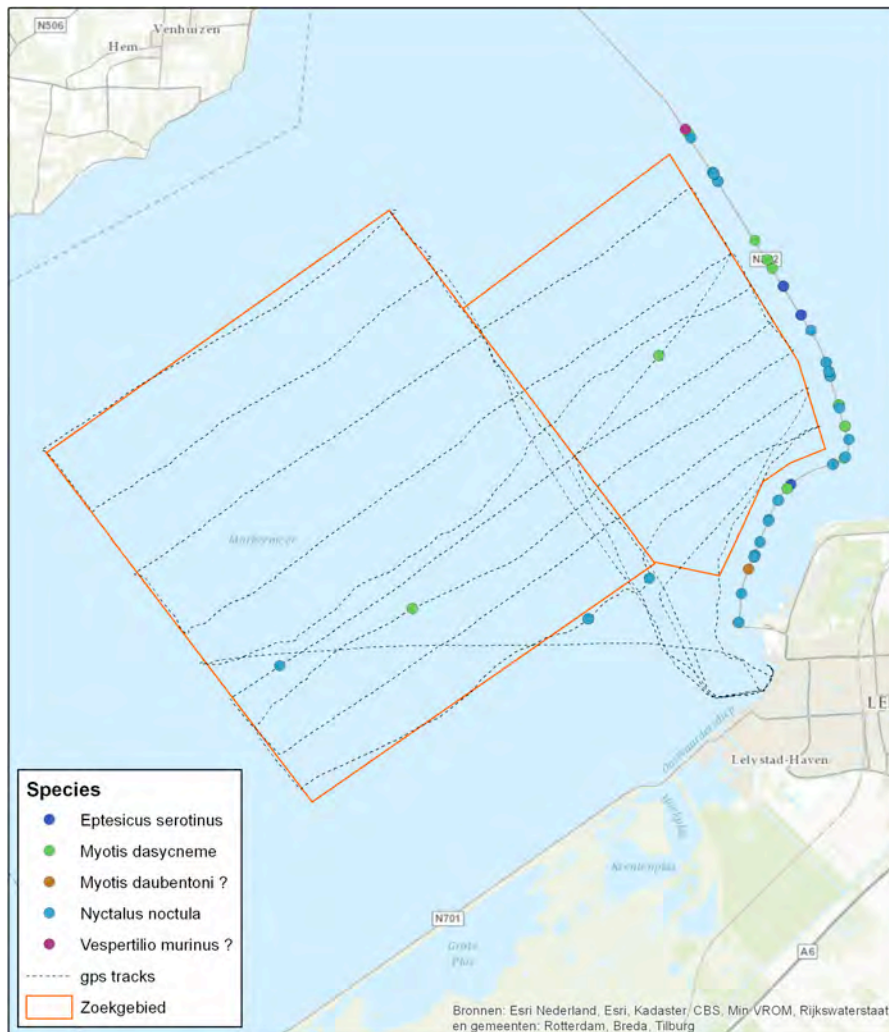
5 Resultaten Markermeer

5.1 Algemeen



Figuur 5.1 Waarnemingen van gewone dwergvleermuizen en ruige dwergvleermuizen binnen het zoekgebied en langs de Houtribdijk.

Het uitvoeren van de transecten was sterk afhankelijk van het weer. Er konden in totaal maar twee hele ronden worden uitgevoerd op het Markermeer en langs de Houtribdijk. Halverwege september werd het weer te ongunstig om nog een derde ronde uit te voeren. Eind september, toen er weer enkele dagen met rustiger weersomstandigheden waren, was het vleermuizenzeizoen zo ver gevorderd en de avond- en nachttemperaturen zo laag, dat er 's nachts nog maar weinig activiteit te verwachten was. Daarom is besloten op het Markermeer geen derde ronde uit te voeren.

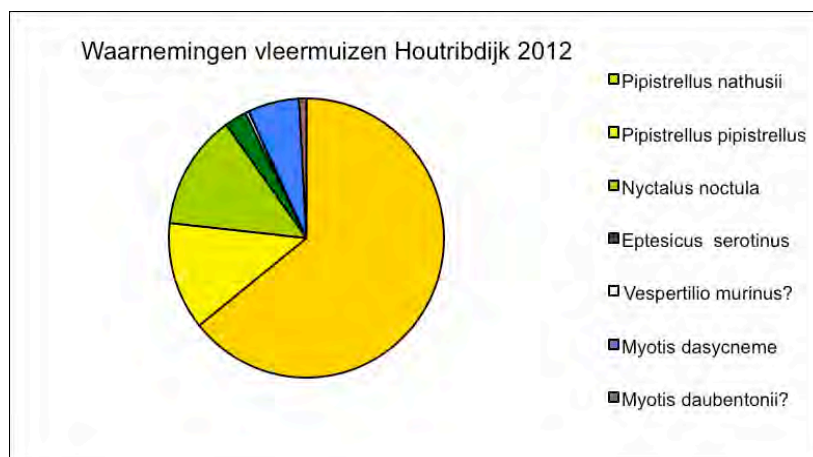


Figuur 5.2 Waarnemingen van de overige soorten vleermuizen binnen het zoekgebied in het Markermeer en langs de Houtribdijk.

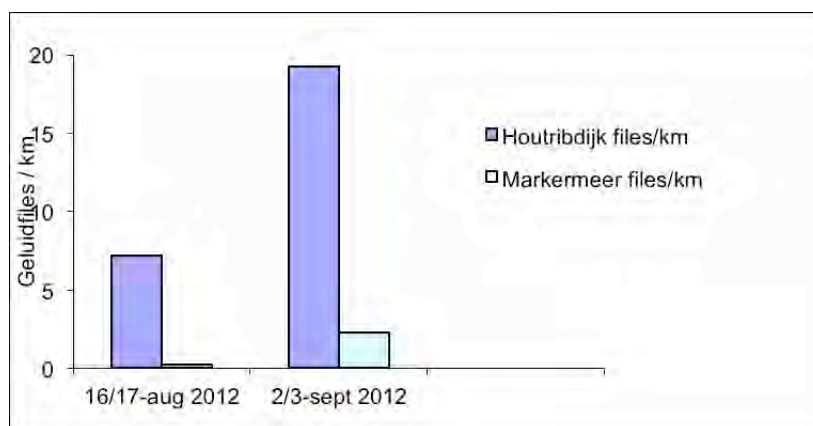
Op de transecten binnen het zoekgebied op het Markermeer zijn vier vleermuissoorten met zekerheid aangetroffen; ruige dwergvleermuis, en gewone dwergvleermuis, meervleermuis en rosse vleermuis (figuur 5.1, 5.2, 5.3). Op de transecten langs de Houtribdijk werden zeker vijf en mogelijk zelfs zeven vleermuissoorten gevonden (figuur 5.1, 5.2, 5.4). In volgorde van talrijkheid zijn dit; ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger, meervleermuis, rosse vleermuis en mogelijk watervleermuis en tweekleurige vleermuis.



Figuur 5.3 Verdeling van de soorten in het zoekgebied Markermeer.



Figuur 5.4 Verdeling van de vleermuissoorten langs de Houtribdijk.



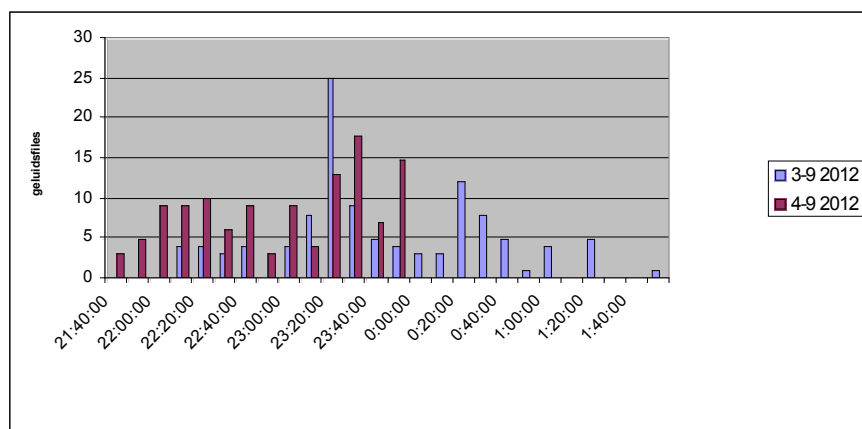
Figuur 5.5 Aantal waarnemingen (geluidsfiles) per kilometer op het transect langs de Houtribdijk en in het zoekgebied op het Markermeer.

De hoogst gemeten activiteit was op 17 augustus, langs de Houtribdijk. De vleermuisactiviteit was deze avond 7 keer zo hoog als bij de volgende ronde. De hoogst gemeten activiteit op het Markermeer was in de nacht van 2 op 3 september. Op het Markermeer werden begin september 235 opnamen gemaakt. De activiteit was 10 keer zo hoog als bij de eerste ronde (figuur 5.5, tabel 5.1).

Tabel 5.1 Aantal waarnemingen per kilometer op de transecten Markermeer en Houtribdijk.

Datum		Files/km	Weersomstandigheden
16/17-aug-2012	Markermeer	0,24	15-11 °C, enkele bui
	Houtribdijk	7,2	ZW 4-5 m/s
2/3+ 3/4 -sept 2012	Markermeer	2,3	17-12 °C, geen neerslas ZO- NW 1-2 m/s
	Houtribdijk	19,2	18-10°C, geen neerslag W 3 m/s

Boven het Markermeer lijkt er, anders dan bij het IJsselmeer, maar één piek in activiteit te zijn. Deze ontstaat pas laat in de nacht, 2-3 uur na zonsondergang (figuur 5.6).



Figuur 5.6 Activiteit van vleermuizen boven het Markermeer in de halve nacht van 2 op 3 en 3 op 4 sept 2012. Het waarnemen is gestaakt na 0.00 en 2:00.

De waarnemingen van ruige dwergvleermuis boven open water liggen verspreid over het onderzochte gebied. Er lijkt geen duidelijke relatie tussen de aantallen ruige dwergvleermuizen en de afstand tot de Houtribdijk en/of het vaste land. Op twee banen in het Markermeer transect zijn extra veel waarnemingen vastgelegd (zie figuur 5.1). Dit zijn de banen die gedurende de piek van nachtelijke activiteit gevaren zijn. De kans op het aantreffen van dieren op een bepaald deel van de routes hangt deels af van het moment in de nacht dat er daar gemeten werd.

Van de andere soorten zijn er te weinig waarnemingen boven het open water voor een analyse van en eventuele relatie tot het vasteland. De resultaten geven aan dat deze soorten vooral boven en langs de Houtribdijk foerageren. Op de Houtribdijk zijn drie deelgebieden met grotere aantallen waarnemingen van vleermuizen; van de Houtribdijk tot kilometerpaal 5, vanaf kilometerpaal 7 tot kilometer paal 10 en rond de Trintelhaven. Dit zijn grotendeels de gedeeltes van de dijk die de meeste windbeschutting boden bij westen wind. Opvallend is het groter wordende aantal waarnemingen van gewone dwergvleermuizen gaande van de Trintelhaven richting de Houtribsluizen. Dit is indicatief voor een brongebied van gewone dwergvleermuizen uit Lelystad en omgeving.

Rosse vleermuizen zijn vooral waargenomen langs de zuidoosthoek van de Houtribdijk of op enige afstand hiervan. De oorsprong van deze dieren zijn mogelijk de landgoederen aan de noordkant van het Gooi of het zijn migrerende exemplaren.

6 Discussie

6.1 Risicosoorten

IJsselmeer

Soorten die in het zoekgebied IJsselmeer zijn aangetroffen en waarvan bekend is dat ze als (aanvarings)slachtoffer gevonden kunnen worden zijn: ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger en de tweekleurige vleermuis/rosse vleermuis.

Van deze soorten is de ruige dwergvleermuis veruit het meest aangetroffen. Waarnemingen van ruige dwergvleermuis maken zo'n 90% van alle waarnemingen uit. Ook op de Afsluitdijk is de ruige dwergvleermuis met zo'n 80% van alle waarnemingen de meest waargenomen soort. De ruige dwergvleermuis is ook in andere Europese kustgebieden de belangrijkste migrerende soort (Bach et al 2009, Jarzembowski (2003), Petersons 2004). De exacte migratieroute die de soort gebruikt is niet bekend, (Hutterer et al 2005, Limpens et al 2000).

Opvallend is dat het aandeel in de waarnemingen van de meervleermuis, een soort die vooral boven open water jaagt, bij de waarnemingen van boven de dijk groter is dan boven het IJsselmeer. Dit zullen vooral dieren zijn die langs de oever jagen binnen de reikwijdte van de detector. De meervleermuis (en watervleermuis) hebben een jachtgedrag waarbij vooral laag boven water wordt gejaagd. Zij hebben daardoor een relatief kleine kans om slachtoffer te worden.

Markermeer

Soorten die in het zoekgebied Markermeer zijn aangetroffen en waarvan bekend is dat ze als (aanvarings)slachtoffer gevonden kunnen worden zijn: ruige dwergvleermuis, de gewone dwergvleermuis en rosse vleermuis.

Van deze soorten is de ruige dwergvleermuis veruit het meest aangetroffen. De andere soorten zijn boven het Markermeer incidenteel aangetroffen. Boven de Houtribdijk is het relatieve aandeel van ruige dwergvleermuis kleiner en zijn ook gewone dwergvleermuis en rosse vleermuis regelmatig waargenomen.

Laatvliegers zijn alleen op de Houtribdijk waargenomen. Een mogelijke tweekleurige vleermuis is hier ook een enkele keer aangetroffen. Beide soorten foerageren mogelijk zeer incidenteel ook boven open water. Zo is de laatvlieger in het zoekgebied IJsselmeer tijdens een van de drie bezoeken ook op grotere afstand van de afsluitdijk waargenomen.

Naast de bovengenoemde soorten is de meervleermuis zowel boven open water als langs de Houtribdijk waargenomen. Bij de Houtribdijk zullen dit vooral dieren zijn die langs de oever jagen binnen de reikwijdte van de detector. Meervleermuizen jagen laag boven open water en worden niet als risicosoort beschouwd.

6.2 Ruimtelijke variatie in activiteit

IJsselmeer en Afsluitdijk

Langs de Afsluitdijk en in het zoekgebied op het IJsselmeer lijkt een relatie te bestaan tussen de afstand tot de dijkvoet en het aantal waarnemingen maar deze was net niet significant. Er was een significante relatie tussen het aantal waarnemingen en de afstand tot het vaste land van Friesland. De waarnemingen boven open water liggen geconcentreerd in de noord oosthoek en oosthoek. Daarnaast is er lokaal hogere activiteit op de Afsluitdijk bij locaties met strekdammen zoals bij de havens van Breezand en Kornwerderzand.

Opvallend is dat er weliswaar een verloop is vanaf de dijkvoet naar het zuiden, maar dat de afname van het aantal waarnemingen/km relatief gering is in verhouding tot bv. de afname vanuit het vaste land van Friesland. Boven open water liggen de transecten echter niet op korte afstand, maar pas vanaf enkele honderden meters van de dijk. Onduidelijk is dan ook hoe het aantal waarnemingen verloopt op de kortere afstanden tot de dijk. Op het IJsselmeer ligt de activiteit per kilometer een factor 2-4 lager dan op de dijk.

De verst gelegen waarnemingen op de Afsluitdijk liggen binnen 24 km van Friesland en op 30 kilometer van Den Oever. De waargenomen vleermuizen komen waarschijnlijk vooral uit Friesland. De activiteit lijkt tot een afstand van 11 – 12 kilometer van het vaste land af te nemen.

Markermeer en Houtribdijk

De waarnemingen van ruige dwergvleermuis boven open water liggen verspreid over het onderzochte gebied. Er lijkt geen duidelijke relatie tussen aantallen ruige dwergen en afstand tot de Houtribdijk en/of het vaste land. De andere soorten zijn vooral boven en langs de Houtribdijk foeragerend waargenomen. Het verloop van de aantallen waarnemingen op de Houtribdijk is indicatief voor een brongebied van gewone dwergvleermuizen uit Lelystad en omgeving.

Migratie ruige dwergvleermuis

Binnen de onderzoeksperiode is er een duidelijke piek in aantal waarnemingen, vooral van (vrouwjes en jonge dieren van) ruige dwergvleermuis, in de tweede helft van augustus. Bij het Markermeer was het aantal waarnemingen begin september duidelijk lager dan twee weken ervoor en bij het IJsselmeer waren de waarnemingen in september ook duidelijk lager dan tweede helft augustus. Het is aannemelijk dat er in de tweede helft van september nog een piek kan zijn die samenvalt met een verhoogde activiteit als gevolg van trek van (volwassen mannetjes van) ruige dwergvleermuis (Petersons 2004).

Op basis van het veldonderzoek is echter geen onderscheid te maken tussen daadwerkelijk migrerende dieren die het IJsselmeer dan wel Markermeer oversteken en dieren die alleen komen jagen en daarna weer terugkeren naar het nabijgelegen vasteland. Op grote afstand van potentiële verblijfplaatsen is het echter zeer

waarschijnlijk dat het voornamelijk om migrerende dieren gaat omdat er geen reden is om zo'n grote afstand te overbruggen om insecten te vangen die ook op korte afstand van het vasteland beschikbaar zijn.

De migratie is in het najaar vooral zuid-west gericht. Voor zover de dieren daarbij het hele IJsselmeer en Markermeer oversteken lijken ze bij het IJsselmeer voor een belangrijk deel de afsluitdijk te volgen. Echter een deel van de dieren zal verder van de dijk af het IJsselmeer oversteken. In Noord-Amerika steekt ongeveer 50% van de migrerende vleermuizen over boven open water (Mc Guire et al. 2012).

Dieren die direct het IJsselmeer overvliegen zullen bij een zuid-westelijke vliegroute vooral het oostelijk deel van het geïnventariseerde zoekgebied doorkruisen. Bij het Markermeer komt een duidelijke binding met de dijk niet tot uiting. Bij het Markermeer zullen dieren komend van de Noordoostpolder het gehele geïnventariseerde zoekgebied doorkruisen. Dit kan voor een deel een verklaring vormen voor de gevonden verschillen tussen beide gebieden.

Migrerende dieren vliegen bij de Afsluitdijk niet in een keer door maar draaien op de dijk regelmatig om en vliegen weer terug (persoonlijke waarneming H. Steendam, P. Lina.), mogelijk gebeurt dit ook boven open water. We gaan er van uit dat migrerende dieren ook foerageren en daarvoor mogelijk op en neer vliegen. Dit betekent dat de dieren niet slechts twee keer per jaar door het zoekgebied vliegen, maar er meer tijd besteden.

Tijdstip van activiteit

Zowel bij het IJsselmeer als Markermeer verschijnen de dieren pas enkele uren na zonsondergang. Dit zal te maken hebben met de afstand die de dieren overbruggen vanaf hun verblijfplaats op het vaste land. Op het IJsselmeer arriveren de meeste dieren 1-1½ uur na zonsondergang en volgt een tweede meer gespreide piek vanaf 2½ -3½ uur na zonsondergang. De tweede piek in activiteit valt min of meer samen met de gevonden piek boven het Markermeer waar de hoogste activiteit is vastgesteld 2-3 uur na zonsondergang. Een duidelijke verklaring voor deze verschillen is op dit moment niet te geven.

Ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen jagen zowel voorafgaand aan een oversteek (Rydell et al 2010), als later in de nacht op geschikte plekken (Šuba 2011). Ook andere technieken geven aan dat ruige dwergvleermuizen een mixed fuel strategie hebben (Voigt et al 2012).

Invloed weer

Uit onderzoek langs de dijken van de Noordoostpolder blijkt de vleermuisactiviteit bij verhoogde windsnelheden sterk af te nemen (Boonman *et al.* 2013). Boven het open water van Markermeer en IJsselmeer is enige vorm van beschutting afwezig en zijn de dieren mogelijk gevoeliger voor wind of zijn insecten al bij lagere windsnelheden afwezig dan boven land. Op open water kon alleen goed geïnventariseerd worden bij

windstille omstandigheden. Daardoor is op basis van de nu beschikbare gegevens geen indicatie te geven voor de mate van activiteit in relatie tot weersomstandigheden.

6 Conclusies

6.1 Risicosoorten

In de zoekgebieden Markermeer en IJsselmeer zijn ruige dwergvleermuizen verreweg het meest waargenomen. De ruige dwergvleermuis is voor beide gebieden de belangrijkste risicosoort in relatie tot windenergie.

Het is nog onduidelijk hoeveel ruige dwergvleermuizen in Nederland doortrekken. Duidelijk is wel dat de aantallen ruige dwergvleermuizen veel hoger zijn in west en noord Nederland dan in midden, zuid en oost Nederland.

Naast ruige dwergvleermuizen zijn ook gewone dwergvleermuizen, rosse vleermuizen, laatvliegers en tweekleurige vleermuizen als potentiële risicosoort aangetroffen. In vergelijking tot ruige dwergvleermuis zijn zij slechts incidenteel boven het open water aangetroffen en jagen ze verhoudingsgewijs vooral boven de dijktrajecten.

Meervleermuizen zijn zowel boven open water als langs de dijken waargenomen. Watervleermuizen zijn alleen op korte afstand van de dijkvoet waargenomen. Door hun vlieg- en jachtgedrag laag boven water worden deze soorten niet als risicosoort beschouwd.

Het onderzoek heeft zich beperkt tot de periode half augustus tot half september. Dit is de periode waarin de meeste aanvaringslachtoffers gevonden worden in windparken. Dit is, op basis van alle ervaring tot nog toe, de periode waarin voor Nederland de doortrek van ruige dwergvleermuizen is te verwachten. Voor zowel de ruige dwergvleermuis, maar zeker voor de rosse en tweekleurige vleermuis, geldt echter dat de variatie in de migratieperiode en invloeden daarop van weer nog onvoldoende bekend zijn. Daar de dieren tijdens de migratie ook foerageren, is op basis van de waarnemingen geen onderscheid te maken tussen dieren die Markermeer en IJsselmeer oversteken dan wel daar alleen komen om te jagen. In beide gebieden zijn meer waarnemingen vastgelegd vanaf 2 ½ -3 uur na zonsopgang. Dit kan zowel meer doortrek betekenen als meer jachtgedrag.

6.2 Ruimtelijke spreiding in activiteit

De activiteit van vleermuizen op de Afsluitdijk en in het IJsselmeer was sterk gecorreleerd met de afstand tot het vasteland van Friesland. Dit geldt in mindere mate ook voor de afstand tot de dijkvoet. De Afsluitdijk zelf is een belangrijke vlieg- en jachtroute. De Afsluitdijk zal tijdens de migratie van ruige dwergvleermuis een vliegroute zijn om het IJsselmeer te passeren. Een deel van de dieren zal echter ook op enige afstand van de dijk het openwater oversteken

Bij het Markermeer is geen duidelijke relatie te vinden tussen activiteit van ruige dwergveermuis boven open water en op en langs de Houtribdijk. Boven de Houtribdijk zijn wel beduidend meer soorten waargenomen.

7 Literatuur

- Bach, L. & P. Bach, 2009b. Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Aktivität von Fledermäusen. *Nyctalus (NF)* Band 14 (1-2): 3-13.
- Boonman, M., E.A. Jansen, M. La Haye, H.J.G.A. Limpens en G.F.J. Smit, 2013. Vleermuizen IJsselmeerdijken Noordoostpolder. Nulmeting 2012. Bureau Waardenburg rapportnr. 12-230. Bureau Waardenburg Culemborg.
- Boonman, M & E.A. Jansen, 2013. Vleermuizen windpark Noordoostpolder Nulmeting. Rapprot Waardenburg & Zoogdierverseniging.
- Jarzemowski, 2003. T. Migration of *Nathusius' pipistrelle* *Pipistrellus nathusii* (Vespertilionidae) along the Vistula Plit . *Acta Theriologica* 48 (8). 301-306.
- Hutterer, R., T. Ivanova, C. Meyer-Cords & L Rodrigues. 2005. Bat Migrations in Europe. A review of Banding Data and Literature. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28:1-162 (+ appendices). Federal Agency for Nature Conservation. Bonn.
- Limpens, H.J.G.A., 2004. Field Identification: Using Bat Detectors to Identify Species. p. 46-57 in: Brigham, R.M., et al., eds. 2004. *Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International, Austin, Texas. 167 pp.
- Limpens, H.J.G.A., 2001. Beschermingsplan Vleermuizen van Moerassen. Rapport 2001.05 Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem, in opdracht van Expertise Centrum LNV Onderdeel Natuurbeheer. 84 pp.
- Limpens, H.J.G.A. & G.F. McCracken, 2004. Choosing a Bat Detector: Theoretical and Practical Aspects. P. 28-37 in: Brigham, R.M., et al., eds. 2004. *Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International, Austin, Texas. 167 pp.
- Limpens, H.J.G.A. & R. Schulte, 2000. Biologie und Schutz gefährdeter wandernder mitteleuropäischer Fledermausarten am Beispiel von *Rauhhauffledermäusen* (*Pipistrellus nathusii*) und *Teichfledermäusen* (*Myotis dasycneme*). - *Nyctalus (N.F.)* 7(3):317-327.
- McGuire, L.P, C. G. Guglielmo, S. A. Mackenzie, P.D. Taylor, 2012. Migratory stopover in the long-distance migrant silver-haired bat, *Lasiurus noctivagus*. *Journal of Animal Ecology*, 81-2, pp. 377–385.
- Niermann, I., S. von Felten, , F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann & O. Behr 2011. Einfluss von Anlagen- und Landschaftsvariablen auf die Aktivität von Fledermäuse an Windenergieanlagen. In: *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen*, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.
- Pētersons. G .Distribution patterns and seasonal migrations of bat (Chiroptera) populations in Latvia. Summary of the thesis for doctoral degree in Biology (speciality - Zoology) Rīga, 2004.
- Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010a. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *Eur J Wildl Res* DOI 10.1007/s10344-010-0444-3 (online publication, 5 okt 2010).

- Šuba, J. 2011. Feeding in Nathusius's pipistrelle during autumn migration. Abstract: XII European Bat Research Symposium, August 22-26, 2011 Vilnius, Lithuania.
- Voigt, C.C., K Sorgel, J. Suba, O. Keiss, G Petersons G. The insectivorous bat *Pipistrellus nathusii* uses a mixed fuel strategy to power autumn migration. *Proc. Biol. Sci* 22; 279.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl

BIJLAGE D-11 QUICKSCAN
FLORA EN FAUNA KABELTRACE





Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl

NOTITIE

Pondera Consult b.v. (Hengelo)
t.a.v. de heer M. ten Klooster
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov)

DATUM: 12 januari 2015
ONS KENMERK: 14-861/15.00167/JanRe
UW KENMERK: email dd 11-12-2014
AUTEUR: ir. J.M. Reitsma
PROJECTLEIDER: ir. J.M. Reitsma
STATUS: versie 1
CONTROLE: ir. E.J.F. de Boer

Quick scan Flora- en faunawet kabeltracé A7 Windpark Fryslân

Windpark Fryslan BV heeft plannen om in het noordelijke deel van het IJsselmeer, ter hoogte van Breezanddijk, een windpark te realiseren. In dit kader zal een kabeltracé vanaf Breezanddijk langs de A7 tot aan het Trafostation Bolsward-West moeten worden gerealiseerd.

Bureau Waardenburg heeft op basis van een oriënterend veldonderzoek op 15 december 2014 en bronnenonderzoek de effecten van deze ingreep beoordeeld in het kader van de Flora- en faunawet.

Conclusie

Bij uitvoering van de werkzaamheden dient rekening te worden gehouden met verbodsbepalingen van de Flora- en faunawet. Indien bij de werkzaamheden de in deze notitie genoemde aanbevelingen worden gevolgd, wordt overtreding van verbodsbepalingen voorkomen. Deze conclusie wordt hieronder toegelicht.

Plangebied en werkzaamheden

Windpark Fryslân B.V. is bezig met de ontwikkeling van Windpark Fryslân, een windpark in het noordelijk deel van het IJsselmeer, nabij Breezanddijk. Voor de afvoer van de opgewekte energie is een stroomkabel gepland welke het Windpark Fryslân verbindt met een Trafostation bij Bolsward. (Industrieterrein de Marwe, ter hoogte van de Wytmarsumer Feart). Het tracé volgt vanaf Bolsward gezien de noordberm van de A7 tot knooppunt Zurich, en vervolgens langs de Afsluitdijk tot aan Breezanddijk waar de aansluiting met het Windpark Fryslân zal worden gerealiseerd.

Op het tracé komt een onderwaterboring ter hoogte van de sluizen bij Kornwerderzand (lengte ca. 1 km). Verder volgt de kabel ter hoogte van het knooppunt Zurich over een beperkte afstand de middenberm van de A7 (hier een ondergrondse boring). Het rooien

van bomen en/of struweel is niet voorzien, evenmin is het slopen van bebouwing aan de orde. De kabel komt op een gemiddelde diepte van ca. 1m beneden maaiveld, de breedte van de te graven sleuf bedraagt max. 2 m. Zie figuur 1 voor het geplande kabeltracé.



Figuur 1 Ligging kabeltracé (rode lijn) Windpark Fryslân van Bolsward naar Breezanddijk (ondergrond: Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license).

De bermen van de A7 tussen Bolsward en Kop Afsluitdijk zijn over het algemeen te kenmerken als vrij soortenarme, vochtig-grazige ruigtes. Uit vegetatieopnamen die hier in het kader van het Meetnet Bermflora de afgelopen jaren zijn gemaakt blijkt dit ook; de meest frequent voorkomende soorten zijn Rietzwenkgras, Riet, Smalle weegbree, Fluitenkruid, Scherpe boterbloem, Hondsdraf. Hier en daar heeft ook Grote brandnetel een hoge bedekking (o.a. Boddeke *et al.*, 2014). Het ruige karakter wordt mede veroorzaakt door het niet altijd compleet afvoeren van het maaisel (geconstateerd tijdens veldbezoek). In de eerste paar kilometers vanaf Bolsward wordt de grasberm geflankeerd door een vochtig struweel van voornamelijk struikvormende wilgen. Rondom de voorzieningsplaats Wildinge (km 104) komt daarnaast een boomweide met voornamelijk es voor. Verder komt relatief weinig struweel of houtige aanplant voor langs het tracé. De bermen worden geflankeerd door vochtige greppels of waterhoudende sloten.

De bermen langs de Afsluitdijk, inclusief het terrein bij Breezanddijk, zijn wat droger en schraler van karakter als gevolg van de zandige ondergrond. Soorten als gewoon struisgras, duizendblad, smalle weegbree, roodzwenkgras, akkerdistel, Jacobskruiskruid, kruipende boterbloem komen hierin veelvuldig voor.



Figuur 2 Grasland tussen A7 en Trafostation Bolsward waar het kabeltracé door heen loopt, met links de Wytmarsumerfeart (foto links); Noord-berm van de A7 ter hoogte van km 104, gezien in oostelijke richting (foto rechts)

Methodiek

Het plangebied is op 15 december 2014 bezocht. Aanvullend op het terreinbezoek heeft bronnenonderzoek plaatsgevonden. Naast bestaande literatuur en online databases (telmee.nl, waarneming.nl) is o.a. gebruik gemaakt van eerder onderzoek door Bureau Waardenburg ten behoeve van de effectbepaling van een windpark in het IJsselmeer. Tevens zijn de kaarten bij de risico-analyse Flora- en faunawet van de Gegevensautoriteit Natuur (GAN) voor de rijkswegen in Noord-Nederland geraadpleegd (Bekker *et al.*, 2012).

Resultaten¹

Planten

In het plangebied zijn geen beschermde soorten planten aangetroffen. Geschikte groeiplaatsen / biotopen zijn niet aanwezig. Op grond hiervan is beoordeeld dat het plangebied geen betekenis heeft voor beschermde soorten planten. Wel komt zowel langs de Afsluitdijk als het tracé naar Bolsward de rode lijst Kamgras lokaal voor; langs de Afsluitdijk komt daarnaast nog Blauw walstro voor (Steendam & Reitsma, 2006; Boddeke *et al.*, 2013). Deze soorten zijn niet beschermd.

Amfibieën

Tijdens het veldbezoek zijn geen soorten amfibieën waargenomen. Vanwege het ontbreken van geschikt habitat (zowel land- als waterhabitat) worden deze in het gedeelte Kop Afsluitdijk – Breezanddijk ook niet verwacht. In het deel Bolsward – Kop Afsluitdijk zijn lokaal algemene soorten als Bastaardkikker, Kleine watersalamander, Bruine kikker en Kleine watersalamander aanwezig, op die gedeelten waar sprake is van bermsloten met geschikt water. Genoemde soorten kunnen lokaal de bermen van de A7 als

¹ Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van de Flora- en faunawet. Bij toepassing van de Flora- en faunawet worden conform de AmvB art. 75 drie beschermingsregimes onderscheiden. Voor soorten uit 'Tabel 1' geldt vrijstelling van verbodsbepalingen bij werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting. Voor vogels en soorten van 'Tabel 2 of 3' geldt geen vrijstelling en kan aanvraag van een ontheffing aan de orde zijn bij overtreding van verbodsbepalingen. In de tekst is per beschermde soort aangegeven in welke categorie deze is opgenomen.

landhabitat gebruiken en om te overwinteren. Het betreft soorten die licht beschermd zijn (Tabel 1 AMvB art 75 Flora- en faunawet). Strikt beschermde soorten worden op basis van bekende verspreidingsgegevens niet verwacht.

Op grond van bovenstaande is beoordeeld dat het plangebied geringe betekenis heeft voor algemene soorten amfibieën.

Grondgebonden zoogdieren

Tijdens het veldbezoek zijn (sporen van) de volgende soorten waargenomen: konijn, mol en veldmuis. De veldmuis komt in het najaar van 2014 in zeer grote dichtheden voor in het graslandgebied van westelijk Friesland; ook in de bermen van de A7 is dit het geval. Het konijn heeft met name ter hoogte van Breezanddijk verspreid liggende holen/burchten. Van de bruine rat is een verkeersslachtoffer aangetroffen ter hoogte van Kornwerderzand. Het plangebied fungeert als leefgebied voor deze soorten. Genoemde soorten zijn licht beschermd (Tabel 1 AMvB art 75 Flora- en faunawet).

Incidenteel kunnen soorten als vos, bunzing, haas het plangebied aandoen (geen leefgebied). Zwaarder beschermde soorten als Noordse woelmuis en Waterspitsmuis (Tabel 3 AMvB art 75 Flora- en faunawet) zijn bekend uit de Makkumer Noordwaard (Wansink & Van der Vliet in Noordhuis, 2000; Nieuwenhuizen *et al.*, 2000 & De Jong *et al.*, 2004). Het voorkomen van beide genoemde soorten in het plangebied kan op basis van terreinkenmerken worden uitgesloten.



*Figuur 3 Sluis bij Kornwerderzand; hier zal een onderwaterboring plaatsvinden (foto links);
terrein Breezanddijk met rechtsonder op de foto een konijnenhol (foto rechts)*

Vogels met jaarrond beschermde nestplaats²

Tijdens het terreinbezoek zijn geen soorten aangetroffen waarvan het nest jaarrond is beschermd.

In de grazige delen van de bermen van de A7 kunnen incidenteel soorten als graspieper, wilde eend en/of scholekster tot broeden komen. In de hier en daar aanwezige struwelen zullen algemene struweelbroeders als fitis, tijftjaf, winterkoning, vink, merel e.a. zich kunnen vestigen als broedvogel.

² Op grond van door het ministerie van LNV verstrekte handreikingen worden nesten van de volgende soorten als jaarrond beschermde nestplaatsen beschouwd: boomvalk, buizerd, gierzwaluw, grote gele kwikstaart, havik, huismus, kerkuil, oehoe, ooievaar, ransuil, roek, slechtvalk, sperwer, steenuil, wespandief, zwarte wouw.

Overige beschermde soorten

Voor de overige beschermde soorten (ongewervelden, reptielen, vleermuizen, vissen) zijn de terreinkenmerken dermate ongeschikt dat de aanwezigheid van de soorten uit te sluiten is.

Effecten

Voor *planten en ongewervelden* zijn effecten niet aan de orde, aangezien beschermde soorten ontbreken in het plangebied. Wat betreft *grondgebonden zoogdieren* en *amfibieën* zijn effecten op konijn, mol en veldmuis resp. gewone pad, kleine watersalamander, bastaardkikker en bruine kikker niet uit te sluiten. Aangezien het licht beschermde soorten (tabel 1 AMvB art 75 Flora- en faunawet) betreft is het aanvragen van ontheffing niet aan de orde. In het kader van de zorgplicht is het wel van belang waar mogelijk maatregelen te treffen om het overtreden van verbodsbepalingen (zoals het doden van dieren tijdens de uitvoering) te voorkomen.

Vogels

Bij het ingraven van de kabel dient verstoring van nesten van vogels voorkomen te worden door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren. Het uitvoeren van werkzaamheden in het broedseizoen is mogelijk indien voorafgaand aan de werkzaamheden is vastgesteld dat hiermee geen in gebruik zijnde nesten van vogels worden verstoord of vernietigd.

Conclusie

Broedvogels

Om overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen ten aanzien van broedende vogels wordt aanbevolen in de periode september-half maart te werken. Deze periode ligt buiten het broedseizoen van vogels. Dit minimaliseert de kans dat vogelnesten verstoord of vernietigd worden. Werkzaamheden binnen het broedseizoen zijn alleen mogelijk indien voorafgaande aan het broedseizoen maatregelen zijn getroffen om het broeden van vogels te voorkomen. Voorafgaande aan de werkzaamheden in het broedseizoen dient het werkterrein tevens gecontroleerd te worden op de aanwezigheid van in gebruik zijnde nesten. Bij aanwezigheid van nesten dient te worden bepaald of de werkzaamheden van dien aard zijn dat ze tijdelijk moeten worden uitgesteld of dat de werkzaamheden met behulp van mitigerende maatregelen kunnen plaatsvinden.

Overige soortgroepen

Voor andere soortgroepen heeft het plangebied geen betekenis wat betreft strikt beschermde soorten, en er worden ten aanzien van deze soorten dan ook geen verbodsbepalingen overtreden.

Literatuur

- Bekker, R.M., V. Mensing, B. Odé & R. Bink, 2012. Rapportage risicoanalyse Flora- en faunawet voor Rijkswaterstaat regio Noord-Nederland. Rapport GaN-2012/06, Gegevensautoriteit Natuur – Wageningen.
- Boddeke, P.H.N., M. Japink, J.D. Buizer & J.M. Reitsma, 2013. Meetnet bermflora 2012-2015 (vierde ronde); voortgangsrapport 2013. Rapport 13-232. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Emond, D. & J.M. Reitsma, 2006. Beoordeling beschermde soorten Afsluitdijk. Quick scan in het kader van de Flora- en faunawet. Rapport 06-152. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Heunks, C., M. Boonman, R.G. Verbeek, J.C. Kleyheeg, P.W. van Horssen & J. van der Winden, 2014a. Effecten van Windpark Fryslan op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden. Rapport 13-174. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Heunks, C., R.G. Verbeek & B. van den Boogaard, 2014b. Huidige natuurwaarden in plangebied windpark Fryslan. Rapport 13-076. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Heunks, C., M. Boonman, R.G. Verbeek, J.C. Kleyheeg, P.W. van Horssen & J. van der Winden, 2014. Effecten van Windpark Fryslân op vogels, vleermuizen en overige beschermde natuurwaarden. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet. Bureau Waardenburg rapport 13-174.
- De Jong, Th., Boonman, M. & Hoogerwerf, G., 2004. Vissen, muizen en amfibieën op de Makkumer Noardwaard. Inventarisaties en maatregelen. Bureau Viridis & Natuurbalans – Limes Divergens bv.
- Nieuwenhuizen, W., La Haye, M.J.J. & Mertens, F., 2000. De noordse woelmuis in Fryslan. Naar een duurzame instandhouding. Alterra rapport 149. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming. Wageningen.
- Noordhuis, R. (red.), 2000. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage IJsselmeer en Markermeer. RIZA rapport 2000.050.
- Steendam, H.J. & J.M. Reitsma, 2006. Vegetatie en erosiebestendigheid van grazige taluds op de Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport 06-135.

Voor vragen over deze notitie kunt u contact opnemen met de projectleider, de heer J.M. Reitsma.

Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv
ir E.J.F. de Boer

Paraaf:

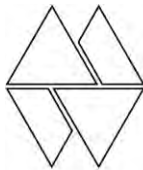


Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera Consult bv

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Bijlage D-12 Effecten onderwatergeluid



Memo

Aan: Martijn ten Klooster (Pondera Consult)

Van: Floor Heinis

CC:

Datum: 27 oktober 2014

Betreft: Effecten offshore windpark Fryslân op onderwaterleven

1 Inleiding

Onderwatergeluid dat vrijkomt bij menselijke activiteiten kan een invloed hebben op het onderwaterleven; in het geval van het IJsselmeer met name op vissen. Onderwatergeluid kan afhankelijk van de geluidsniveaus verstoringen of directe schadelijke effecten veroorzaken. Hierdoor zouden beschermde soorten en de instandhoudingsdoelen voor soorten van het Natura 2000-gebied IJsselmeer en mogelijk ook die van de Waddenzee negatief beïnvloed kunnen worden.

Het ecologisch netwerk Natura 2000 moet de betrokken natuurlijke habitats en leefgebieden van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding behouden of in voorkomend geval herstellen. Onder het begrip “instandhouding” wordt een geheel van maatregelen verstaan die nodig zijn voor het behoud of herstel van natuurlijke habitats en populaties van wilde dieren en plantensoorten in een gunstige staat van instandhouding. Ingevolge artikel 4, vierdelid, Habitatrichtlijn worden bij aanwijzing als Habitatrichtlijngebied “tevens de prioriteiten vast[gesteld] gelet op het belang van de gebieden voor het in een gunstige staat van instandhouding behouden of herstellen van een type natuurlijke habitat [...] van een soort [...] alsmede voor de coherentie van Natura 2000 en gelet op de voor dat gebied bestaande dreiging van achteruitgang en vernietiging”.

Deze bepaling is in artikel 10a, tweede lid, van de Naturbeschermingswet 1998 nader uitgewerkt. Op grond van dit artikel bestaat de verplichting om in een aanwijzing doelstellingen ten aanzien van de instandhouding van leefgebieden van vogelsoorten dan wel doelstellingen ten aanzien van de instandhouding van natuurlijke habitats of populaties van de in het wild levende dier- en plantensoorten op te nemen. Om die reden zijn voor elk Natura 2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen ontwikkeld, waarbij per habitatype en per soort is uitgegaan van landelijke doelen en de bijdrage die een gebied redelijkerwijs kan leveren voor het bereiken van een gunstige staat van instandhouding op landelijk niveau.

De aanleg van het windpark Fryslân gaat gepaard met de productie van onderwatergeluid ten gevolge van scheepvaartbewegingen, heien en de aanleg van kabels. Ook in de exploitatiefase zal het in werking zijn van de turbines en het uitvoeren van onderhoud tot geluidsemisies leiden. De uiteindelijke verwijdering van de turbines zal eveneens leiden tot scheepvaart en werkzaamheden die onderwatergeluid produceren. Aan het windpark gerelateerde emissie van onderwatergeluid vindt dus tijdelijk (door aanleg en verwijdering) dan wel semi-permanent plaats (door exploitatie en onderhoud). De aard en het niveau van het onderwatergeluid verschilt per activiteit en is variabel binnen de activiteiten.

Onderstaande Tabel 1-1 geeft een overzicht van de optredende onderwatergeluidemissies vanuit de verschillende fasen van het windpark en de bijbehorende relevante activiteiten.

Tabel 1-1 Bron van onderwatergeluid in de verschillende fasen van het windpark

Fase	Bron van onderwatergeluid
Aanleg	1. Scheepvaartbewegingen
	2. Heien monopile-funderingen voor de turbines
	3. Aanleg kabel
Exploitatie	4. Onderwatergeluid t.g.v. draaiende turbines
	5. Onderhoud en reparatie: scheepvaartbewegingen
Ontmanteling	6. Scheepvaartbewegingen
	7. Afzagen monopiles

Leeswijzer

In deze notitie worden de mogelijk effecten van onderwatergeluid dat optreedt bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark Fryslân beschreven en geanalyseerd. Achtereenvolgens komen de mogelijke effecten aan de orde (hfdst 2), worden de geluidsniveaus die optreden bij het heien van monopiles beschreven en de omvang van het beïnvloede gebied (hfdst, 3), en worden de mogelijke effecten op relevante soorten en de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer geanalyseerd en beoordeeld (hfdst 4). Hoofdstuk 5 bevat de hieruit samengevatte conclusies. Het memo wordt afgesloten met een literatuurlijst en een tweetal bijlagen.

2 Mogelijke effecten van onderwatergeluid bij windpark Fryslân

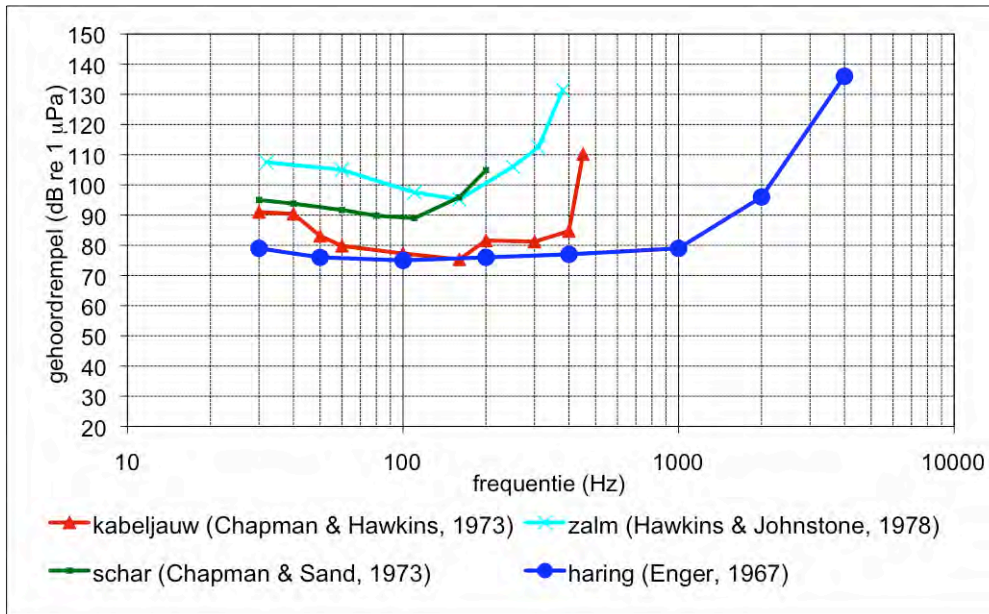
2.1 Algemeen

Gevoeligheid van vissen en zeehonden voor onderwatergeluid

Onderwatergeluid kan mariene organismen al naar gelang het geluidsdrukniveau en de frequentie op verschillende manieren beïnvloeden (e.g. Richardson e.a., 1995; Kastelein e.a., 2008). In de literatuur worden meestal zones van geluidsbeïnvloeding onderscheiden, lopend van een zone waarbij het geluid wordt gehoord, maar waarin het dier niet reageert tot aan een zone waarin ernstige fysieke schade of dood optreedt. Daartussen liggen zones van gedragsbeïnvloeding, waarin het dier van het geluid wegzweemt of erdoor wordt aangetrokken en een zone waarbij een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel optreedt (TTS = *temporary threshold shift* en PTS = *permanent threshold shift*). Daarnaast kan voor sommige dieren maskering een rol spelen. Dit is de situatie waarin het niet-natuurlijke geluid een vergelijkbaar frequentiebereik en een vergelijkbare geluidsterkte heeft als de door de dieren zelf of hun prooien of predatoren geproduceerde geluiden. Zeehonden lokaliseren hun prooien met hun snorharen en op zicht, maar mogelijk ook op het gehoor. Het is niet ondenkbaar dat zeehonden de laagfrequente geluiden die vissen maken kunnen horen en deze informatie gebruiken bij het lokaliseren van hun prooien.

In tegenstelling tot zoogdieren hebben vissen geen extern gehoororgaan. Geluid – in de vorm van drukverschillen onder water – kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen e.a., 2006):

- het zijlijnsysteem, waarmee dichtbij de geluidsbron laag frequente geluiden (als langzame waterstromen langs het lichaam) worden gedetecteerd. In relatie tot het geluid van windturbines is deze vorm van “horen” echter niet belangrijk; het akoestische veld kan namelijk alleen maar zeer dicht bij de geluidsbron worden waargenomen;
- het binnenoer (met de zogenaamde gehoorsteentjes), dat in essentie op beweging reageert. Een vis neemt geluiden waar via het lichaam, dat beweegt door kleine veranderingen in de geluidsdruk en/of via drukveranderingen in de zwemblaas die al dan niet via speciale structuren worden doorgegeven aan het gehoororgaan.



Figuur 2-1 Audiogrammen van kabeljauw (gehoorspecialist met gesloten zwemblaas), schar (gehoorgeneralist zonder zwemblaas), zalm (gehoorgeneralist met zwemblaas) en haring (gehoorspecialist met gesloten zwemblaas).

Wat betreft gevoeligheid voor onderwatergeluid zijn bij vissen drie categorieën te onderscheiden: de generalisten zonder zwemblaas (bodenvissen als schol, bot e.d.), de generalisten met een open zwemblaas (o.a. zalm, forel) en de echte specialisten (o.a. haring, kabeljauw, voorn, karper). Bij de laatste categorie is zijn speciale structuren aanwezig die voor een efficiënte geluidsoverdracht zorgen. Soorten met een gesloten zwemblaas kunnen bij hoge omgevings(geluids)druk de lucht in de zwemblaas niet snel kwijttraken en zijn daarom relatief gevoelig voor eventuele schadelijke gevolgen van onderwatergeluid. Soorten met een open zwemblaas kunnen eventuele overdruk makkelijk en snel via de slokdarm en mond kwijttraken, waardoor zij minder gevoelig zijn voor ernstige schade als gevolg van onderwatergeluid. Figuur 2-1 geeft voor een viertal representatieve vissoorten de gehoorgevoeligheid in afhankelijkheid van de frequentie weer.

Drempelwaarden voor effecten op vissen

In verschillende studies worden de effecten van heiwerk voor windturbineparken en met name de effecten van heien op vissen beschreven. In een studie naar heien in Zuid-Californië werden effecten op vissen in een experimentele opstelling onderzocht door vissen op verschillende afstanden bloot te stellen aan het door de heivibraties veroorzaakte geluid (Caltrans, 2004 in: Hastings & Popper, 2005). Op afstanden tot 12 m van de bron resulteerde dat in de onmiddellijke dood van de vissen. Tot op 1 km afstand werden vissen aangetroffen met dussdanige verwondingen dat ze daaraan op korte termijn zouden doodgaan. Mede op basis van deze waarnemingen zijn door de Amerikaanse Fisheries Hydroacoustic Working Group (FHWG) op grond van een aantal 'worst case' aannamen drempelwaarden voor tijdelijke gehoorschade bij grotere vissen (> 2 g versgewicht) en kleine vissen (< 2 g versgewicht) van respectievelijk SEL 187 en 183 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ voorgesteld (Oestman e.a., 2009).

Recent zijn echter twee publicaties verschenen waaruit blijkt dat vissen na blootstelling aan zeer hoge niveaus van met heiklappen overeenkomend pulsgeluid nog geen gehoor- of andere fysieke schade oplopen (Halvorsen e.a., 2012). Bij *Trinectes maculatus*, een (Amerikaanse) platvissoort zonder zwemblaas werden bij een cumulatieve SEL van 216 dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ geen effecten gevonden. Vissen met een zwemblaas bleken gevoeliger, maar ook deze vissen (meerdere soorten en grootten) bleken aan een cumulatieve SEL van ca. 207 dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ te kunnen worden blootgesteld zonder schade op te lopen. Halvorsen e.a. (2012) concluderen op grond van deze resultaten dat de door de FHWG (Oestman e.a., 2009) voorgestelde criteria te conservatief zijn en stellen voor voortaan van een drempelwaarde voor SEL_{CUM} van 207 dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ uit te gaan. De resultaten van het onderzoek zijn dermate overtuigend dat er in het voorliggende effectenonderzoek van is uitgegaan dat vissen die aan een SEL_{CUM} van 207 dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ of minder zijn geen blootgesteld geen (gehoor)schade oplopen. Op grond van dezelfde studies van Halvorsen e.a. is als drempelwaarde voor het optreden van effecten waarvan niet is uit te sluiten dat zij tot de dood van vissen met een zwemblaas zullen leiden een SEL_{CUM} van 216 dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ gehanteerd. Uit een recente publicatie van Debusschere e.a. (2014) blijkt dat juveniele zeebaarsen die onder veldomstandigheden vlakbij de he-installatie aan een SEL_{CUM} van 215 –

222 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ werden blootgesteld een vergelijkbare sterfte vertoonden als de niet aan deze niveaus blootgesteld dieren. De blootgestelde en niet blootgestelde dieren werden vervolgens in het laboratorium verder opgekweekt en ook na 14 dagen was er nog geen verschil tussen de twee groepen te zien.

Drempelwaarden voor effecten op zeehonden

In het kader van effectenstudies voor windparken op zee zijn begin 2013 door een door Rijkswaterstaat geïnitieerde werkgroep Onderwatergeluid¹ drempelwaarden voor het optreden van effecten bij zeehonden afgeleid. Hiervoor is zoveel mogelijk uitgegaan van recente 'peer reviewed' literatuur. Als dit niet mogelijk was of als uiteenlopende waarden beschikbaar waren, dan zijn op grond van een deskundigenoordeel gemotiveerde inschattingen gemaakt. In de werkgroep is voor het optreden van een permanente verhoging van de gehoordrempel (permanent threshold shift = PTS)² bij zeehonden een drempelwaarde van SEL_{CUM} 186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ vastgesteld.

2.2 Bronnen van onderwatergeluid en relevantie ervan

Deze paragraaf bevat een analyse van de aard en omvang van de emissie van onderwatergeluid die de in Tabel 1-1 opgenomen activiteiten veroorzaken. Bij de beoordeling van de relevantie van deze emissies voor het onderwaterleven gaat het vooral om de mate waarin het aan het windpark gerelateerde onderwatergeluid zich onderscheidt van de nu al in het gebied optredende geluidsniveaus.

Onderstaande Tabel 2-1 bevat opnieuw het overzicht van de optredende onderwatergeluidemissies, maar nu is op grond van de na de tabel opgenomen analyse ook aangeduid of de emissies voor wat betreft aard en niveau vergelijkbaar zijn met de nu al optredende emissies. Indien dit het geval is kan ervan uitgegaan worden dat door de beoogde activiteiten geen (extra) effecten op het onderwaterleven zullen optreden. De conclusie is dat dit het geval is voor de scheepvaartbewegingen en de het geluid dat samenhangt met de aanleg van de kabel. Het geluid van draaiende turbines en het afzagen van de monopiles bij de ontmanteling van het windpark is voor wat betreft de aard van het geluid anders dan de geluiden die nu al in het gebied optreden. Op basis van de na Tabel 2-1 opgenomen analyse kan echter wel gesteld worden dat ook dit onderwatergeluid niet tot negatieve effecten zal leiden.

Tabel 2-1 Emissies van onderwatergeluid in relatie tot windpark Fryslân vergeleken met de huidige situatie en autonome ontwikkeling; een onderbouwing van het oordeel over de mogelijkheid van een negatief effect op het onderwaterleven volgt ná de tabel.

Fase en bron van onderwatergeluid	Aard en omvang geluid t.o.v. huidige situatie en (autonome ontwikkeling)	mogelijk negatief effect t.g.v. activiteit
Aanleg		
1. Scheepvaartbewegingen	Vergelijkbaar met huidige situatie	nee
2. Geluid door heien monopiles	Niet vergelijkbaar met huidige situatie	ja
3. Aanleg kabel	Vergelijkbaar met huidige situatie	nee
Exploitatie		
4. Geluid door draaiende turbines	Niet vergelijkbaar met huidige situatie	nee
5. Scheepvaartbewegingen	Vergelijkbaar met huidige situatie	nee
Ontmanteling		
6. Scheepvaartbewegingen	Vergelijkbaar met huidige situatie	nee
7. Afzagen monopiles	Niet vergelijkbaar met huidige situatie	nee

Scheepvaartbewegingen

In alle fasen van het windpark zijn bij de benodigde werkzaamheden schepen betrokken. Het gaat om scheepvaartbewegingen bij aanleg, bij onderhoud en reparatie en bij ontmanteling van het park. Het is niet bekend hoeveel geluid deze schepen exact produceren en bij welke frequenties. Op basis van Richardson e.a. (1995, tabel 6.9) kan worden aangenomen dat het bronniveau voor de gebruikte schepen in het frequentiebereik 45 – 890 Hz tussen 140 en 185 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{m}^2$ zal liggen. Moderne (grotere) koopvaardij schepen maken wat meer geluid: Arveson en Vendittis (2000) maten een maximaal bronniveau van ongeveer 186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{m}^2$ bij (tertsband)frequenties tussen 50 en 100 Hz en een breedbandniveau van 184 en 190 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{m}^2$ bij snelheden van respectievelijk 12 en 14 knopen. Tijdens de aanleg van Maasvlakte 2 zijn uitgebreide metingen aan het door baggerschepen gegenereerde onderwatergeluid verricht (Dreschler e.a., 2009; De Jong e.a., 2010). Maximale bronniveaus van (snel) varende baggerschepen bedroegen ongeveer 195 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{m}^2$. De voor het windpark Fryslân

¹ De Werkgroep Onderwatergeluid is op initiatief van Rijkswaterstaat Dienst Noordzee (thans Rijkswaterstaat Zee en Delta) begin 2013 opgericht. Deelnemers zijn afkomstig van Rijkswaterstaat, Directoraat-generaal Ruimte en Water, TNO, SEAMARCO, IMARES, Arcadis en HWE. De werkgroep stelt zich tot doel op grond van de meest recente inzichten uit onderzoek te komen tot een breed gedragen redeneerlijn voor het inschatten van effecten van heigeluid op zeezoogdieren.

² Als een dier PTS oploopt, houdt dat in dat het dier in een bepaald frequentiegebied minder goed zal kunnen horen. De frequentie waarbij de verhoging plaatsvindt, ligt in de buurt van de frequentie van het geluid dat de PTS heeft veroorzaakt.

ingezette schepen zijn kleiner dan de hier gemeten schepen en zullen minder hoge snelheden halen. De genoemde niveaus kunnen daarom als een 'worst case' worden beschouwd.

Hoewel het windpark wat scheepvaart betreft in een relatief rustig deel van het IJsselmeer wordt aangelegd, is het aantal werkschepen dat in de diverse fasen van het windpark wordt ingezet dermate gering dat de relatieve toename van het aantal scheepvaartbewegingen ten opzichte van het huidige scheepvaartverkeer verwaarloosbaar is. Weliswaar kan de activiteit in de aanlegfase korte tijd intensief zijn, maar omdat slechts aan één of hooguit enkele turbines tegelijk gewerkt zal worden, onderscheidt het zich voor wat betreft geluidsemissies niet wezenlijk van het nu al optredende onderwatergeluid door scheepvaart. Indien enkele schepen voor aanleg, onderhoud etc. tegelijkertijd ingezet wordt (hetgeen al niet vaak zal voorkomen, normaal wordt slechts één schip voor onderhoud ingezet) dan is dit vergeleken met het aantal schepen dat dagelijks het IJsselmeer bevaart een verwaarloosbare extra activiteit. Gezien het incidentele karakter en de beperkte omvang in vergelijking met de vele andere schepen die zich in het IJsselmeer bevinden, kunnen eventuele effecten van het onderwatergeluid op vissen als gevolg van de aanwezigheid van werkschepen in het windpark alleen al op grond van de aanwezigheid ervan als verwaarloosbaar worden ingeschat.

Ook als naar het door schepen veroorzaakte geluidsniveau wordt gekeken, kunnen effecten op vissen worden uitgesloten. Uit de resultaten van het onderzoek rond de aanleg van Maasvlakte 2 kan worden afgeleid dat de SEL_{CUM} drempelwaarde van 207 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ in het zeer druk bevaren gebied rond Maasvlakte 2 vrijwel nergens wordt overschreden, als er 'worst case' van wordt van uitgegaan dat de vissen gedurende 24 uur op dezelfde locatie verblijven en dus niet van het geluid wegzwemmen (zie Heinis e.a. 2013, Figuren 10 en 11). Als zij dat wel zouden doen, zal de totale blootstelling nog lager zijn.

Aanleg kabels

Bij de aanleg van de kabels is het door de daarbij gebruikte schepen gegenereerde onderwatergeluid maatgevend. Uit het onderzoek rond de aanleg van Maasvlakte 2 is namelijk gebleken dat het door baggerende schepen veroorzaakte onderwatergeluid niet is te onderscheiden van varende schepen (zie Heinis e.a. 2013 voor een samenvatting van het onderzoek). Eventuele effecten van het met de aanleg van de kabel samenhangende onderwatergeluid kunnen daarom om vergelijkbare redenen als hiervoor zijn gegeven voor de andere scheepvaartbewegingen als verwaarloosbaar worden ingeschat.

Draaiende turbines

De laatste jaren is op grond van de resultaten van veldstudies rond operationele windparken op zee duidelijk geworden dat het met draaiende windturbines gepaard gaande onderwatergeluid geen waarneembare invloed heeft op de aanwezigheid van mariene organismen, waaronder vissen en ook een aantrekkende werking kan hebben (zie bijvoorbeeld Van Hal e.a., 2012). Dit is geheel in lijn met de conclusies die in het effectenonderzoek voor windpark Noordoostpolder op grond van theoretische overwegingen zijn getrokken (Pondera Consult & HWE, 2009). De tekst uit het MER Noordoostpolder is opgenomen in Bijlage 1 van deze notitie (Effecten van onderwatergeluid door draaiende windturbines).

Ontmanteling – verwijderen van monopiles

Van eventuele tijdelijke effecten tijdens de ontmantelingfase zijn nog geen gegevens vanuit de praktijk voorhanden. Algemeen wordt echter aangenomen dat deze fase tot dezelfde typen verstoring als tijdens de aanlegfase leidt, met uitzondering van de effecten van heien. De geluidsniveaus blijven beperkt en zijn vergelijkbaar met de niveaus die ontstaan bij scheepvaart, baggeren en dergelijke. Het doorzagen/-snijden van de monopiles gebeurt onder bodemniveau (vanuit de binnenzijde van de paal) en zal naar verwachting geen hoge geluidsniveaus veroorzaken; hiervan worden derhalve geen negatieve effecten verwacht.

Heien van monopile-funderingen

Uit metingen rond diverse heilocaties blijkt dat het heien van de monopile-funderingen tot zeer hoge geluidsniveaus onder water leidt. Het meest intensieve meetprogramma is uitgevoerd bij de aanleg van het windpark Q7/Prinses Amalia (De Jong & Ainslie, 2012). Bij de hier gebruikte funderingen bedroeg de paaldiameter 4 m en werd geheid met een maximale energie van 800 kJ. Bij de aanleg van dit windpark bedroeg het geschatte, over de frequentie gesommeerde bronniveau SL_E per heiklap maximaal 221 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{m}^2$. De laagste schattingen van de uit de diverse meetpunten was 215 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{m}^2$ (zie Bijlage 2).

Volgens Kastelein e.a. (2008) kunnen dergelijke hoge geluidsniveaus tot de volgende effecten op vissen leiden:

- Verwondingen bij vissen die zich tijdens de start van het heien binnen een straal van 150 m van de heiplaats bevinden;
- Een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel (TTS) tot op 6 km van de geluidsbron;

- Mogelijk optreden van schrikreacties tot op afstanden van tientallen kilometers van de heiplaats. Of dit ook tot het mijden van het gebied zal leiden, is niet bekend.

De hierboven genoemde waarden en afstanden hebben betrekking op de specifieke situatie op de Noordzee bij de aanleg van Q7/Windpark Prinses Amalia. In het IJsselmeer zijn andere omstandigheden en vooral waterdiepten aan de orde. Om een betere inschatting van effecten te kunnen maken zijn door TNO daarom specifieke berekeningen uitgevoerd, waarvan de belangrijkste resultaten hierna in paragraaf 3 worden besproken. Voor een meer uitgebreide beschrijving van de uitgevoerde berekeningen wordt verwezen naar de integraal als Bijlage 2 bij deze notitie opgenomen memo van TNO.

Conclusie ten aanzien van mogelijk relevant onderwatergeluid

Er kan op basis van bovenstaande analyse van de activiteiten voor het windpark en de daarbij optredende geluidsniveaus van worden uitgegaan dat voor het inschatten van effecten van de geluidstoename, het geluid als gevolg van heiwerkzaamheden voor het in de waterbodem verankeren van de funderingen, maatgevend is. Alleen dit geluid zou tot een relevant effect op vissen kunnen leiden. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op geluidsniveaus die bij het heien van turbinefunderingen in het IJsselmeer kunnen optreden en de mogelijke effecten daarvan op het onderwaterleven.

3 Onderwatergeluid bij het heien van funderingen en effecten

3.1 Grootheden en eenheden onderwatergeluid

Bij de beschrijving van het onderwatergeluid, waaraan dieren kunnen worden blootgesteld, worden verschillende grootheden en eenheden onderscheiden. In deze notitie en bijbehorende bijlagen zijn de volgende akoestische grootheden met bijbehorende eenheden gebruikt:

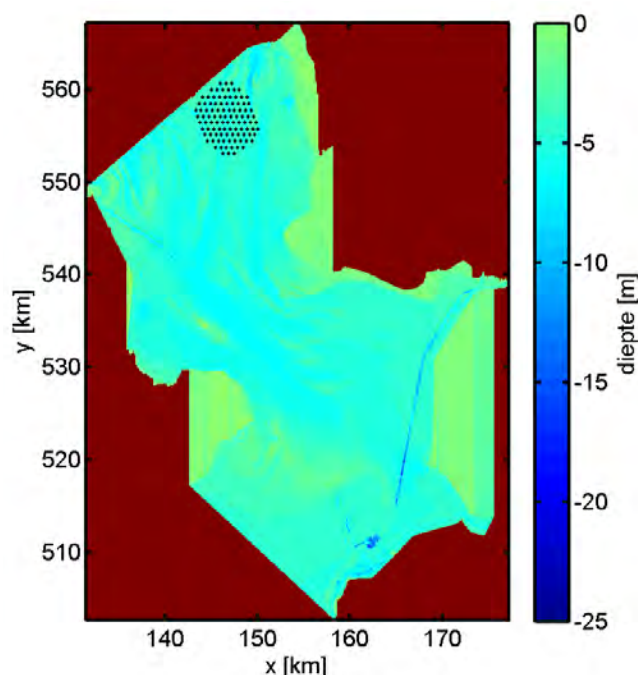
- Bronniveau (Source Level): het geluidsdrukniveau (Sound Pressure Level) in tertsbanden op 1 meter van de geluidsbron; eenheid: dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{m}^2$ (in oudere literatuur ook wel dB re μPa op 1m of dB re $\mu\text{Pa-m}$);
- Breedband geluidsdrukniveau (broadband Sound Pressure Level): het, over de tijd gemiddelde kwadratische geluidsdrukniveau voor continue geluiden (zoals scheepsgeluid) of het over de pulsduur gemiddelde geluidsdrukniveau voor pulsgeluiden (zoals heigeluid); eenheid: dB re $1 \mu\text{Pa}^2$;
- Geluidblootstellingsniveau (Sound Exposure Level): het totale, over een bepaalde tijdsduur geïntegreerde kwadratische geluidsdrukniveau; wordt als grootheid zowel bij continue als bij pulsgeluiden gebruikt; eenheid: dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$.

3.2 Uitgangspunten bij de bepaling van het brongeluid en de verspreiding ervan

Voor de fundering van het windpark Fryslân zal gebruik worden gemaakt van monopiles, die door heien in de bodem van het IJsselmeer zullen worden verankerd. Andere fundatieopties worden overwogen, maar daarbij zal bij het heien een lager geluidsniveau optreden, omdat sprake is van kleinere heipalen waarvoor een lagere slagenergie is vereist. De benodigde hei-energie voor het heien van monopiles is maximaal 2.000 kJ per heiklap. Dit is meer dan de 800 kJ die bij de aanleg van het Prinses Amalia windpark is gebruikt. Bij de berekeningen voor windpark Fryslân is aangenomen dat een vast percentage van de klapenergie wordt omgezet in geluidenergie en dat uit de verhouding tussen de gebruikte klapenergieën van de twee windparken en het voor windpark Prinses Amalia berekende bronniveau dus het bronniveau voor windpark Fryslân kan worden bepaald. Het betekent dat het over de frequentiebanden gesommeerde bronniveau bij de aanleg van windpark Fryslân per heiklap ongeveer 4 dB groter zal zijn en maximaal 225 dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{m}^2$ zal bedragen (zie memo TNO in Bijlage 2).

Voor het bepalen van de voortplanting van het onderwatergeluid als gevolg van het heien voor windpark Fryslân is er verder van uitgegaan dat voor het heien van één paal 2.000 (gelijke) heiklappen nodig zijn en dat het 2-3 uur duurt om één fundering tot op 32 m diepte te heien. Door TNO zijn met het zelf ontwikkelde model AQUARIUS berekeningen van de verspreiding van het heigeluid uitgevoerd voor gemiddelde windcondities en voor windstilte ('worst case'). Voor parameters als de geluidssnelheid in het water en de bodem en de bodemabsorptie zijn realistische waarden gekozen (zie verder de bij deze notitie als bijlage 2 gevoegde memo van TNO). Complicerende factor voor de berekeningen vormde het feit dat de bovenste ca. 5 m van de bodem uit klei bestaat en AQUARIUS geen rekening houdt met gelaagdheid van het bodem. Omdat klei bij lagere frequenties min of meer transparant kan zijn voor geluid – m.a.w. zich als water gedraagt – zijn 'worst case' berekeningen uitgevoerd waarbij de kleilaag is vervangen door water. De waterdiepte wordt daarmee in feite 5 m groter. Daarnaast zijn ook berekeningen uitgevoerd waarbij de kleilaag door zand is vervangen om zo inzicht te krijgen in de invloed van de bodemparameters op de berekeningsresultaten.

Het windpark Fryslân zal maximaal uit 100 windturbines van 4 MW bestaan. Het heien van één windturbinefundering zal 2-3 uur duren. Dat betekent dat er in het bouwseizoen 200 – 300 uur wordt geheid. Onderstaande figuur geeft de lay-out van het windpark weer waarvan in de berekeningen is uitgegaan, evenals de variatie in de waterdiepte die een belangrijke factor vormt bij de verspreiding en uitdoving van onderwatergeluid.



Figuur 3-1 Bathymetrie van het IJsselmeer met de geplande locaties van de windturbines weergegeven als zwarte stippen

3.3 Onderwatergeluidkaarten

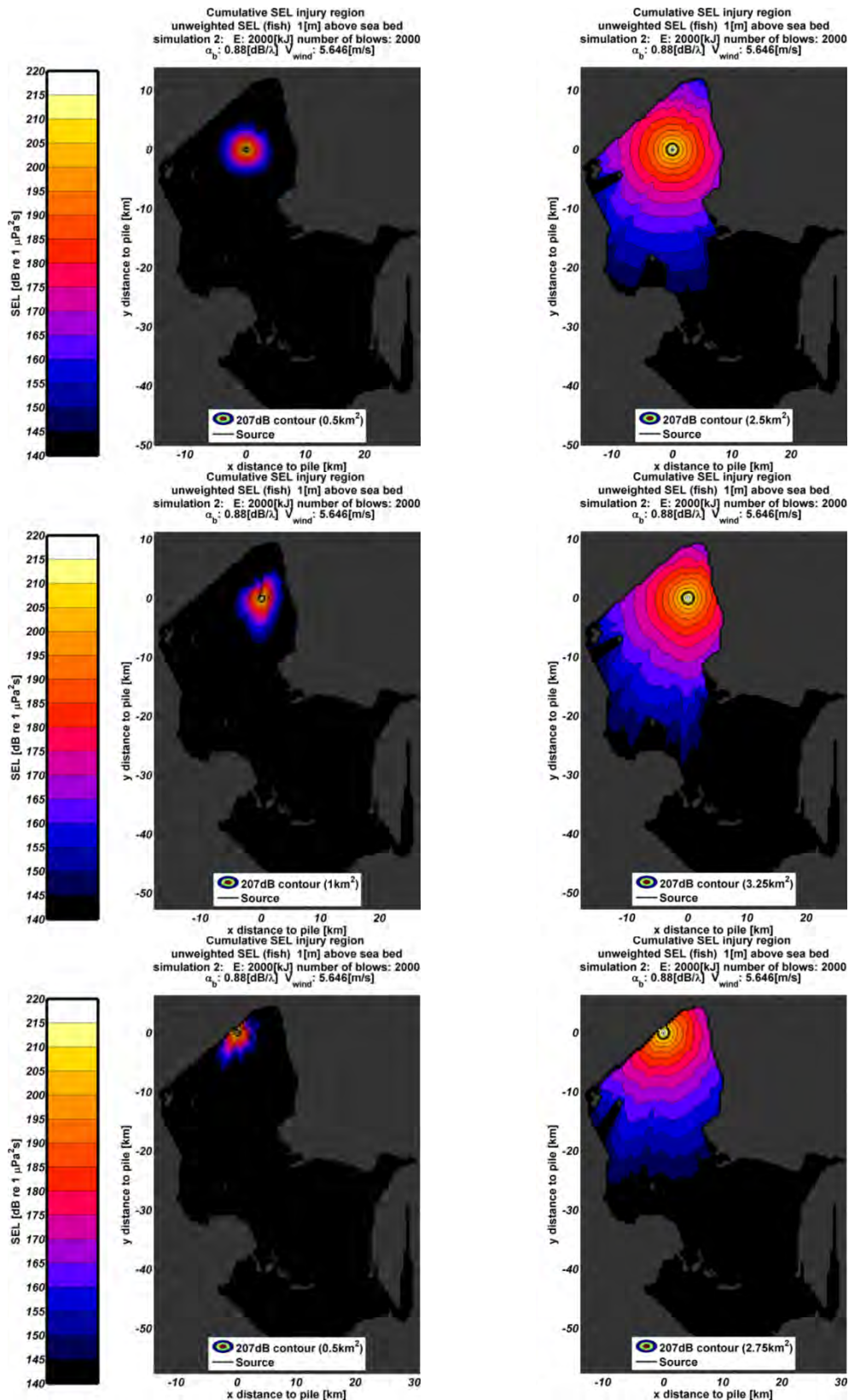
Er zijn 12 scenario's doorgerekend voor het bepalen van de effectafstanden van het onderwatergeluid bij het heien voor de windturbinefundaties voor het Windpark Fryslân:

- Voor 3 heilocaties, voor de meest noordelijke, zuidelijke en oostelijke turbines;
- Voor 2 windsnelheden (0 m/s en 5,6 m/s);
- Voor 2 bodemdieptes (de bovenste laag van 5 m van het sediment gemodelleerd als zand of water).

In Figuur 3-2 zijn voor de 6 scenario's met gemiddelde windomstandigheden de resultaten van de berekeningen weergegeven in de vorm van onderwatergeluidkaarten. In de kaarten is de cumulatieve geluidsbelasting (SEL_{cum}) van het heien van één turbinefundering weergegeven, zoals deze door statische³ dieren in de omgeving van de heilocatie (aangegeven met een kruisje) op 1 m boven de waterbodem wordt ontvangen. In de linkerpanelen staat de situatie voor de drie heilocaties waarbij de 5 m dikke kleilaag is vervangen door zand en in de rechterpanelen dezelfde situatie, maar dan met een kleilaag die is vervangen door water. Voor de overige 18 kaarten, te weten de 6 scenario's op 1 m boven zeebodem bij windstilte en de 12 scenario's bij 1 m onder de waterspiegel, wordt verwezen naar het in bijlage 2 opgenomen memo van TNO.

In de figuren is te zien dat alleen bij het heien van de noordelijkste paal in het scenario dat de kleilaag is vervangen door water de contour (op 1 m boven de bodem) de Afsluitdijk raakt. Dit betekent dat, als er al sprake is van enige geluidsoverdracht door de Afsluitdijk dit zeker niet tot negatieve effecten op vissen in de Waddenzee zal leiden. Op de mogelijkheid dat zeehonden effecten zouden kunnen ondervinden wordt hierna in paragraaf 3.5 ingegaan.

³ 'Statisch' betekent dat de dieren voor de duur van het heien van de fundering (2 – 3 uur) op dezelfde plaats verblijven en dus niet van de geluidbron wegzwemmen.



Figuur 3-2 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid op 1 m boven de bodem bij het heien voor turbinefunderingen voor windpark Fryslân op de meest zuidelijke (boven), oostelijke (midden) en noordelijke (onder) locatie en bij gemiddelde windcondities. De linkerpanelen geven de situatie waarbij in het model de 5 m dikke kleilaag is vervangen door zand en de rechterpanelen die waarbij de kleilaag is vervangen door water. In de legenda staat de oppervlakte die binnen de in zwart weergegeven 207 dB contourlijn valt.

3.4 Grootte van het effectgebied voor vissen tijdens heien van turbinefunderingen

Voor elk van de berekeningen is de oppervlakte bepaald die binnen de contour voor de drempelwaarde $SEL_{CUM} = 207$ dB re $1 \mu Pa^2s$ valt. Vanwege de ruimtelijke resolutie is de nauwkeurigheid van de oppervlakteschatting ongeveer $\pm 0,25$ km². Tabel 3-1 bevat een overzicht van de berekende effectoppervlakten voor de 6 scenario's waarbij is uitgegaan van gemiddelde, meest waarschijnlijke windcondities. Voor de resultaten van de 6 scenario's waarbij is uitgegaan van windstilte wordt verwezen naar Bijlage 2 (memo TNO).

Uit de in Tabel 3-1 weergegeven resultaten is af te leiden dat de maximale berekende oppervlakte waarbinnen vissen (die tijdens het heien niet wegzwemmen) enige gehoorschade zouden kunnen oplopen 3,25 km² bedraagt. Hierbij is er 'worst case' van uitgegaan dat de vissen zich nabij de waterbodem bevinden en in de bovenste 5 m van de bodem geen geluid wordt geabsorbeerd. Deze oppervlakte komt overeen met 0,29% van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Als wordt uitgegaan van windstille omstandigheden zou de maximale effectoppervlakte 3,75 km² bedragen (= 0,33% van het IJsselmeer). Voor vissen die dicht bij het wateroppervlak zwemmen zijn de effectoppervlakten met een maximum van 0,5 km² veel geringer (= 0,04% van de oppervlakte van het IJsselmeer).

Tabel 3-1 Berekende effectoppervlakte ($\pm 0,25$ km²) voor 3 turbineposities en gemiddelde windcondities met de 5 m dikke kleilaag vervangen door zand (3 linkerkolommen) en door water (3 rechterkolommen)

Kleilaag vervangen door:	Oppervlakte binnen effectcontour (km ²)					
	Zand			Water		
Locatie	Zuid	Oost	Noord	Zuid	Oost	Noord
1 m onder waterspiegel	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1 m boven waterbodem	0,5	1	0,5	2,5	3,25	2,75

3.5 Geluidsoverdracht naar de Waddenzee en mogelijke effecten op zeehonden

Het door TNO gebruikte model AQUARIUS leent zich niet voor het berekenen van de overdracht van geluid door de Afsluitdijk heen naar de Waddenzee. Zeker is dat de geluidafname door het dijklichaam aanzienlijk groter zal zijn dan in het water. Daarom is op grond van het feit dat de effectcontouren voor vissen de Afsluitdijk alleen voor de meest noordelijk heillocatie raken hiervoor in paragraaf 3.4 geconcludeerd dat effecten op vissen kunnen worden uitgesloten. De grenswaarde waarbij permanente effecten op het gehoor van zeehonden kunnen optreden, ligt echter aanzienlijk lager dan die van vissen (SEL_{CUM} 186 dB re $1 \mu Pa^2s$ i.p.v. 207 dB re $1 \mu Pa^2s$). Zoals gezegd zal het heigeluid naar verwachting grotendeels worden gedempt door het dijklichaam. Indicatieve berekeningen laten zien dat, ook als geen rekening wordt gehouden met de demping door het dijklichaam, het effectgebied waar zeehonden, *als zij tijdens het heien niet wegzwemmen*, PTS zouden kunnen oplopen relatief gering is, te weten respectievelijk 2 (kleilaag = zand) en 9 km² (kleilaag = water) voor de meest noordelijke paal onder gemiddelde windomstandigheden. De effectcontour voor zeehonden van de twee andere paallocaties komt in geen van de onderzochte scenario's niet voorbij de Afsluitdijk. Uit de waarneming dat in de periode 2008 – 2012 slechts 0,5 – 1,5% van de populatie zeehonden uit de Nederlandse Waddenzee in het telgebied ten noorden van de Afsluitdijk is gezien, kan worden afgeleid dat dit gebied geen specifieke betekenis heeft als foerageergebied. Daarnaast vertoont de populatie een stijgende trend. Op grond van deze feiten en vanwege het relatief geringe 'worst case' effectoppervlak als gevolg van het heien op een beperkt aantal locaties wordt geconcludeerd dat significante effecten op zeehonden in de Waddenzee kunnen worden uitgesloten.

4 Effectenanalyse en beoordeling

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat een nadere analyse van de mogelijke effecten van heigeluid bij de aanleg van windpark Fryslân op vissen en de betekenis daarvan voor de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Dit gebeurt door na te gaan wat de gevolgen van het onderwatergeluid zijn voor de in het IJsselmeer voorkomende relevante vissoorten (§ 4.2) en vervolgens te beoordelen of deze het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen in de weg staan (§ 4.3).

4.2 Relevante soorten en mogelijke effecten

In het MER is beschreven welke vissoorten in het plangebied voorkomen en relevant zijn voor de m.e.r. van windpark Fryslân. Het betreft enerzijds beschermde soorten (al dan niet met een instandhoudingsdoelstelling) en anderzijds soorten die van belang zijn, omdat zij als voedsel dienen voor

vogels waarvoor instandhoudingsdoelstellingen gelden. Uit de beschrijving kan worden afgeleid dat in relatie tot mogelijke effecten van heigeluid een achttal soorten relevant is, omdat zij in het door het heigeluid beïnvloede gebied kunnen voorkomen. De overige, in het betreffende hoofdstuk beschreven soorten komen niet of nauwelijks in het gebied voor of ondervinden geen negatieve effecten van het onderwatergeluid, omdat het oevergebonden soorten betreft. In de oevers zal het relatief laag frequente heigeluid vanwege de zogenaamde 'low frequency cut off' zich niet meer voorplanten⁴.

In Tabel 4-1 zijn de 8, mogelijk beïnvloede soorten weergegeven. Van de betreffende soorten is ook aangegeven of zij over een zwemblaas beschikken en zo ja, of deze open of gesloten is (zie ook § 2.1). Aan de hand daarvan kan een eerste inschatting worden gemaakt van het daadwerkelijke risico op fysiologische (gehoor)schade als gevolg van heigeluid bij de aanleg van het windpark. Soorten met een gesloten zwemblaas zijn gevoeliger dan soorten met een open zwemblaas. Soorten zonder zwemblaas zijn vrijwel ongevoelig voor hoge geluidsdrumniveaus. In de tabel is te zien dat van de 8 relevante soorten Baars en Pos vanwege het feit dat zij een gesloten zwemblaas hebben naar alle waarschijnlijkheid het slechtst bestand zijn tegen te hoge geluidsniveaus. Met uitzondering van de Zeeprík hebben de andere soorten allemaal een open zwemblaas. Dit betekent dat zij beter voor eventuele overdruk in de zwemblaas kunnen compenseren via slokdarm en mond.

Tabel 4-1 Mogelijk door heigeluid beïnvloede soorten

Soort	Status	Zwemblaas		
		geen	open	gesloten
Aal	beschermd		x	
Fint	beschermd		x	
Zeeprík	beschermd	x		
Houting	beschermd		x	
Spiering	voedsel		x	
Baars	voedsel			x
Blankvoorn	voedsel		x	
Pos	voedsel			x

Van de beschermde vissoorten ondervinden alleen Aal, Fint en Houting mogelijk negatieve effecten van het heigeluid tijdens de aanleg van Windpark Fryslân. De Zeeprík, waarvoor het IJsselmeer als doortrekgebied naar de paaigebieden in rivieren fungeert, is vrijwel ongevoelig voor hoge niveaus van onderwatergeluid. In het onderzoek van Halvorsen e.a. (2012) bleken soorten zonder zwemblaas bij zeer hoge SEL_{CUM} waarden van 216 dB re 1 µPa²s namelijk nog geen schade op te lopen. Dergelijke waarden worden alleen op zeer korte afstand van de heillocatie bereikt (ca. 30 m). De andere drie beschermde soorten Aal, Fint en Houting zijn weliswaar gevoeliger voor onderwatergeluid, maar ook voor deze soorten geldt dat vrijwel kan worden uitgesloten dat zodanige effecten optreden dat dieren zullen sterven. Tot sterfte leidende schade zou hoogstens op zeer korte afstand van de heillocatie kunnen optreden. De kans dat een individu gedurende de 2 tot 3 uur dat het heien van één fundering duurt op dezelfde locatie binnen enkele tientallen meters van de heillocatie verblijft, is verwaarloosbaar. Negatieve effecten van de tijdelijke verhoging van het onderwatergeluid door het heien op de staat van instandhouding van de vier relevante beschermde soorten Aal, Fint, Zeeprík en Houting kunnen dan ook worden uitgesloten.

Spiering, Baars, Blankvoorn en Pos hebben zelf geen separate wettelijke status binnen de natuurwetgeving maar vormen een voedselbron voor visetende vogels. Deze soorten zijn relatief gevoelig voor onderwatergeluid (zie Tabel 4-1) Dit geldt vooral voor Baars en Pos, omdat zij een gesloten zwemblaas hebben die bij zeer hoge geluids(druk)niveaus zou kunnen scheuren. Het is niet geheel uitgesloten dat geluidsniveaus waarbij dit zou kunnen gebeuren bij het heien worden geproduceerd. De kans op het optreden van schade die tot sterfte bij vissen met een gesloten zwemblaas leidt, neemt toe bij SEL_{CUM} waarden van 216 dB re 1 µPa²s en hoger. Eerder is aangegeven dat de kans dat een vis aan een dergelijke hoge geluidsdosis wordt blootgesteld verwaarloosbaar is, aangezien dat alleen kan als het tijdens de hele periode van het heien van een fundering op zeer korte afstand van de heillocatie verblijft (en dus niet wegzwemt). Omdat er niet meer dan één fundering tegelijk zal worden geheid, beslaat de oppervlakte waarbinnen de drempelwaarde van SEL_{CUM} 207 dB re 1 µPa²s voor het optreden van tijdelijke of niet dodelijke effecten op vissen op een bepaald moment wordt overschreden niet meer dan 0,3% van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Het betreft een tijdelijk effect dat alleen optreedt tijdens de relatief korte periode van de aanleg van de funderingen; er vindt geen blijvende aantasting van het habitat plaats.

⁴ Ter illustratie: op een diepte van 3 m dringt geluid met een frequentie lager dan ca. 770 Hz niet meer door. Zoals uit Figuur 2 van Bijlage 2 (memo TNO) is op te maken, zit de meeste energie van het heigeluid bij lagere frequenties.

De conclusie is dat de populaties van deze soorten niet substantieel worden beïnvloed door de heiwerkzaamheden bij de aanleg van het windpark en dat significant negatieve effecten op visetende vogels daarom kunnen worden uitgesloten. Eventuele effecten van onderwatergeluid beslaan namelijk een zeer geringe oppervlakte van het IJsselmeer en treden uitsluitend op in de korte perioden dat daadwerkelijk wordt geheid.

4.3 Beoordeling effecten in relatie tot instandhoudingsdoelstellingen

Bij de beoordeling in het kader van Natura 2000 gaat het om de vraag of het windpark Fryslân negatieve effecten zou kunnen hebben op het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen voor het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd op algemeen niveau en voor het habitatype dat voorkomt in het IJsselmeer. Voor wat betreft het optreden van onderwatergeluid vindt geen beïnvloeding van deze doelen plaats. Daarnaast zijn doelen geformuleerd op het niveau van soorten (paragraaf 4.4 Habitatrictlijn: soorten (bijlage II), ontwerpbesluit IJsselmeer). Relevant in dit kader kunnen vissoorten zijn, alsmede visetende vogelsoorten.

In de vorige paragraaf zijn de mogelijk relevante vissoorten reeds besproken en is geconcludeerd dat geen belangrijke negatieve effecten of verstoringen verwacht worden. Aangezien geen belangrijke effecten te verwachten zijn op de visstand is eveneens uitgesloten dat het onderwatergeluid een belangrijk negatief effect op visetende vogels kan hebben. Significant negatieve effecten alsmede aantasting van instandhoudingsdoelstellingen met betrekking tot soorten ten gevolge van het optreden van onderwatergeluid bij aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark Fryslân zijn derhalve uitgesloten.

5 Conclusies

In deze notitie zijn de mogelijke effecten van onderwatergeluid dat optreedt bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark Fryslân beschreven en geanalyseerd.

Achtereenvolgens zijn aan de orde gekomen:

- De activiteiten en omstandigheden waarbij onderwatergeluid vrijkomt, zoals scheepvaartverkeer, heien van de funderingen (monopiles), het draaien van de turbinerotor en het verwijderen van de funderingen;
- De mogelijke effecten van dit onderwatergeluid, algemeen en specifiek voor het windpark Fryslân, waarbij geconcludeerd is dat alleen het heien van de funderingen tot relevante effecten kan leiden;
- De geluidsniveaus die optreden bij het heien van monopiles en de omvang van het beïnvloede gebied;
- De analyse en beoordeling van de effecten van het onderwatergeluid van heien op relevante soorten (inclusief zeehonden in de Waddenzee) en op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer.

De conclusies van het effectenonderzoek zijn:

- Alleen bij het heien van de monopiles voor de funderingen kunnen geluidsniveaus optreden die tot relevante negatieve effecten op vissen en zeehonden zouden kunnen leiden. Daarbij treden geluidsniveaus op die de drempelwaarde voor het optreden van geringe, niet dodelijke schade bij vissen overschrijden.
- Bij het heien van een turbinefundering wordt deze drempelwaarde in een gebied met een oppervlakte van ten hoogste 0,33% van het IJsselmeer overschreden.
- Effecten op zeehonden die ten noorden van de Afsluitdijk foerageren kunnen worden uitgesloten.
- Uit de inventarisatie van mogelijk beïnvloede vissoorten komt naar voren dat een achttal vissoorten mogelijk relevant is. Voor deze soorten is aan de hand van de uitkomsten van de modelberekeningen van de optredende geluidsniveaus nagegaan of en in welke mate effecten optreden.
- Het heien van de monopiles leidt niet tot het optreden van belangrijke verstoringen of negatieve effecten op de als relevant aangemerkte vissoorten in het IJsselmeer.
- Aangezien geen negatieve populatie-effecten optreden op vissen is het eveneens uitgesloten dat visetende vogels een negatief effect ondervinden.
- Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden IJsselmeer en Waddenzee zijn, gezien het bovenstaande uitgesloten zowel voor wat betreft de algemene doelstellingen als voor de doelstellingen ten aanzien van habitattypen en soorten.

- Arveson, P.T. & D.J. Vendittis, 2000. Radiated noise characteristics of a modern cargo ship. *J. Acoust. Soc. Am.* 107: 118-129.
- Chapman, C.J. & A.D. Hawkins, 1973. A field study of hearing in the Cod *Gadus morhua* L. *Journal of comparative physiology*, 85: 147-167.
- Chapman, C.J. & O. Sand, 1974. Field studies of hearing in two species of flatfish *Pleuronectes platessa* L. and *Limanda limanda* L. (family *Pleuronectidae*). *Comp. Biochem. Physiol.* 47A: 371-385.
- De Jong, C., M. Ainslie, J. Dreschler, E. Jansen, E. Heemskerk & W. Groen, 2010. Underwater noise of Trailing Suction Hopper Dredgers at Maasvlakte 2: Analysis of source levels and Background noise. Commissioned by Port of Rotterdam. TNO report TNO-DV 2010 C335.
- De Jong, C.A.F & M.A. Ainslie, 2012. Underwater sound due to piling activities for Prinses Amaliawindpark. Update of the TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388. TNO report 2012 R10081.
- Debusschere, E, B. De Coensel, A. Bajek, D. Botteldooren, K. Hostens, J. Vanaverbeke, S. Vandendriessche, K. Van Ginderdeuren, M. Vincx, S. Degraer, 2014. *In Situ* Mortality Experiments with Juvenile Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) in Relation to Impulsive Sound Levels Caused by Pile Driving of Windmill Foundations. *PLOS ONE*, October 2014, Volume 9, Issue 10, e109280.
- Dreschler, J., M.A. Ainslie & W.H.M. de Groen, 2009. Measurements of underwater background noise Maasvlakte 2. Commissioned by Port of Rotterdam. TNO report TNO-DV 2009 C212.
- Enger, P., 1967. Hearing in herring. *Comp. Biochem. Physiol.* 22: 527-538.
- Halvorsen, M.B., B.M. Casper, F. Matthews, T.J. Carlson & A.N. Popper, 2012b. Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proc. R. Soc. B* doi:10.1098/
- Hastings, M.C. & A.N. Popper, 2005. Effects of sound in fish. Commissioned by: California Department of Transportation Contract No. 43A0139, Task Order 1.
- Hawkins, A.D. & Johnstone, A.D.F. (1978). The hearing of the Atlantic salmon, *Salmo salar*. *J. Fish. Biol.*, 13:655-673.
- Heinis, F., C. De Jong, M. Ainslie, W. Borst & T. Vellinga, 2013. Monitoring programma for Maasvlakte 2, Part III – The effects of underwater sound. *Terra et Aqua* 132: 21 – 32.
- Kastelein, R.A., W.C. Verboom, J.M. Terhune, N. Jennings & A. Scholik, 2008. Towards a generic evaluation method for wind turbine park permis requests: assessing the effects of construction, operation and decommissioning noise on marine mammals in the Dutch North Sea. SEAMARCO report no. 1-2008. Commissioned by Deltares.
- Oestman, R., D. Buehler, J.A. Reyff & R. Rodkin, 2009. Technical Guidance for Assessment and Mitigation of the Hydroacoustic Effects of Pile Driving on Fish. Prepared for California Department of Transportation. http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/files/Guidance_Manual_2_09.pdf (last accessed 11 October 2011).
- Pondera Consult & HWE, 2009. Offshore windturbinepark Noordoostpolder en mogelijke effecten van onderwatergeluid, 24 september 2009.
- Richardson, W.J., C.R. Greene Jr., C.I. Malme & D.H. Thomson, 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press. San Diego.
- Thomsen, F., K. Lüdemann, R. Kafemann & W. Piper, 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.
- Van Hal, R., B. Couperus, S. Fassler, S. Gastauer, B. Griffioen, N. Hintzen, L. Teal, O. van Keeken & E. Winter, 2012. Monitoring- and Evaluation Program Near Shore Wind farm (MEP-NSW). Fish community. Commissioned by Noordzeewind. IMARES Report C059/12.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Effecten van onderwatergeluid door draaiende windturbines

In de exploitatiefase ontstaat geluid ten gevolge van de draaiende rotor; dit geluid straalt via de turbinevoet onderwater uit. Dit is een andere geluidsbron dan in de huidige situatie aan de orde is met scheepvaart en dergelijke (hoewel de aard van het geluid - draaiende mechanische delen - niet anders is dan dat van scheepvaart).

Het inzicht in de mogelijke omvang van de onderwatergeluidemissies neemt snel toe naarmate meer ervaring met windturbineparken in het mariene milieu wordt opgedaan (met de daarbij behorende monitoringsprogramma's). De beschikbare metingen van het door het gebruik van windturbines veroorzaakte geluid onder water hebben overwegend betrekking op windturbines met een relatief gering vermogen (< 2,3 MW). Het betreft metingen aan offshore windparken in Deense en Zweedse wateren (Lindell, 2003; ISD, 2007). Uit de resultaten van de diverse uitgevoerde geluidsmetingen is af te leiden dat door draaiende offshore windturbines de geluidsdruk onder water overwegend in de lagere frequenties tot ongeveer 800 Hz toeneemt (Degn, 2000; Lindell, 2003; ISD, 2007). Bij hogere frequenties is het achtergrondgeluid bepalend voor het totale geluidsdrukniveau. De door de draaiende turbines veroorzaakte laagfrequente trillingen hangen samen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor, de mechanische draaiende delen in de gondel, de eigen trilling van de mast en golven die tegen de mast slaan. Er worden in de mast ook geluiden met hogere frequenties geproduceerd, maar die dringen slechts gedeeltelijk door onder het wateroppervlak en doven vervolgens relatief snel uit als gevolg van absorptie en verstrooiing (o.a. Richardson *et al*, 1995). Van alle mogelijke vormen van geluidsoverdracht zijn het vooral de in de gondel optredende trillingen die via de mast naar het water afstralen die verantwoordelijk zijn voor de toename van de geluidsdruk onder water (o.a. Lindell, 2003).

Bij de voorspellingen van effecten van het door de draaiende windturbines veroorzaakte geluid op vissen worden de volgende fysische en biologische uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de bepaling van de bronsterkte is gebruik gemaakt van referentiegetallen voor windturbines van 2 en 2,3 MW op stalen monopiles (Horns Rev en Paludans Flak), zoals weergegeven in ISD (2007). Het is niet bekend in hoeverre draaiende windturbines met een hoger vermogen (bijvoorbeeld 5 á 6 MW) ook tot grotere geluidsdrukniveaus onderwater zullen leiden. Uit een vergelijking van metingen aan de trillingen in palen van 550 kW en 2 MW kan worden afgeleid dat een toename is te verwachten bij frequenties lager dan ongeveer 125 Hz (figuur 7 in Degn, 2000). Aan de andere kant is het zo dat de tandwielfrequenties in grotere turbines lager zijn, als gevolg waarvan de geluidsoverdracht minder efficiënt verloopt (Betke *et al*, 2004). Om, ondanks de hiervoor geconstateerde leemte in kennis, toch een inschatting van de effecten te kunnen maken van draaiende windturbines met hogere vermogens is hier (worst-case) aangenomen dat het onderwatergeluid door draaiende turbines van 6 MW (dit is een groter vermogen dan waaraan in het voorkeursalternatief voor windpark IJsselmeer gedacht wordt, dit leidt derhalve tot een worst case benadering) ten opzichte van dat van gemeten waarden van 2 MW en 2,3 MW turbines evenredig toeneemt met het vermogen⁵. Verder is aangenomen dat de geluidsspectra vergelijkbaar zijn met die van windturbines met lagere vermogens;
- Geluid dat zich onder water voortplant, dooft op den duur uit. De afstand waarover geluid zich kan voortplanten hangt o.a. af van de frequentie van het geluid, de waterdiepte en de eigenschappen van de bodem. Hoe het geluid op de locatie van het windturbinepark zal uitdoven, is niet bekend. Beschikbare meetgegevens hebben betrekking op de resultaten van metingen op een enkele afstand (ISD, 2007), zijn te weinig representatief voor windparken in het IJsselmeer of geven geen goed beeld van maximale geluidsniveaus omdat de metingen bij relatief lage windsnelheden zijn uitgevoerd (Nedwell *et al*, 2007). Effecten op vissen zijn daarom alleen gekwantificeerd voor een afstand van 100 m van maximaal belaste windturbines, omdat hiervoor betrouwbare meetgegevens beschikbaar zijn. Voor effecten dichterbij en verder weg van de turbines zijn kwalitatieve inschattingen gemaakt.
- Voor het bepalen van effecten op vissen zijn de in ISD (2007) weergegeven gegevens van het offshore windpark Paludans Flak gebruikt. Hiervoor zijn de gemeten geluidsspectra bewerkt tot zogenaamde gewogen geluidsspectra, wat betekent dat de spectra zijn gecorrigeerd voor het gehoorfilter van vissen. Hierbij is uitgegaan van beschikbare audiogrammen. Voor de '0-waarde' is uitgegaan van de gehoordrempel bij de frequentie van de hoogste gevoeligheid.

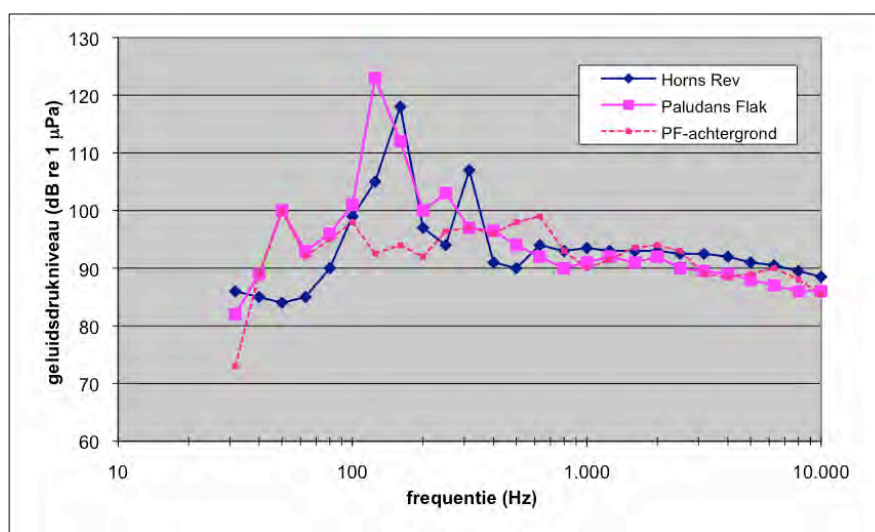
⁵ De relatieve toename wordt berekend door het nemen van de logaritme van het verhoudingsgetal en deze te vermenigvuldigen met 10 (vanwege de logaritmische schaal van de eenheid voor geluid). De relatieve toename van een 6 MW t.o.v. een 2 MW turbine is dus: $10 \cdot \log(6/2) = 4,8$ dB

In ISD (2007) worden de geluidsniveaus gegeven voor windturbines van verschillend vermogen en op verschillende locaties voor de Deense en Zweedse kust. Voor alle windparken betreft het resultaten van metingen bij verschillende windsterkten (en dus door de turbine geleverde vermogens) op een afstand van ongeveer 100 m van de turbine. In Tabel 1 zijn beschrijvingen van de meetomstandigheden en enkele kenmerken van de gemeten geluidsspectra in twee windparken opgenomen.

Tabel 1 Karakteristieken van onderwatergeluid in de bedrijfsfase van twee windparken (naar ISD, 2007)

Windpark	Horns Rev	Paludans Flak
Type windturbine	Vestas V80, 2 MW	Bonus, 2,3 MW
Fundering	monopile	monopile
Waterdiepte (m)	7-8	12
Aantal gemeten spectra	5	5
Gemeten range in belasting van windturbine (%)	11-100	0-100
Max. gemeten geluidsdruk niveau op 100 m (dB re 1 μ Pa per tertsband)	118	122
(Tertsband) frequentie met max. geluidsniveau (Hz)	160	125
Geschat maximaal bronniveau op 1 m (dB re 1 μ Pa) ⁶	147 \pm 5	153 \pm 5

De resultaten van de metingen waarin per windpark het maximale geluidsdruk niveau is waargenomen, zijn weergegeven in Figuur 1. In de figuur zijn voor een van de windparken ook de resultaten van metingen van het achtergrondgeluid zonder draaiende windturbines gegeven. In de figuur is te zien dat voor beide windparken geldt dat op 100 m afstand van de turbine de toename van het onderwatergeluid bij relatief lage frequenties plaatsvindt. De gemeten geluidsdruk niveaus liggen bovendien in dezelfde orde van grootte. Vergelijking van de geluidsdruk niveaus met en zonder draaiende windturbines laat voor Paludans Flak zien dat de draaiende windturbines alleen bijdragen aan het geluid in frequenties lager dan circa 200 Hz. Voor het windturbinepark Horns Rev is dit ca. 400 Hz (niet in de figuur weergegeven, zie ISD, 2007).



Figuur 1 In twee windparken gemeten, in tertsbanden weergegeven geluidsspectra; metingen op ca. 100 m van de windturbine (naar ISD, 2007); zie ook Figuur 1; de gestippelde curve (PF-achtergrond) geeft het spectrum in Paludans Flak weer bij een windsnelheid van minder dan 2 m/s terwijl alle windturbines zijn uitgeschakeld.

Effecten op vissen

⁶ Voor afstanden van 3 tot ongeveer 10 maal de gemiddelde waterdiepte vanaf de bron kan voor een zandbodem en laagfrequent geluid (boven de cut-off frequentie) met een onzekerheid van ± 5 dB uitgegaan worden van (Marsh & Schulkin, 1962):

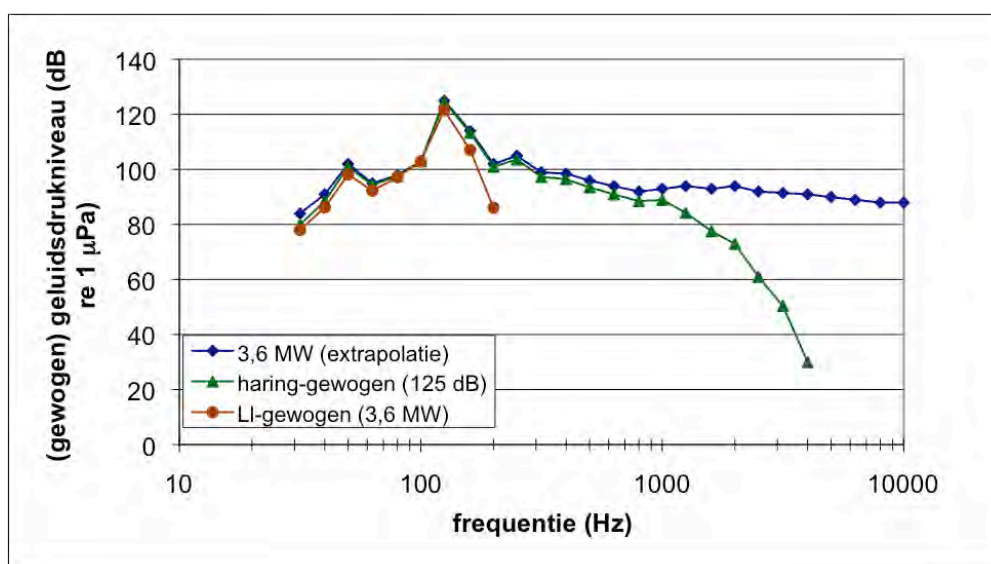
$$PL = 10 * \log(H) + 10 * \log(r),$$

waarbij PL = propagatieverlies (dB re 1 m²), H = waterdiepte (m) en r = afstand (m). Deze relatie is gebruikt om het bronniveau voor de parken Paludans Flak en Horns Rev te schatten (laatste regel in Bijlagetabel 1).

De gevoeligheid van vissen is het grootst bij relatief lage frequenties van 30 Hz tot ongeveer 1 kHz. Dit betekent dat de meeste vissen de geluiden die door draaiende windturbines worden gegenereerd relatief goed kunnen horen. In Figuur 2 is de gevoeligheid van haring (gehoorspecialist) en schar (gehoorgeneralist) voor het geluid van draaiende, maximaal belaste grote windturbines (6 MW) weergegeven (gegevens voor typische IJsselmeer vissoorten zijn niet voorhanden maar er is geen aanleiding te veronderstellen dat deze een wezenlijk ander beeld te zien zullen geven dan de hier geanalyseerde vissoorten).

Uit de figuur is af te leiden dat de maximale gevoeligheid van deze twee voorbeeldsoorten in hetzelfde frequentiebereik ligt als het van de windturbines afkomstige geluid. De soorten verschillen in het frequentiebereik van hun gehoor (haring heeft een groter bereik) en de hoogte van de gehoordrempel, die bij schar hoger ligt.

Voor een inschatting van het effect van draaiende windturbines op vissen is het ongewogen⁷ spectrum tussen de (tertsband)frequenties van 31,5 en 10.000 Hz gesommeerd en vergeleken met de door Kastelein *et al.* (2008) afgeleide waarden voor een theoretische vissoort. Op 100 m van een maximaal belaste turbine ligt het breedbandgeluidsniveau boven het geluidsniveau waarbij volgens Kastelein *et al.* (2008) een schrikreactie optreedt (dit ligt volgens hen op 120 dB). Het ligt echter ver onder het niveau waarbij tijdelijke gehoorschade optreedt. Dit betekent dat relatief goed horende vissen als de Haring het geluid van de turbine op deze afstand zeker zullen horen, maar geen (tijdelijke) gehoorschade of andere negatieve fysieke effecten ondervinden.



Figuur 2 Op metingen in het windturbinepark Paludans Flak gebaseerde ongewogen en audiogram gewogen geluidsdruk niveaus in tertsbanden op 100 m van de windturbine; Ch = Haring (*Clupea harengus*); LI = schar (*Limanda limanda*)

De gehoorsafstand zegt echter nog niets over een eventuele gedragsrespons bij vissen. Wahlberg & Westenberg (2005) schatten dat vissen pas op een afstand van 4 m van draaiende windturbines worden afgeschrikt. Dit zou betekenen dat een relatief zeer gering deel van het windturbinepark door vissen zal worden gemeden. Daarnaast is in de Bio-wind studie gevonden dat sommige vissoorten juist worden aangetrokken door de beschikbaarheid van prooi op en rondom de funderingen van de windturbines (Judd *et al.*, 2003). Het door de betreffende windturbines geproduceerde geluid wordt dus blijkbaar niet als hinderlijk ervaren. Uit de resultaten van monitoring in de Deense windturbineparken Horns Rev en Nysted zijn geen verschillen gebleken tussen de samenstelling van de visgemeenschappen binnen en buiten de windturbineparken. Dit zou betekenen dat de in deze wateren voorkomende vissoorten de windturbineparken blijkbaar niet mijden (DONG Energy, 2006). Tot de aangetroffen soorten behoorde ook de relatief gevoelige Haring. Hierbij kan nog opgemerkt worden dat vissen ter plaatse van de kust van de Noordoostpolder gewend zijn aan het voortdurend voorkomen van hoge geluidsniveaus door de intensieve scheepvaart in het gebied.

⁷ Voor de Haring, de gevoeligste soort waarvan gegevens beschikbaar zijn, maakt het niet uit omdat bij deze soort over de hele breedte van het windturbinegeluid het gehoor op zijn gevoeligst is. Kastelein *et al.* (2008) geven uitsluitend ongewogen geluidsniveaus.

Uit de bovenstaande analyse kan afgeleid worden dat geen negatieve effecten te verwachten zijn van het onderwatergeluid van de draaiende turbines op vissen.

**Bijlage 2 Memo TNO – Berekeningen onderwatergeluid voor heiwerkzaamheden Offshore
Windpark Fryslân**

Notitie

Aan

PONDERA CONSULT BV (Martijn ten Klooster & Florentine van der Wind)

Van

Christ de Jong & Bas Binnerts

Onderwerp

Berekeningen onderwatergeluid voor heiwerkzaamheden Offshore Windpark Fryslan (projectnr. 052.04254)

Technical Sciences

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

F +31 70 328 09 61

infodesk@tno.nl

Datum

November 2013

Onze referentie

DHW-TS-2014-0100105710

E-mail

christ.dejong@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 80 34

Doorkiesfax

+31 88 866 65 75

1 Inleiding

Pondera Consult BV heeft TNO gevraagd om te assisteren bij de milieueffectrapportage op het gebied van onderwatergeluid voor het voorgenomen Windpark Fryslân, in het Friese deel van het IJsselmeer nabij de Afsluitdijk. Het betreft een berekening van de te verwachten onderwatergeluidbelasting rond het park tijdens de heiwerkzaamheden voor de windturbinefundaties in verband met de mogelijke effecten daarvan op vissen in het IJsselmeer.

Dit memorandum beschrijft de aanpak en geeft de resultaten van de berekeningen in de vorm van onderwatergeluidkaarten, waarin de totale geluidbelasting gedurende het heien voor één paal is weergegeven. De berekende geluidbelasting wordt vergeleken met een op dit moment beschikbare grenswaarde waarboven het geluidniveau effect zou kunnen hebben op vissen.

Bij het beoordelen van de berekende effectafstanden dient rekening gehouden te worden met de vele onzekerheden in berekeningen en grenswaarden. De berekeningsresultaten geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot fysiologische effecten bij vissen.

De berekeningen zijn beperkt tot het onderwatergeluid in het IJsselmeer. Met het AQUARIUS model kan de overdracht van geluid door de afsluitdijk heen naar de Waddenzee niet berekend worden. Uit de berekeningsresultaten voor het onderwatergeluid in het IJsselmeer (§9) in combinatie met de verwachting dat de geluidafname in het dijklichaam aanzienlijk groter zal zijn dan in het water kan worden geconcludeerd dat het onderwatergeluid in de Waddenzee ten gevolge van het heien voor Windpark Fryslân niet tot fysiologische effecten bij vissen zal leiden.

2 Inhoud

3	AQUARIUS	2
4	Windpark Fryslân: omgevingsparameters	3
5	Bronsterkte van het heigeluid.....	4
6	Heiscenarios	5
7	Drempelwaarden voor effecten op vissen	5
8	Berekeningen.....	6
9	Onderwatergeluidkaarten.....	6
10	Onzekerheden	8
11	Conclusie	8
12	Referenties.....	8
A.	Geluidverspreidingskaarten voor de meest zuidelijke heipaal	10
B.	Geluidverspreidingskaarten voor de meest noordelijke heipaal	12
C.	Geluidverspreidingskaarten voor de meest oostelijke heipaal.....	14

Datum

November 2013

Onze referentie

DHW-TS-2014-0100105710

Blad

2/15

3 AQUARIUS

De onderwatergeluidkaarten zijn gemaakt met behulp van de huidige versie van het TNO rekenmodel AQUARIUS, dat is gebaseerd op de benaderingsmethode die is beschreven in [Weston 1971, 1976]. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van gegevens over de geluidbron, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte.

De 'Ad-hoc European working group on Terminology for Underwater Sound' [AETUS 2011] kwam in 2011 tot de conclusie dat het waarschijnlijk niet mogelijk is om een bruikbare definitie van een akoestische bronniveau ('Source Level') van offshore heiwerkzaamheden te formuleren. De modellering van de onderwatergeluidverspreiding bij offshore heiwerkzaamheden is nog in ontwikkeling. Het onlangs door TNO ontwikkelde hybride model [Zampolli 2013] waarmee het heigeluid wordt berekend uit gedetailleerde gegevens van heipaal, heihamer en omgeving is nog niet gereed en behoeft nog nadere validatie.

Om toch een schatting van de geluidverspreiding te kunnen geven nemen we hier voorlopig aan dat we het Aquarius-model kunnen gebruiken om het geluidveld vanuit de bestaande meetdata op afstand van de paal te extrapoleren naar grotere afstanden. Hoewel het Aquarius-model nog niet experimenteel gevalideerd is voor de geluidverspreiding van heigeluid over afstanden groter dan ca. 5,6 km (de maximale meetafstand in [de Jong & Ainslie 2012]), levert dit model naar verwachting een realistischer schatting van de geluidverspreiding dan modellen die geen rekening houden met de frequentie van het geluid, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte.

4 Windpark Fryslân: omgevingsparameters

De via Pondera Consult aangeleverde gegevens over de bathymetrie (waterdiepte) van het IJsselmeer en de geplande locaties van de turbines zijn weergegeven in Figuur 1.

Uit de aangeleverde gegevens over het sediment (ter plaatse van het park) blijkt dat de bovenste laag van ca. 5 m uit klei bestaat met daaronder zand. In de huidige implementatie van AQUARIUS wordt geen rekening gehouden met gelaagdheid van het sediment. Daarom is de volgende aanpak gehanteerd: Bij lagere frequenties kan de kleilaag min of meer transparant zijn voor het geluid. Om dat in rekening te brengen zijn 'worst case' berekeningen uitgevoerd waarbij de kleilaag door water is vervangen (in het model de bodemdiepte voor het hele IJsselmeer met 5 m vergroot). Daarnaast zijn ook berekeningen uitgevoerd waarbij de kleilaag door zand is vervangen, om inzicht te krijgen in de invloed van de bodemparameters op de berekeningsresultaten.

De bij de geluidberekeningen toegepaste parameters zijn samengevat in Tabel 1.

Datum

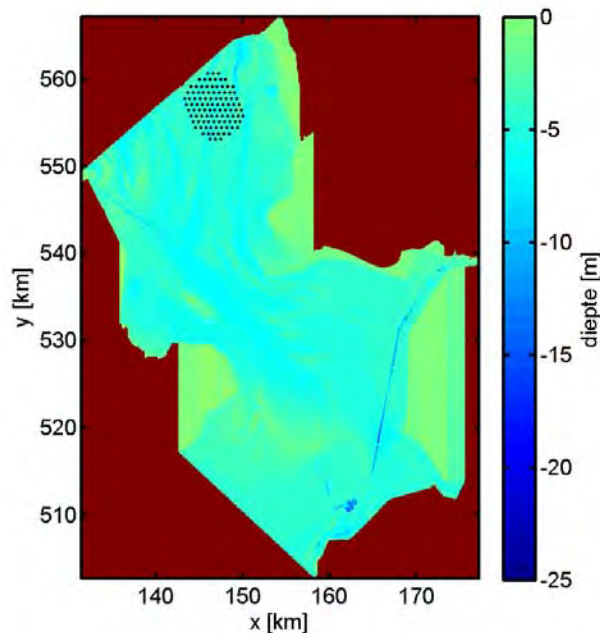
November 2013

Onze referentie

DHW-TS-2014-0100105710

Blad

3/15



Figuur 1 Bathymetrie van het IJsselmeer, met de geplande locaties van de turbines voor Windpark Fryslân aangegeven als zwarte stippen.

Datum

November 2013

Onze referentie

DHW-TS-2014-0100105710

Blad

4/15

Bodem type [Ainslie 2010]	'medium sand'
Bodem geluidsnelheid	1785 m/s
Bodem dichtheid	2086 kg/m ³
Bodem absorptie	0,88 dB/golflengte
Water geluidsnelheid	1490 m/s
Water dichtheid	1000 kg/m ³
Water absorptie	Formule uit [Thorp 1967]
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s c.q. 5,6 m/s

Tabel 1 omgevingsparameters voor de propagatieberekeningen

Wind boven zee verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt. Daardoor neemt het propagatieverlies toe bij toenemende windsnelheid. Dat effect is vooral merkbaar bij windsnelheden (op 10 m boven het wateroppervlak) groter dan 3 tot 4 m/s. Bij de berekening van de geluidverspreiding wordt daarom uitgegaan van twee windsnelheden:

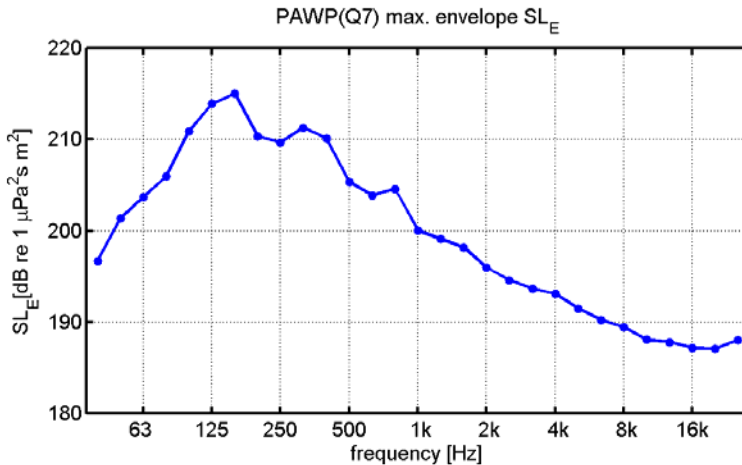
- i. 0 m/s, als 'worst case';
- ii. De verwachte gemiddelde windsnelheid in de de beoogde hei-maanden, op de beoogde planlocatie. Voor Windpark Fryslân is deze gelijk aan 5,6 m/s.

5 Bronsterkte van het heigeluid

Bi het bepalen van de mogelijke onderwatergeluidbelasting bij het heien voor Windpark Fryslân is uitgegaan van een door Pondera Consult aangeleverde 'worst case' configuratie:

- Heipaaldiameter 7.00 m
- Hamerenergie (per klap) 2000 kJ
- 2000 klappen, 32 m diepte, duur 2-3 uur.

We gaan er van uit dat het heigeluid zoals gemeten bij het Prinses Amaliawindpark (Q7) [de Jong & Ainslie 2012] als uitgangspunt gebruikt kan worden voor een schatting van de bij het heien opgewekte onderwatergeluidenergie. Met behulp van het Aquarius model is in [Ainslie et al 2012] een schatting gemaakt van het propagatieverlies PL van het geluid van een puntbron, midden in de waterkolom op de heilocatie, naar de verschillende meetlocaties voor Q7 (21 m waterdiepte, 'medium sand' sediment, 4,5 m/s wind op 10 m hoogte). Door het berekende propagatieverlies (PL) bij de gemeten geluidbelasting (SEL) op te tellen is een schatting gemaakt van de spectra van een energiebronsterkte $SL_E = SEL + PL$ [TNO 2012] per heiklap voor de verschillende meetpunten. De maximale 'envelope' van deze schattingen (Figuur 1) wordt hier gebruikt als input voor de Aquarius berekening van de geluidverspreiding bij het heien voor Windpark Fryslân. De over de frequentiebanden gesommeerde SL_E per heiklap is 221 dB re 1 $\mu Pa^2 s m^2$. De laagste schattingen van de SL_E uit de diverse meetpunten bij Q7 is 215 dB re 1 $\mu Pa^2 s m^2$.



Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
5/15

Figuur 2 Geschatte bovengrens voor het energie bronniveau spectrum (1/3-octaf) voor het heigeluid, gebaseerd op de meetresultaten van Q7 (zie de tekst).

Aannemend dat een vast percentage van de klapenergie wordt omgezet in geluidenergie, zou het energiebronniveau bij een veronderstelde klapenergie van 2000kJ, 4 dB hoger¹ zijn dan het Q7 bronniveau. Bij gebrek aan meetgegevens nemen we voorsnog aan dat de spectrale verdeling niet verandert.

6 Heiscenarios

Voor de berekening van de cumulatieve blootstelling gaan we uit van een scenario van 2000 gelijke heiklappen. We beperken ons in deze studie tot fysiologische effecten op vissen zonder rekening te houden met gedragsbeïnvloeding (zie §7), waarbij we veronderstellen dat de cumulatieve onderwatergeluidblootstelling voor stationaire vissen everedig is met de totale energie die nodig is om een funderingspaal de grond in te krijgen. Deze energie is grotendeels onafhankelijk van de verdeling van de heienergie over de klappen, zodat een eventuele 'soft start' de berekende cumulatieve blootstelling niet zal veranderen.

7 Drempelwaarden voor effecten op vissen

De berekening van de geluidverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel vissen effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Dat aantal hangt samen met het voorkomen van dieren binnen een afstand tot de heipaal waarbinnen het blootstellingsniveau een drempelwaarde overschrijdt waarbij die effecten mogelijk optreden. In dit memorandum rapporteren we het berekende blootstellingsniveau (een over alle heiklappen opgetelde cumulatief Sound Exposure Level (SEL_{cum})) en vergelijken dat met de in [Halvorsen et al 2012] voorgestelde drempelwaarde SEL_{cum} = 207 dB re 1 µPa²s, waarboven fysiologische effecten in verschillende vissoorten zijn waargenomen.

¹ E.g. Een toename van de energie met een factor 2000/800 komt overeen met een toename van het energieniveau met $10\log_{10}(2000/800) \approx 4$ dB.

Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
6/15

Gedragbeïnvloeding

Dieren kunnen op allerlei manieren reageren op onderwatergeluid en die reactie zal niet alleen afhangen van de karakteristieken van het geluid, maar ook van de omstandigheden (de 'context') waarin het waargenomen wordt. Niet alle reacties zijn ecologisch relevant. Het is dan ook vrijwel ondoenlijk om absolute criteria vast te stellen die aangeven of de blootstelling aan onderwatergeluid tot ecologische risico's leidt. Vanwege het ontbreken van bruikbare informatie over gedragbeïnvloeding van vissen door geluid is het zwemgedrag niet in rekening gebracht bij de berekening van de cumulatieve blootstelling aan geluid.

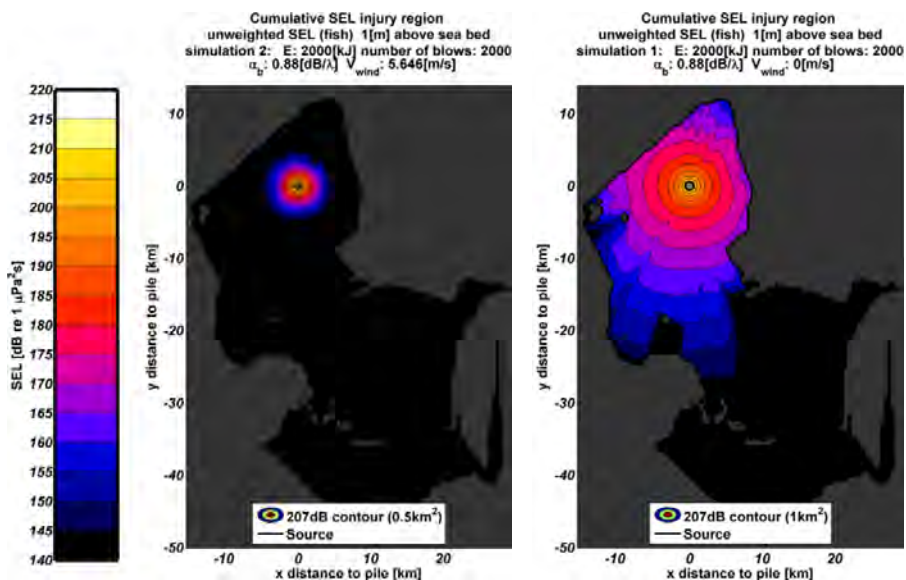
8 Berekeningen

Er zijn 12 scenario's doorgerekend voor het bepalen van de effectafstanden van het onderwatergeluid bij het heien voor de windturbinefundaties voor het Windpark Fryslân:

- Voor 3 heilocaties, voor de meest noordelijke, zuidelijke en oostelijke turbines.
- Voor 2 windsnelheden (0 m/s en 5,6 m/s)
- Voor 2 bodemdieptes (de bovenste laag van 5 m van het sediment gemodelleerd als zand of water)

9 Onderwatergeluidkaarten

Figuren 3 en 4 tonen voorbeelden van de berekende cumulatieve geluidbelasting (SEL_{cum}) zoals die door statische dieren op 1 m van de bodem ontvangen wordt gedurende het heien voor de meest zuidelijke windturbinefundatie in Windpark Fryslân. De figuren tonen de resultaten voor vier berekeningen met verschillende invoergegevens voor de omgeving: met en zonder wind en voor de twee uiterste benaderingen voor de modellering van de kleilaag aan de bodem (zie §4). De geluidkaarten voor de overige rekenscenario's zijn verzameld in Appendix A tot C.



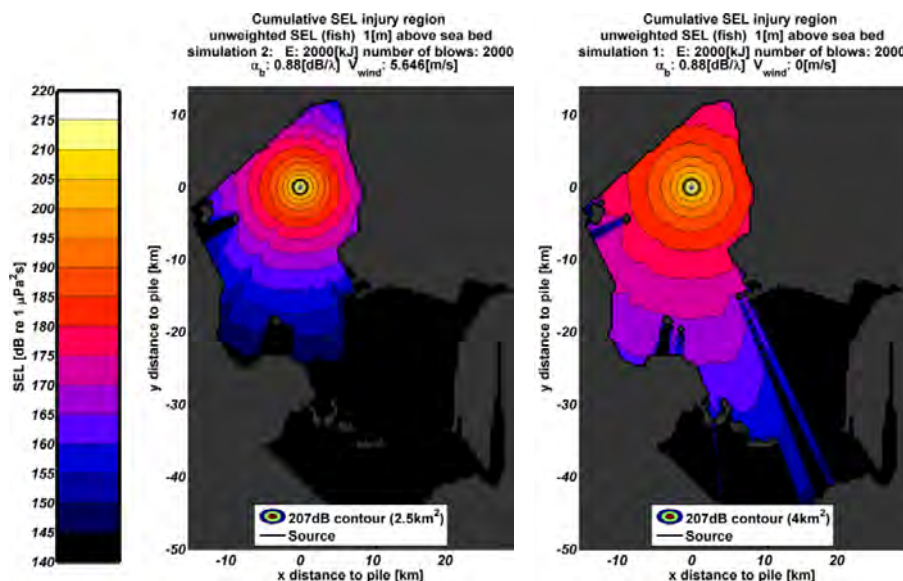
Figuur 3 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest zuidelijke turbine van Windpark

Fryslân, uitgaande van een zandbodem (5 m kleilaag vervangen door zand), met (links) en zonder (rechts) verstoring van het wateroppervlak door wind. De legenda geeft het berekende oppervlakte binnen de 207 dB contourlijn ($\pm 0.25 \text{ km}^2$).

Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
7/15



Figuur 4 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest zuidelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een 5 m diepere zandbodem (5 m kleilaag vervangen door water), met (links) en zonder (rechts) verstoring van het wateroppervlak door wind. De legenda geeft het berekende oppervlakte binnen de 207 dB contourlijn ($\pm 0.25 \text{ km}^2$).

Voor elk van de berekeningen is het oppervlakte bepaald binnen de contour voor de drempelwaarde $SEL_{cum} = 207 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ (zie §7). Vanwege de ruimtelijke resolutie van de AQUARIUS berekening is de nauwkeurigheid van de oppervlakte schatting ongeveer $\pm 0.25 \text{ km}^2$. Tabel 2 geeft een overzicht van de berekende effectoppervlakten voor de 12 scenario's beschreven in §8.

SCENARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Locatie (Zuid/Noord/Oost)	Z	Z	Z	Z	N	N	N	N	O	O	O	O
Kleilaag vervangen door Zand (Z) of Water (W)	Z	Z	W	W	Z	Z	W	W	Z	Z	W	W
windsnelheid (m/s)	5,6	0	5,6	0	5,6	0	5,6	0	5,6	0	5,6	0
RESULTATEN:												
Effectoppervlak 1 m boven zeebodem (km^2)	0,5	1	2,5	4	0,5	1,5	2,75	3,75	1	1	3,25	3,5
Effectoppervlak 1 m onder zeeoppervlak (km^2)	0,2	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	1

Tabel 2: Berekende effectoppervlakte ($\pm 0.25 \text{ km}^2$) voor de 12 scenario's

Alleen in het meest extreme geval (de meest noordelijke paal, kleilaag vervangen door water en 1 m van de bodem) raakt de $SEL_{cum} = 207 \text{ dB}$ contour de afsluitdijk.

Daarom kunnen we een eventuele geluidoverdracht door de afsluitdijk heen naar de Waddenzee buiten beschouwing laten in relatie tot het mogelijke effect op vissen.

Datum

November 2013

Onze referentie

DHW-TS-2014-0100105710

Blad

8/15

10 Onzekerheden

Er diverse bronnen van onzekerheid in de berekeningsresultaten:

- Bij de modellering van de heipaal als onderwatergeluidbron kon nog geen gebruik gemaakt worden van de geavanceerdere modellen die bij TNO in ontwikkeling zijn.
- De gehanteerde bronsterkte van het heigeluid is geschaald ten opzichte van een bovengrens van de meetresultaten voor het PAWP(Q7) park. De ondergrens van die meetgegevens ligt ca. 6 dB lager.
- Het toegepaste geluidverspreidingsmodel AQUARIUS is nog niet experimenteel gevalideerd voor propagatie over afstanden groter dan 5,6 km.
- De huidige versie van AQUARIUS is niet geschikt voor berekeningen met een gelaagde bodem. Berekeningsresultaten voor twee verschillende benaderingen van de kleilaag op de IJsselmeerbodem laten een aanzienlijk verschil zien. Een betere beschrijving van de invloed van de gelaagde bodem op de geluidoverdracht is wellicht mogelijk maar niet binnen de scope van de huidige studie.

11 Conclusie

Dit memo geeft de resultaten van een berekening van de verspreiding van onderwatergeluid tijdens het heien voor Windpark Fryslân, en een schatting van het oppervlak waarbinnen dat geluid mogelijk effect kan hebben op vissen.

Bij het beoordelen van de berekende effectoppervlakten dient rekening gehouden te worden met de onzekerheden in berekeningen en grenswaarden. De berekeningsresultaten geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot fysiologische effecten.

12 Referenties

AETUS (2011) Ad hoc European working group on Terminology for Underwater Sound (AETUS), report TNO-DV 2011 C235 'Standard for measurement and monitoring of underwater noise, Part I: physical quantities and their units'. Available from http://www.noordzeeloket.nl/ihtm/themas/Shortlist_Ecologische_Monitoring_Wind_op_Zee/Geluidsonderzoek/

Ainslie (2010) Principles of Sonar Performance Modeling. Springer-Praxis

Ainslie et al (2012) 'What is the source level of pile-driving noise in water?' In The Effects of Noise on Aquatic Life, edited by Popper & Hawkins (Springer), pp 445-448.

de Jong & Ainslie (2012) report TNO 2012 R10081 'Analysis of the underwater sound during piling activities for the Off-shore Wind Park Q7' (update of TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388)

Halvorsen MB, Casper BM, Matthews F, Carlson TJ and Popper AN (2012) Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proc. R. Soc. B* 2012 **279**. doi: 10.1098/rspb.2012.1544

Thorp W (1967) 'Analytic description of the low-frequency attenuation coefficient', *J. Acoust. Soc. Am.* 42(1), 270

Weston (1971) 'Intensity-range relations in oceanographic acoustics', *Journal of Sound and Vibration* 18(2), pp 271-287

Weston (1976) 'Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', *Journal of Sound and Vibration* 47(4), pp 473-483

Zampolli et al (2013) 'Validation of finite element computations for the quantitative prediction of underwater noise from impact pile driving', accepted for the *Journal of the Acoustical Society of America* (in press)

Datum

November 2013

Onze referentie

DHW-TS-2014-0100105710

Blad

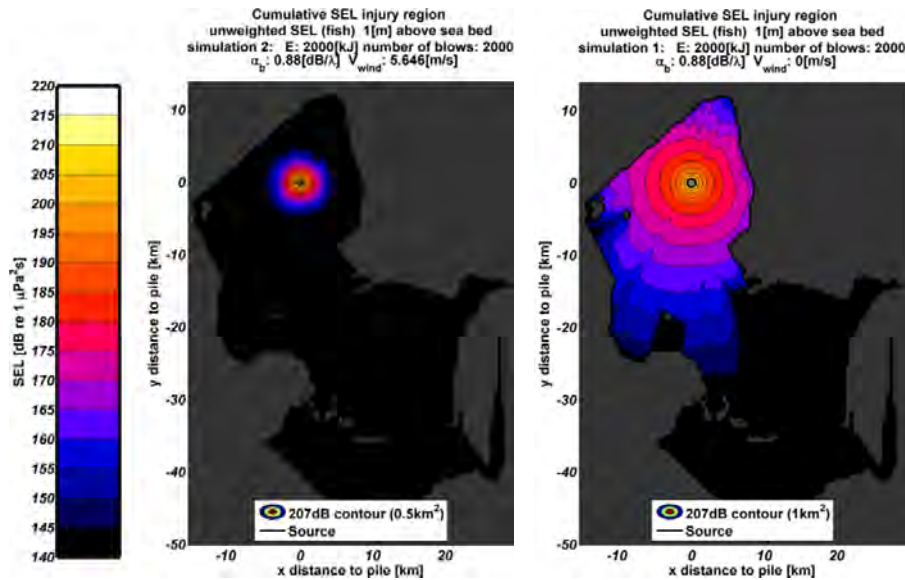
9/15

A. Geluidverspreidingskaarten voor de meest zuidelijke heipaal

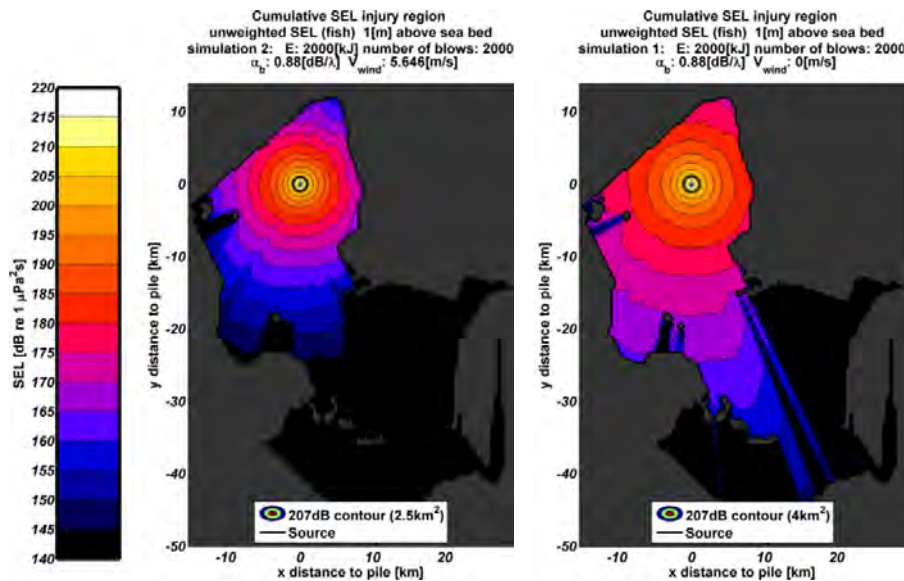
Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
10/15



Figuur A.1 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest zuidelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een zandbodem (5 m kleilaag vervangen door zand), met (links) en zonder (rechts) versterking van het wateroppervlak door wind. De legenda geeft het berekende oppervlakte binnen de 207 dB contourlijn ($\pm 0.5 \text{ km}^2$).

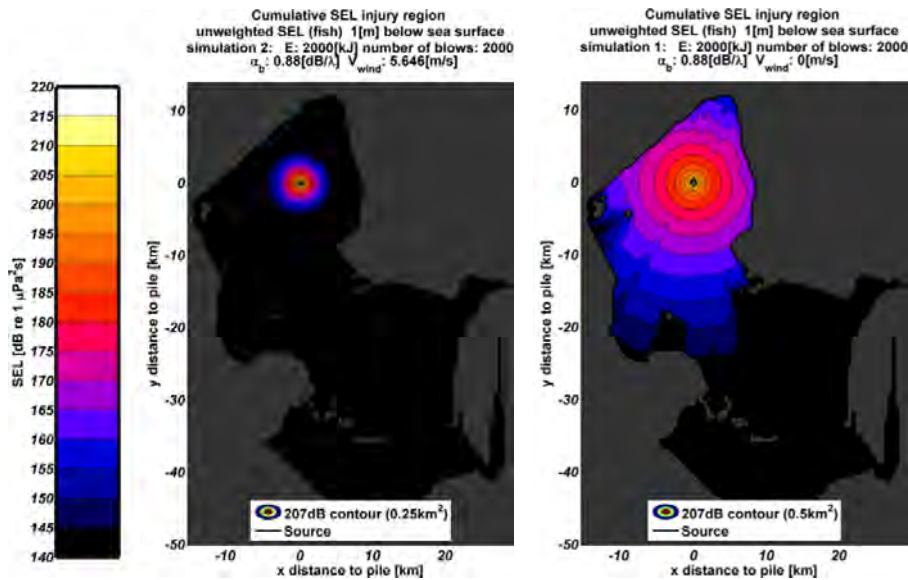


Figuur A.2 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest zuidelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een 5 m diepere zandbodem (5 m kleilaag vervangen door water). Zie verder de legenda bij Figuur A.1.

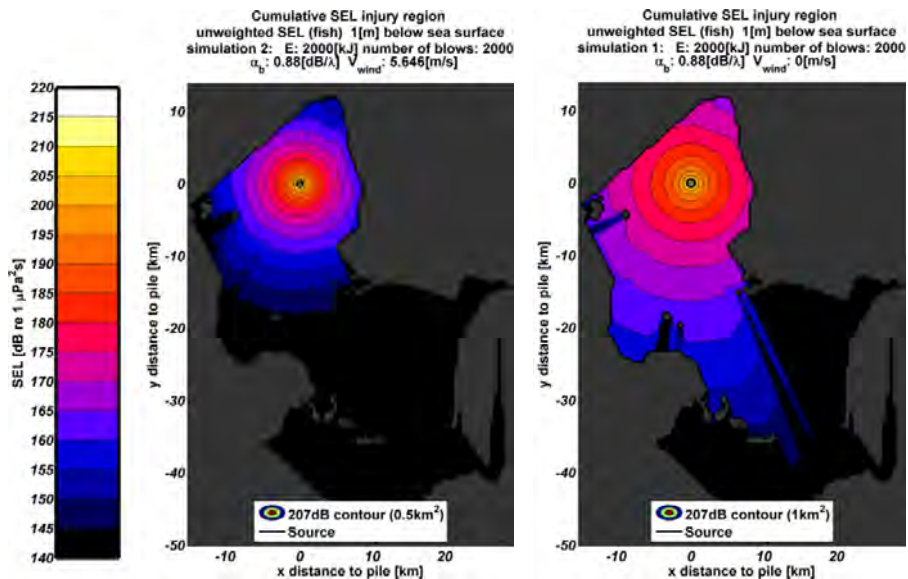
Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
11/15



Figuur A.3 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m onder het wateroppervlak) bij het heien voor de meest zuidelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een zandbodem (5 m kleilaag vervangen door zand). Zie verder de legenda bij Figuur A.1.



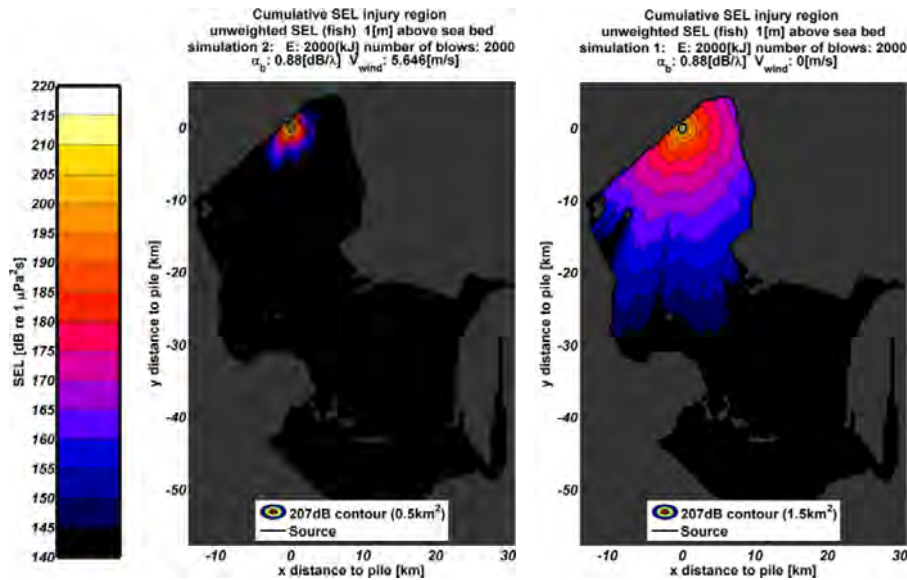
Figuur A.4 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m onder het wateroppervlak) bij het heien voor de meest zuidelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een 5 m diepere zandbodem (5 m kleilaag vervangen door water). Zie verder de legenda bij Figuur A.1.

B. Geluidverspreidingskaarten voor de meest noordelijke heipaal

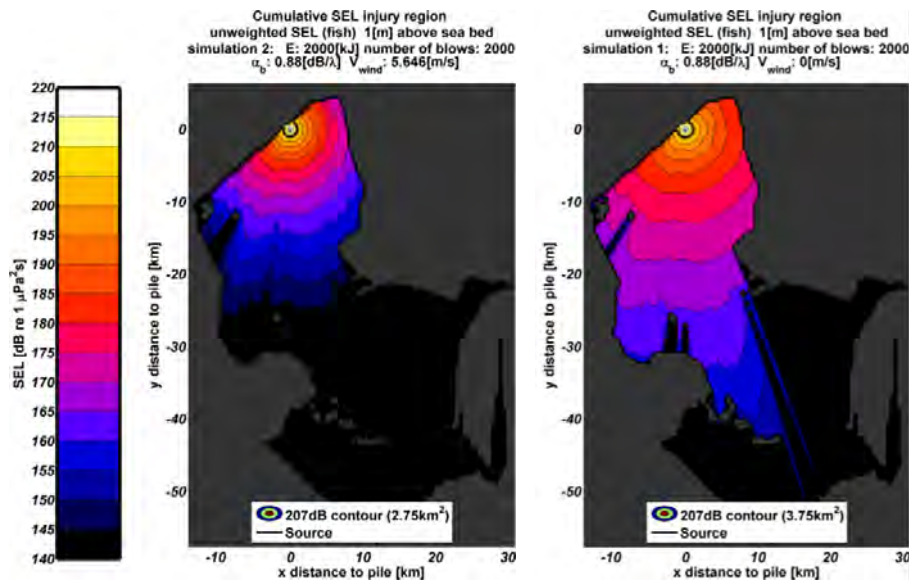
Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
12/15



Figuur B.1 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest noordelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een zandbodem (5 m kleilaag vervangen door zand), met (links) en zonder (rechts) versterking van het wateroppervlak door wind. De legenda geeft het berekende oppervlakte binnen de 207 dB contourlijn ($\pm 0.5 \text{ km}^2$).

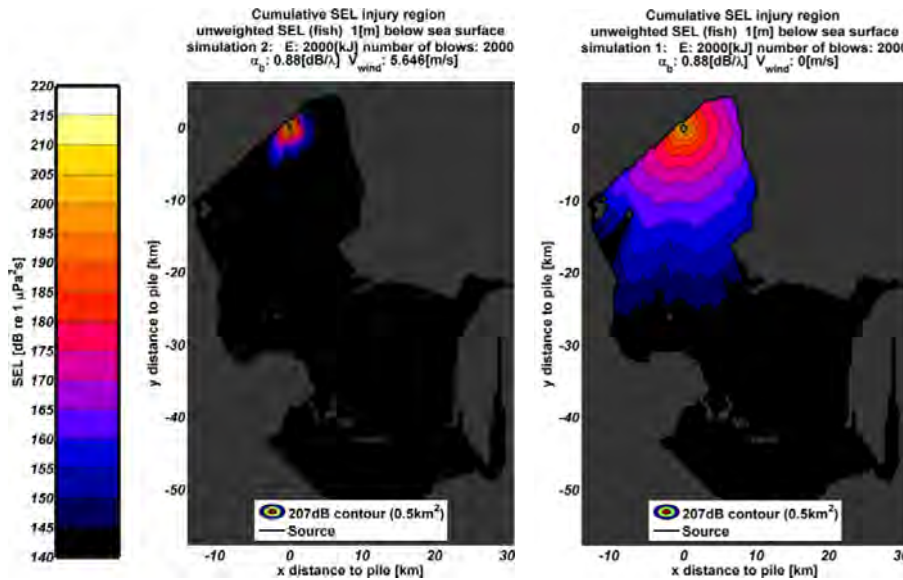


Figuur B.2 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest noordelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een 5 m diepere zandbodem (5 m kleilaag vervangen door water). Zie verder de legenda bij Figuur B.1.

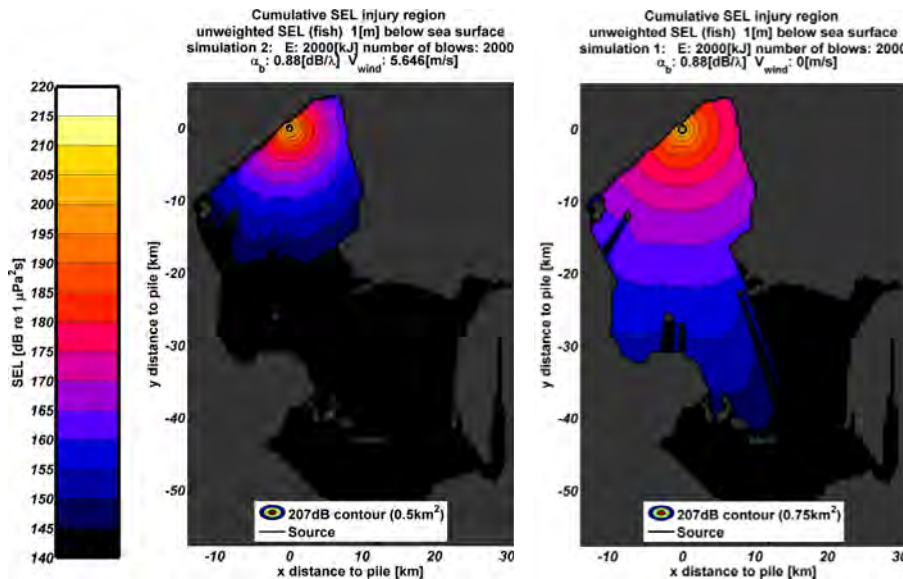
Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
13/15



Figuur B.3 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m onder het wateroppervlak) bij het heien voor de meest noordelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een zandbodem (5 m kleilaag vervangen door zand). Zie verder de legenda bij Figuur B.1.



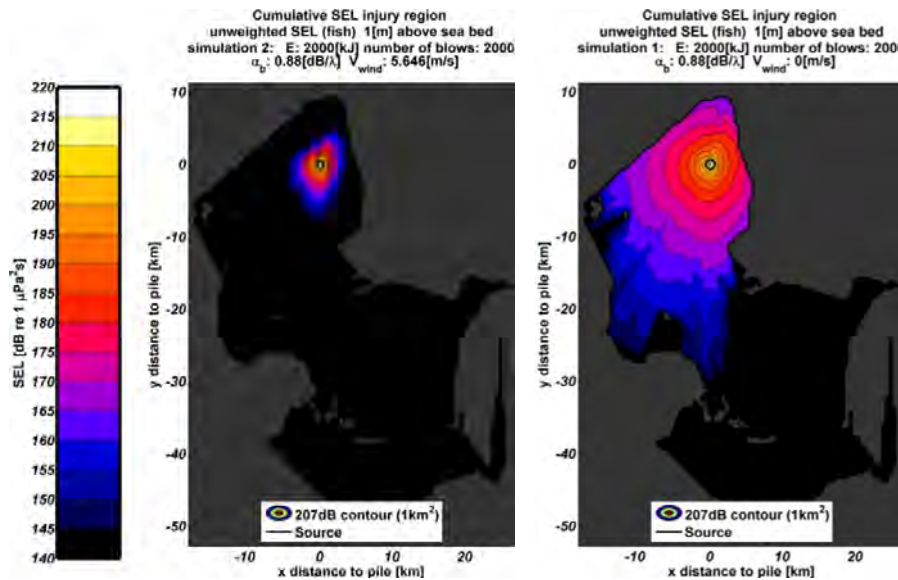
Figuur B.4 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m onder het wateroppervlak) bij het heien voor de meest noordelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een 5 m diepere zandbodem (5 m kleilaag vervangen door water). Zie verder de legenda bij Figuur B.1.

C. Geluidverspreidingskaarten voor de meest oostelijke heipaal

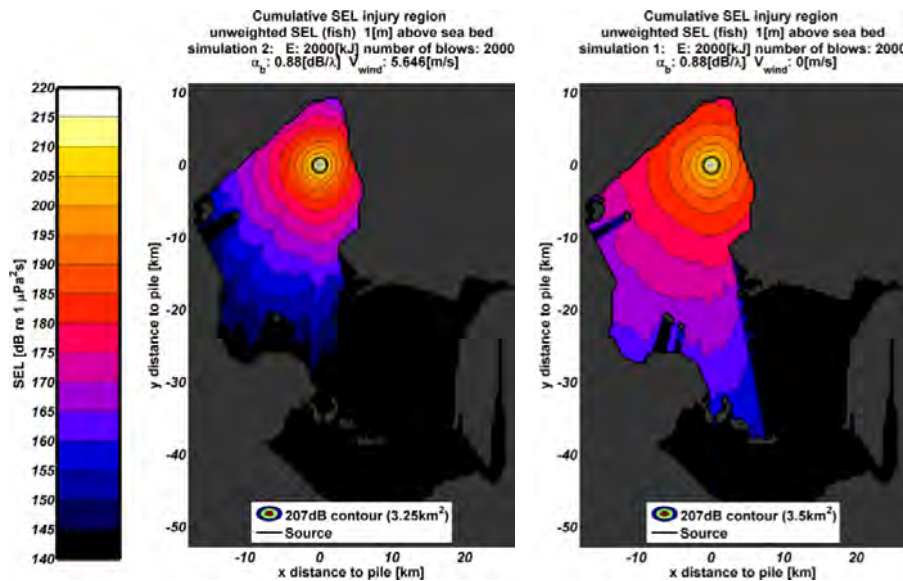
Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
14/15



Figuur C.1 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest oostelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een zandbodem (5 m kleilaag vervangen door zand), met (links) en zonder (rechts) verstoring van het wateroppervlak door wind. De legenda geeft het berekende oppervlakte binnen de 207 dB contourlijn ($\pm 0.5 \text{ km}^2$).

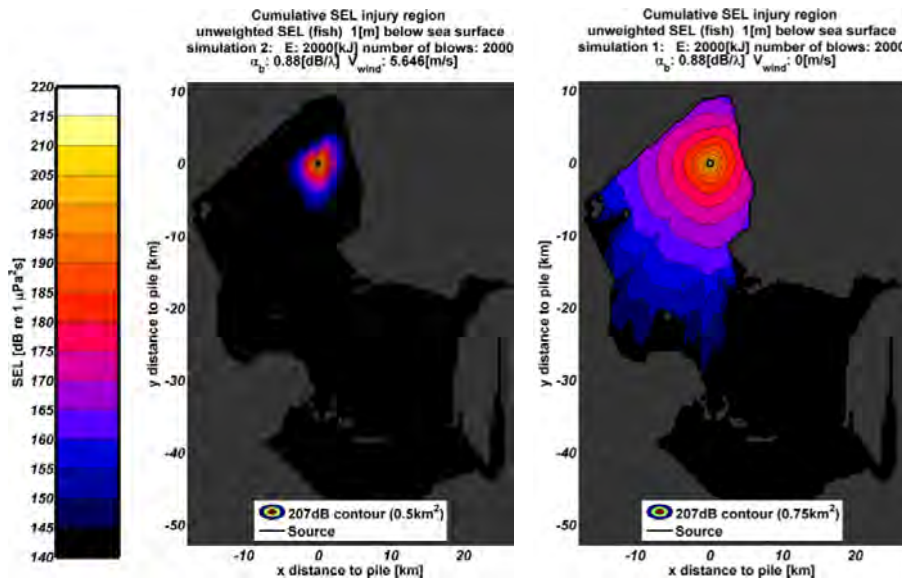


Figuur C.2 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m boven de bodem) bij het heien voor de meest oostelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een 5 m diepere zandbodem (5 m kleilaag vervangen door water). Zie verder de legenda bij Figuur C.1.

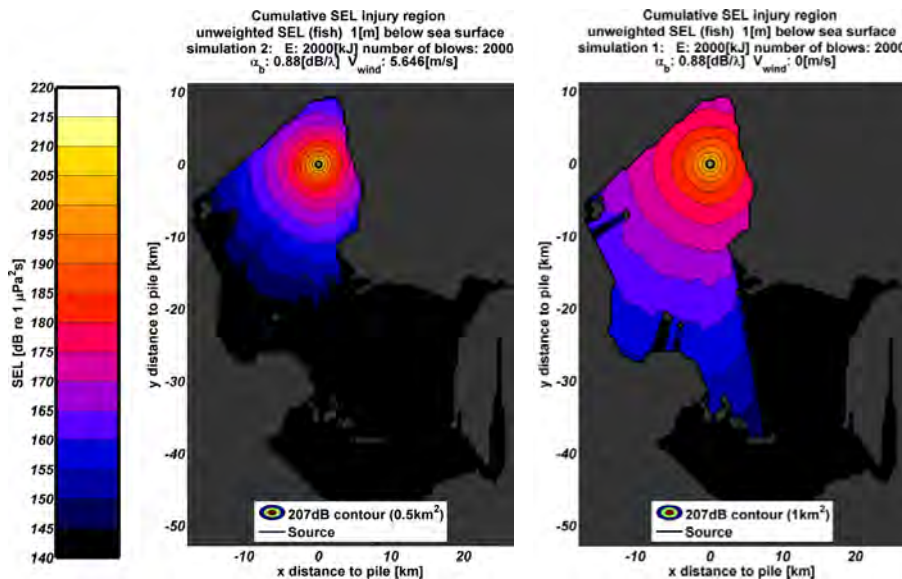
Datum
November 2013

Onze referentie
DHW-TS-2014-0100105710

Blad
15/15



Figuur C.3 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m onder het wateroppervlak) bij het heien voor de meest oostelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een zandbodem (5 m kleilaag vervangen door zand). Zie verder de legenda bij Figuur C.1.



Figuur C.4 Berekende contouren van de cumulatieve SEL van het onderwatergeluid (op 1 m onder het wateroppervlak) bij het heien voor de meest oostelijke turbine van Windpark Fryslân, uitgaande van een 5 m diepere zandbodem (5 m kleilaag vervangen door water). Zie verder de legenda bij Figuur C.1.

Bijlage D-13 Scheepvaartveiligheid - MARIN



Challenging wind and waves

Linking hydrodynamic research to the maritime industry

INVLOED WINDPARK FRYSLAN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID

Eindrapport

Rapport Nr. : 26897-1-MSCN-rev.8
Datum : 10 december 2014

Paraaf Management:



INVLOED WINDPARK FRYSLAN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID

Opdrachtgever :Pondera Consult B.V.
Postbus 579
7550 AN Hengelo

Revisienr.	Status	Datum	Auteur	Voor gezien
0	Concept	24 september 2013	Y. Koldenhof	
1	Concept	25 oktober 2013	Y.Koldenhof	
2	Concept	4 november 2013	Y.Koldenhof	
3	Concept	10 februari 2014	Y. Koldenhof, D. Looije	
4	Definitief	20 maart 2014	Y. Koldenhof, D. Looije	W.H. van Iperen
5	Definitief	24 maart 2014	Y. Koldenhof, D. Looije	W.H. van Iperen
6	Concept	27 november 2014	Y. Koldenhof, D. Looije	W.H. van Iperen
7	Definitief	5 december 2014	Y. Koldenhof, D. Looije	W.H. van Iperen
8	Definitief	10 december 2014	Y. Koldenhof, D. Looije	W.H. van Iperen

INHOUDSOPGAVE	Pagina
1	INLEIDING..... 3
1.1	Achtergrond 3
1.2	Doelstelling 3
1.3	Leeswijzer 3
2	ALGEMENE AANPAK..... 4
3	DEFINIËREN MOGELIJKE RISICO'S 5
3.1	Locatie en lay-out..... 5
3.2	Belangrijkste risico's 6
4	VERKEERSSTROMEN OP HET IJSSELMEER..... 8
4.1	Werkwijze..... 8
4.2	Bronnen..... 8
4.2.1	AIS en radar 8
4.2.2	Aanvullende bronnen..... 9
4.3	Scheepstypen 9
4.4	Dichtheidskaarten 9
4.5	Intensiteiten..... 11
4.6	Beroepsvaart..... 14
4.7	Recreatievaart..... 17
4.8	Invoer SAMSON: verkeersdatabase..... 19
4.9	Conclusies verkeersstromen IJsselmeer 22
5	ONGEVALLLEN OP HET IJSSELMEER..... 23
5.1	Werkwijze..... 23
5.2	SOS-database 2001 - 2012 23
5.3	Invoer SAMSON: ongevalskans 28
5.4	Resultaten KNRM 29
6	AANVAAR/AANDRIJFKANSEN..... 33
6.1	Resultaten beroepsvaart: SAMSON 33
6.1.1	SAMSON-model 33
6.1.2	Contact model 34
6.1.3	Resultaten 35
6.2	Aanvaarkansen recreatievaart..... 40
6.2.1	Aanvaren/aandrijven turbine 40
6.2.2	Gevolgen aanvaring/aandrijving..... 41
6.2.3	Schatten van het risico dat een klein schip tegen een windturbine komt. 41
6.2.4	Kans op raken rotor 42
6.2.5	Oriëntatie in het windpark..... 44
6.2.6	Gebruik windturbines in geval van ongeval..... 45
6.2.7	Voorlichting..... 45
7	RISICO ANALYSE / CONCLUSIE 46
	REFERENTIES 49
	BIJLAGE A: DICHTHEIDSKAARTEN VOOR DE 7 VARIANTEN 50

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Pondera Consult heeft MARIN opdracht gegeven voor het uitvoeren van een veiligheidsstudie wat betreft de scheepvaart voor een mogelijk windparklocatie in het IJsselmeer. Dit betreft het initiatief Windpark Fryslân.

De aanwezigheid van een windpark in water heeft mogelijk consequenties voor de scheepvaart nabij de locatie van het windpark. De scheepvaart langs, en mogelijk in het windpark kan in aanraking komen met een windturbine. Indien bepaald wordt dat schepen niet in het windpark mogen varen, betekent dit dat schepen routes mogelijk moeten aanpassen. Dit kan bijvoorbeeld een verschuiving van de reeds aanwezige risico's betekenen. Het kan zijn dat het op andere plekken drukker wordt waardoor de kans op een aanvaring toe kan nemen. Het uiteindelijke effect van een windpark is afhankelijk van de precieze inrichting van het park en de aanwezige scheepvaart.

Voor de veiligheidsstudie is het van belang dat de verkeersstromen op het IJsselmeer, met name rond de locatie, vast te stellen. Daarnaast is het belangrijk te kijken naar ongevallen en incidenten in het verleden voor het gebied. Door beide gegevens te combineren kan in een eerste fase het risico kwalitatief bepaald worden. In een vervolgstap is, voor zover de informatie (locatie, verkeersstromen en ongevalsanalyse) het toelaat, gekozen voor een kwantitatieve risicoanalyse waarbij het SAMSON-model gebruikt zal worden.

1.2 Doelstelling

Het doel van de studie is om voor het initiatief Windpark Fryslân in het IJsselmeer de diverse risico's met betrekking tot de scheepvaart in kaart te brengen en mogelijk te kwantificeren. Hierbij zal gekeken worden naar zowel beroeps- als recreatievaart. Er wordt ook gekeken naar de risico's van het openstellen van het windpark voor de scheepvaart.

1.3 Leeswijzer

De studie is in drie stappen uitgevoerd. In hoofdstuk 2 wordt kort de algemene aanpak beschreven, waarna in hoofdstuk 3 een overzicht van de mogelijke effecten wordt gegeven op basis van de lay-out van het gebied. In hoofdstuk 4 worden de verkeersstromen op het IJsselmeer beschreven aan de hand van verkeersdichtheidskaarten voor verschillende typen schepen. In hoofdstuk 5 wordt een analyse gegeven van de verschillende typen ongevallen die op het IJsselmeer plaatsvinden, en worden de risico's beschreven. In hoofdstuk 6 worden de resultaten gegeven van de berekeningen met het SAMSON-model, waarbij de kansen op een aanvaring door beroepsvaart bepaald zijn. In dit hoofdstuk wordt eveneens beschreven hoe de kans op een aanvaring voor de recreatievaart is bepaald. In hoofdstuk 0 worden alle analyses gecombineerd en wordt een kwalitatieve beoordeling van de mogelijke effecten van het windpark op de scheepvaartveiligheid gegeven.

2 ALGEMENE AANPAK

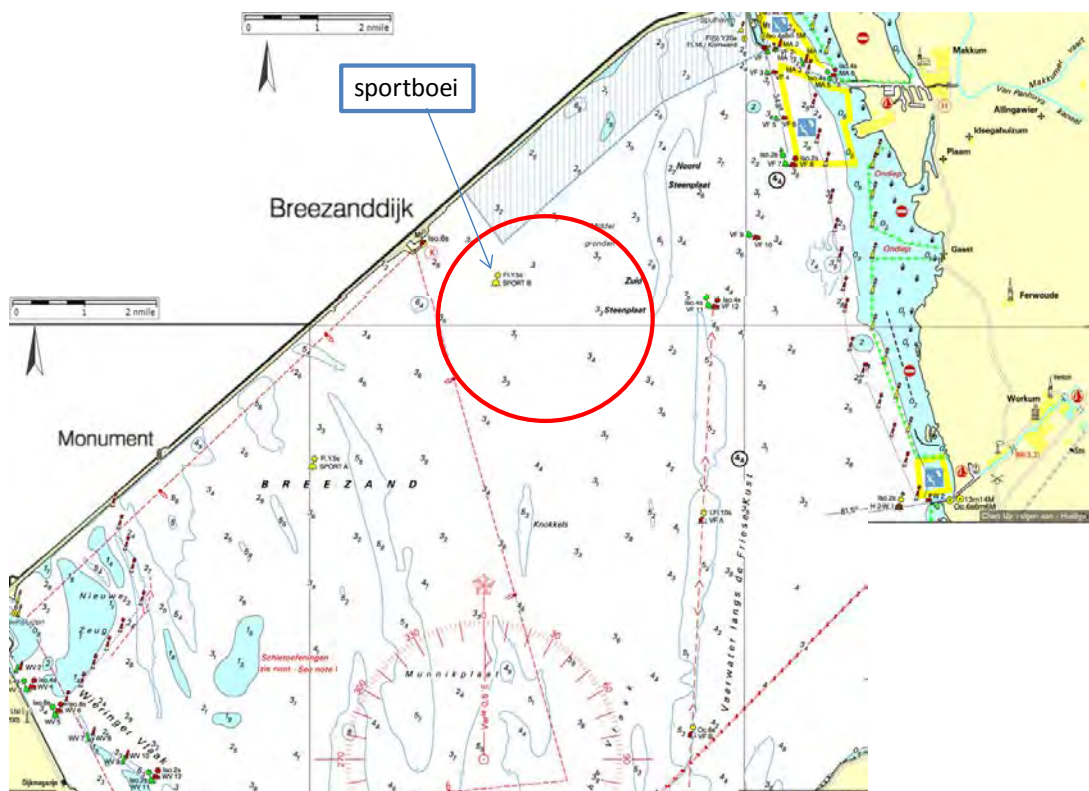
De algemene aanpak van de studie naar de effecten van windpark Fryslân op de scheepvaartveiligheid op het IJsselmeer bestaat uit 5 stappen:

1. Vaststellen mogelijke risico's;
In deze eerste stap worden de potentiële effecten/risico's van de aanwezigheid van het park op de scheepvaartveiligheid benoemd. Deze eerste analyse is gebaseerd op de locatie van het park en de eigenschappen van de omgeving. In deze eerste stap worden de mogelijke effecten alleen benoemd. Later in de studie zullen sommige risico's kwalitatief en andere kwantitatief beoordeeld. Aangenomen is dat het windpark toegankelijk blijft voor de scheepvaart.
2. Overzicht creëren van het scheepvaartverkeer op en nabij de locatie van het park;
Gebaseerd op AIS en andere bronnen is een overzicht gemaakt van het verkeer op en nabij de locatie van het park. Het aantal scheepsbewegingen in het gebied is een belangrijke factor in het effect op de veiligheid.
3. Analyseren van ongevallen in het gebied;
Naast het verkeer in het gebied is het ook belangrijk te kijken naar het type ongevallen dat de afgelopen jaren plaats heeft gevonden in het gebied. Hiervoor is de ongevallendatabase van RWS gebruikt aangevuld met andere bronnen. Deze ongevalsanalyse is ook een belangrijke parameter in het SAMSON-model.
4. Vaststellen van de meest relevante risico's;
Door gebruik te maken van het verkeersbeeld, de ongevallen analyse en de lay-out van het gebied kan worden aangegeven welke van de risico's beschreven in de eerste stap relevant zijn. Hierbij zal het risico op een aanvaring van een turbine worden bepaald, voor de beroepsvaart met SAMSON en voor de recreatievaart op basis van een andere kwantitatieve benadering. De overige risico's zullen kwalitatief benaderd worden. Uiteraard zal in deze laatste stap ook gekeken worden naar mogelijke reducerende maatregelen en de mogelijke effecten hiervan.
5. Mitigerende maatregelen;
Naast het beschrijven van de mogelijke effecten en risico's wordt ook kort in gegaan op de mogelijke mitigerende maatregelen.

3 DEFINIEREN MOGELIJKE RISICO'S

3.1 Locatie en lay-out

In Figuur 3-1 is de nautische kaart van de omgeving weergegeven met daarin de locatie van het initiatief. Hierop zijn de vaarwegmarkeringen zichtbaar.



Figuur 3-1 Nautische kaart van het noordelijk deel van het IJsselmeer (rode cirkel: locatie initiatief.

De locatie van het initiatief bevindt zich tussen een beboeide vaarroute aan de oostkant, de Afsluitdijk aan de noordwest kant en een open stuk IJsselmeer aan de west kant. In de locatie van het initiatief in Figuur 3-1 is een boei zichtbaar. Het gaat hierbij om een sportboei ("Sport B - FI.Y.5s) die gebruikt kan worden tijdens zeilwedstrijden. Het gaat hierbij dus niet om een boei die een doorgaande vaarweg markeert.

De afstand tussen de locatie en de beboeide doorgaande vaarroute aan de oostkant is verschillend per inrichtingsvariant. Aan de zuidwest kant van de locatie, ter hoogte van Den Oever, zijn enkele ondieptes zichtbaar op de nautische kaart. Ook is er een gebied aangegeven als "Schiertoefengebied". In dit gebied test het ministerie van Defensie munitie. In het gebied mogen projectielen terecht komen.

Er zijn vier verschillende inrichtingsvarianten voor het gebied bedacht. Op basis van de resultaten van deze vier inrichtingsvarianten, heeft Pondera drie aanvullende varianten ingericht. Ook voor deze varianten zijn de risico's bepaald. In Bijlage A worden de zeven varianten weergegeven, met op de achtergrond de dichtheid van het verkeer.

3.2 Belangrijkste risico's

De aanwezigheid van een windpark in een gebied waarin zich ook scheepvaart bevindt beïnvloedt de veiligheid in dat gebied voor de scheepvaart. Dit heeft een tweetal oorzaken:

1. *Extra objecten*: Door het plaatsen van extra objecten in een vaargebied wordt een risico toegevoegd, namelijk de kans dat een vaartuig tegen een windturbine aanvaart en de mogelijke gevolgen van deze aanvaring. Dit risico bestond niet toen de turbines er nog niet stonden.
2. *Verschuiven verkeersstromen*: Door de aanwezigheid van de turbine kan het zo zijn dat schepen die eerder door het gebied voeren dit niet meer mogen doen. Dit betekent dat verkeersstromen kunnen veranderen door de aanwezigheid van een windpark. Dit veranderen van de verkeersstromen kan een effect (positief en negatief) hebben op de veiligheid. Negatief door het feit dat er meer verkeer in sommige verkeersbanen terecht komt, waardoor meer ontmoetingen tussen schepen plaatsvinden en dus de kans op aanvaringen onderling groter worden. Een mogelijk positief effect kan zijn dat door de verschuiving van een verkeersstroom schepen verder van de kust af varen waardoor de kans op een stranding kleiner wordt.

Het effect op de scheepvaartveiligheid als gevolg van de eerste oorzaak, het toevoegen van een object in het gebied waar tegenaan gevaren kan worden, kan van invloed zijn in deze situatie.

De hoofdvaarroute van de beroepsvaart ligt niet op de locatie van het park, maar ernaast. Deze route zal door de aanleg van het park niet verschuiven. Daarnaast is het gebruik van de locatie van het windpark door het overige verkeer beperkt, dus zal de verschuiving van het verkeer weinig invloed hebben op de scheepvaartveiligheid. De risico's die hiermee samenvallen zullen dus ook niet verder worden beschouwd in deze studie.

Het scheepvaart verkeer op het IJsselmeer kan globaal in drie groepen worden in gedeeld:

- Beroepsvaart: schepen die een beroepsmatige reden hebben op het IJsselmeer te varen, bijvoorbeeld binnenvaartschepen (vracht en tankers), vissersschepen en werkschepen.
- Recreatievaart: schepen die recreatief aanwezig zijn in het gebied, bijvoorbeeld zeilboten en motorjachten.
- Bruine vloot: chartervaart, vaak zeilend.

Beroepsvaart zal zich voornamelijk in de betonde vaargeulen bevinden op het IJsselmeer, deze groep schepen zal zich niet in het park bevinden, aangezien er geen duidelijke vertreklocatie en bestemming zijn waarvoor het noodzakelijk en/of wenselijk is door het park te varen. Dit wordt bevestigd door de AIS gegevens (zie ook hoofdstuk 4). Recreatievaart bevindt zich meer verspreid op het IJsselmeer, aangezien deze groep geen noodzakelijke bestemming heeft. Daarom is aangenomen dat deze groep schepen zich ook in het park zal bevinden, indien dit wordt toegestaan.

Hierdoor zijn de effecten en risico's voor beide groepen anders. De effecten op de veiligheid van het scheepvaartverkeer door de aanwezigheid van het park zijn:

- Kans op aanvaring met een turbine door beroepsvaart die langs het park vaart en als gevolg daarvan kans op schade aan het vaartuig, milieu of persoonlijke schade;
- Kans op aanvaring met een turbine door recreatievaart die langs of in het park vaart en als gevolg daarvan kans op schade aan het vaartuig, milieu of persoonlijke schade;
- Overige effecten op de veiligheid voor het verkeer dat in het park vaart, zoals verminderd zicht, verlies van oriëntatie etc.

In hoofdstuk 0 zullen de effecten in meer detail besproken worden, gebruikmakend van de resultaten van de verkeers- en ongevalanalyse.

4 VERKEERSSTROMEN OP HET IJSSELMEER

4.1 Werkwijze

Om te bepalen welke risico's voor de scheepvaart een rol spelen bij het windpark, moet eerst vastgesteld worden welke scheepvaart er op welke manier op of langs de locatie vaart. In de eerste stap van de studie worden daarom de verkeersroutes in het gebied van het windpark voor verschillende scheepstypen in kaart gebracht met behulp van de AIS-signalen die door schepen zijn uitgezonden. Omdat de dekking van het IJsselmeer niet overal toereikend is en er een groot deel van de schepen zonder AIS vaart is ook gebruik gemaakt van aanvullende bronnen.

4.2 Bronnen

4.2.1 AIS en radar

Om inzicht te verkrijgen in de scheepsbewegingen op het IJsselmeer nabij de geplande windpark locatie is gebruikt gemaakt van AIS-data. AIS is een afkorting welke staat voor Automatic Identification System. Sinds 2005 zijn alle schepen groter dan 300 GT (Gross Tonnage), dus vrijwel alle koopvaardij-schepen, verplicht uitgerust met een AIS transponder, die enkele malen per minuut een AIS bericht uitzendt waarin het MMSI nummer (Maritime Mobile Service Identity), de positie van het schip, het scheepstype, de snelheid, diepgang, bestemming en enkele additionele kenmerken van het schip zijn opgenomen. Al deze gegevens worden opgevangen door de AIS ontvangststations langs de Nederlandse kust en op offshore platforms. Vervolgens worden deze berichten doorgestuurd naar het Kustwachtcentrum gevestigd in Den Helder.

Inmiddels zijn ook kleinere schepen, waaronder dienstvaart, werkvaart, visserij-schepen en sommige recreatieschepen uitgerust met AIS. Echter, voor deze schepen is het gebruik van AIS op dit moment niet verplicht en is er een aanzienlijk deel dat nog geen AIS signalen uitzendt. Daarnaast kunnen schepen hun AIS uitschakelen. Verwacht wordt dat binnen afzienbare tijd (december 2013) AIS verplicht wordt voor binnenvaart schepen langer dan 20 meter, zowel beroeps- als recreatievaart¹. In de aanloop hiernaartoe is in het kader van de Tijdelijke subsidieregeling Inland AIS-apparaten binnenvaart (van 2009 tot en met 2012) bij ruim 5.800 schepen AIS ingebouwd². Voor de grotere recreatieschepen wordt derhalve verwacht dat een groot deel AIS heeft, voor kleinere recreatieschepen is dit niet de verwachting gezien de investeringskosten en aangezien hiervoor geen verplichting op korte termijn wordt verwacht. Om deze reden, is er in sommige gebieden ook nog radardekking vanaf kuststations. Beide signalen, zowel AIS als radar, worden door de Kustwacht gearhiveerd. Deze data krijgt MARIN maandelijks ter beschikking gesteld. Voor deze studie is gebruik gemaakt van de data van 2012.

Omdat zeker niet alle schepen op het IJsselmeer voorzien zijn van AIS (vooral recreatieverkeer en in mindere mate vissersschepen en binnenvaart) is behalve de AIS ook gekeken naar de radardata die in de data van de Kustwacht bevat is. De dekking van de radar bleek echter vrijwel nihil te zijn in het relevante gebied. Dit is te zien in de resultaten in 4.4. Om deze redenen is ervoor gekozen om nog een aanvullende informatiebron te gebruiken.

¹ www.rijkswaterstaat.nl/water/veiligheid/scheepvaartverkeersbegeleiding/ris/ais/invoering_ais (5 november 2013)

² www.rijkswaterstaat.nl/water/veiligheid/scheepvaartverkeersbegeleiding/ris/ais/invoering_ais (5 november 2013)

4.2.2 Aanvullende bronnen

Vanwege de beperkte AIS ontvangst van de Kustwacht stations vanaf het IJsselmeer, en vooral omdat niet alle schepen van AIS zijn voorzien, en radargegevens ontbreken, is ook gekeken naar de beschikbare tellingen van sluispassages in het Netwerkmanagement Informatie Systeem (NIS) van RWS om een inschatting te kunnen maken van de verkeersintensiteiten op de routes. Hiermee kan ook de AIS dekking per scheepstype geschat worden. Daarnaast is gebruik gemaakt van rapportages over de recreatievaart op het IJsselmeer ([2]-[6]) om extra informatie over het recreatieverkeer te vergaren en mee te nemen in de beschouwingen.

4.3 Scheepstypen

Voor het beschrijven van het verkeer worden verschillende scheepstypen onderscheiden. Deze scheepstypen worden onderscheiden op basis van het scheepstype dat in de AIS is aangegeven. Het scheepstype wordt niet in alle AIS-signalen meegezonden, of kan soms in latere reizen iets afwijken van eerder uitgezonden typen (bijvoorbeeld type code 41 in plaats van 40). Daarom wordt per schip (MMSI nummer) voor het gehele jaar het meest voorkomende AIS-scheepstype bepaald en gehanteerd.

De verschillende AIS scheepstypen worden voor deze studie gegroepeerd tot de scheepscategorieën vissersschepen, recreatie (zeil- of motorjachten), passagiersschepen, vrachtschepen en tankers. De omschrijving en AIS-codes hiervan zijn gegeven in Tabel 4-1. De categorie 'Onbekend' blijkt uit een studie voor het Waddengebied [8] voornamelijk uit recreatie te bestaan.

Tabel 4-1 Indeling en omschrijving van scheepscategorieën

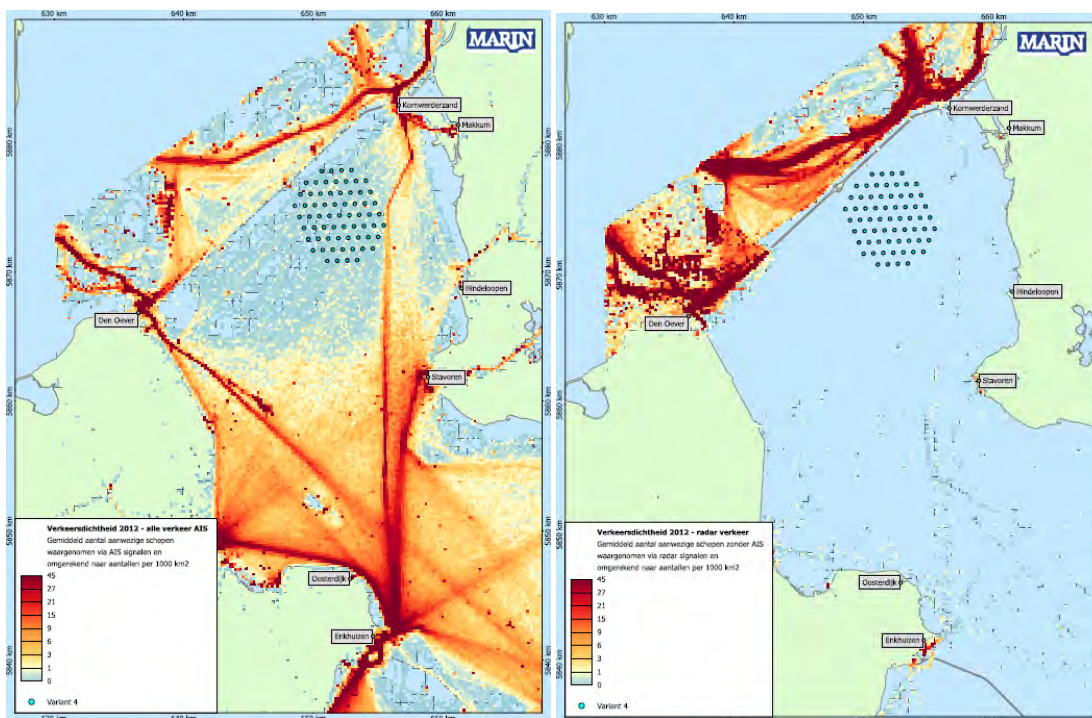
Scheepscategorieën	Omschrijving	AIS type codes
Vissersschepen		30
Recreatie	Zeil- en motorjachten	36, 37
Passagiersschepen	Veerboten, rondvaart, (zeil)charters	60-69
Vrachtschepen	voornamelijk binnenvaart	70-79
Tankers	voornamelijk binnenvaart	80-89
Onbekend	voornamelijk recreatie, in mindere mate binnenvaart	0
Werkschepen		90-99
Overige	Sleepboten, baggerschepen, loodsen, reddingsboten, waterpolitie, marine	20-29, 31-35, 40-58,

4.4 Dichtheidskaarten

De verkeersstromen in het gebied kunnen inzichtelijk gemaakt worden via dichtheidskaarten die gebaseerd zijn op de beschikbare AIS gegevens. De verkeersdichtheid is het gemiddeld aantal aanwezige schepen in een bepaald gebied (een cel), gedeeld door de oppervlakte van dat gebied, omgerekend naar aantallen per 1.000 km². Om de kaarten te maken is het IJsselmeer verdeeld in cellen van 200 bij 200 meter, zodat per cel de dichtheid kan worden berekend.

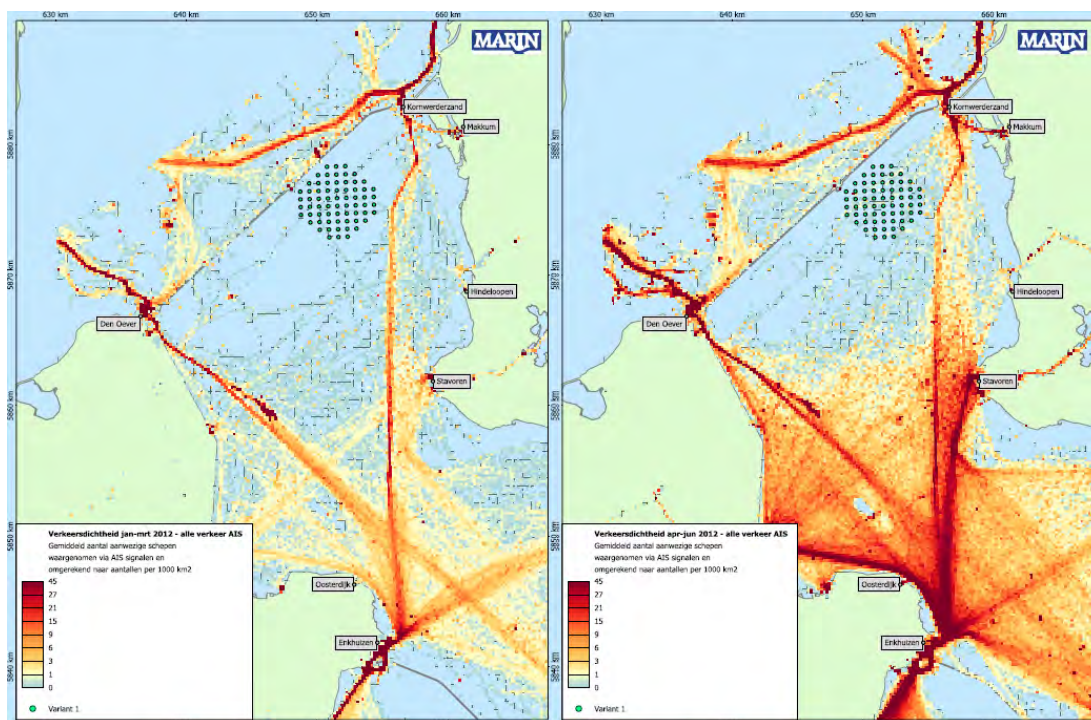
Het tellen van de aanwezige schepen gebeurt op basis van de door de schepen uitgezonden AIS signalen gedurende een reis. In Figuur 4-1 is links een dichtheidskaart weergegeven waarbij alleen gebruik gemaakt is van de signalen van de schepen met AIS. In de kaart is ook inrichtingsvariant 4 van het park zichtbaar. De routes van en naar de sluisen in de Afsluitdijk zijn duidelijk zichtbaar.

In Figuur 4-1 is rechts een vergelijkbare kaart weergegeven, hierbij zijn alleen de schepen meegenomen die geen AIS aan boord hebben en dus alleen via de walradar zichtbaar waren en in de beschikbare dataset van de kustwacht opgenomen zijn. Uit de figuur komt naar voren dat de beschikbare data set geen radar gegevens van het IJsselmeer bevat. Op de Waddenzee zijn duidelijk routes zichtbaar van schepen die alleen door radar waargenomen zijn, maar op het IJsselmeer zijn deze niet te zien. Alleen een aantal objecten in de havens, en enkele bewegingen op het IJsselmeer, zijn te zien. De radarwaarnemingen blijken verder bij Amsterdam en de Flevopolder wel aanwezig te zijn in de data, maar dat is niet relevant voor deze studie.



Figuur 4-1 Dichtheidskaart gebaseerd op heel 2012; links alleen schepen waargenomen met AIS en rechts schepen alleen waargenomen met radar (dus schepen zonder AIS).

In Figuur 4-2 zijn twee dichtheidskaarten weergegeven waarin duidelijk de invloed van het seizoen zichtbaar is. Duidelijk zichtbaar is de verhoogde intensiteit in het zuidelijke deel van het IJsselmeer in het voorjaar ten opzichte van de winter periode. Wat wel opvalt, is dat de dichtheid nabij de locatie van het windpark minder gevoelig lijkt te zijn voor seizoensinvloeden. Echter dit komt deels omdat in de figuren alleen de beroepsvaart (schepen met AIS) zichtbaar zijn en in mindere mate de recreatievaart.



Figuur 4-2 Dichtheidskaart gebaseerd op alle schepen met AIS; links jan-mrt 2012 en rechts apr-juni 2012.

4.5 Intensiteiten

De verkeersdichtheid levert nog geen directe informatie over het aantal schepen dat passeert per tijdseenheid (ofwel de verkeersintensiteit). Om de intensiteit van de verkeersstromen te bepalen zijn op twee hoofdroutes bij de sluisen in de Afsluitdijk meetlijnen gedefinieerd waarvoor het aantal scheepspassages geteld is in beide richtingen op basis van de gegevens beschikbaar in de AIS/radar dataset. Deze tellingen zijn vergeleken met de sluisstellingen uit het NIS.

Uit het Netwerkmanagement Informatie Systeem van Rijkswaterstaat zijn de aantallen passages bij de Lorentzsluisen (Kornwerderzand), de Stevinsluis (Den Oever) en de Prins Margrietsluisen (Lemmer) opgevraagd voor 2012. De aantallen voor iedere scheepscategorie voor de Lorentzsluisen en de Stevinsluis zijn per vaarrichting gegeven in Tabel 4-2. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen zeilende recreatievaart en recreatievaart met motor. Vooral de schepen die de Lorentzsluisen passeren zijn interessant voor de studie, aangezien vrijwel al deze schepen (zeker de beroepsvaart) de locatie van het windpark passeren. Per jaar passeren er dus gemiddeld 19.000 schepen de locatie per vaarrichting. Ongeveer 9% van deze schepen is beroepsvaart (3.438 schepen per jaar, 9,5 per dag totaal in beide richtingen).

Tabel 4-2 Scheepspassages van de sluisen in heel 2012 (NIS gegevens)

Scheepstype	Lorentzsluizen		Stevinsluis	
	N	Z	N	Z
Vissersschepen	475	515	275	260
Recreatie (zeilend)	13.466	13.455	7.323	7.126
Recreatie (motor)	3.834	3.989	1.782	1.631
Passagiersschepen	166	177	113	93
Vrachtschepen	658	874	634	558
Tankers	124	99	172	240
Werkschepen	44	36	22	27
Overige	125	145	198	209
Totaal	18.892	19.290	10.519	10.144
Totaal recreatie	17.300	17.444	9.105	8.757
Totaal beroepsvaart	1.592	1.846	1.414	1.387
% beroepsvaart	8,4%	9,6%	13,4%	13,7%

In Tabel 4-3 zijn de aantallen passages geteld via de AIS. Deze aantallen zijn aanmerkelijk lager dan de aantallen uit het NIS.

Tabel 4-3 Scheepspassages van de sluisen (AIS data, 2012)

Scheepstype	Lorentzsluizen		Stevinsluis	
	N	Z	N	Z
Vissersschepen	15	30	58	48
Recreatie (zeilend)	24	38	38	15
Recreatie (motor)	7	7	6	4
Passagiersschepen	83	88	105	46
Vrachtschepen	45	65	87	85
Tankers	10	30	53	56
Werkschepen	13	22	21	20
Overige	78	67	95	80
Onbekend	190	140	142	237
Totaal	465	487	605	591
Totaal recreatie	31	45	44	19
Totaal beroepsvaart (incl onb.)	434	442	561	572
% beroepsvaart	93,3%	90,8%	92,7%	96,8%

In Tabel 4-4 zijn per scheepscategorie de dekking van de AIS weergegeven in de vorm van een percentage. Duidelijk te zien is dat de percentages per scheepscategorie aanmerkelijk verschillen. Van de passagiersschepen, werkschepen en overige (loodsen, baggerschepen, kustwacht, waterpolitie, en dergelijke) is het merendeel (variërend van 50% tot 95%) van de AIS signalen opgevangen door de Kustwacht stations. Van passerende vissers en binnenvaart (vrachtschepen en tankers) wordt een groter deel ontvangen (15% tot 30% bij Den Oever en bij Kornwerderzand iets minder). Van passerende recreatievaart wordt nauwelijks AIS ontvangen. De lagere percentages voor binnenvaart, vissers en recreatie zullen voornamelijk te maken hebben met het nog niet aan boord hebben van AIS, maar kunnen ook te maken hebben met een zwakker signaal.

Tabel 4-4 AIS dekking bij sluisen

Scheepstype	Lorentzsluizen		Stevinsluis	
	N	Z	N	Z
Vissersschepen	3,2%	5,8%	21,1%	18,5%
Recreatie (zeilend)	0,2%	0,3%	0,5%	0,2%
Recreatie (motor)	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%
Passagiersschepen	50,0%	49,7%	92,9%	49,5%
Vrachtschepen	6,8%	7,4%	13,7%	15,2%
Tankers	8,1%	30,3%	30,8%	23,3%
Werkschepen	29,5%	61,1%	95,5%	74,1%
Overige	62,4%	46,2%	48,0%	38,3%
Totaal	2,5%	2,5%	5,8%	5,8%
Totaal recreatie	0,2%	0,3%	0,5%	0,2%
Totaal beroepsvaart	27,3%	23,9%	39,7%	41,2%

Op basis van de tellingen kan voor scheepscategorieën waarvoor de routes over het IJsselmeer vanuit de sluisen min of meer eenduidig zijn bepaald in de dichtheidskaarten, het aantal passages op die route worden bepaald.

De aantallen voor iedere scheepscategorie voor de Prinses Margrietsluizen zijn gegeven in Tabel 4-5.

Tabel 4-5 Scheepspassages van de Prinses Margrietsluis in 2012 (NIS gegevens)

Scheepstype	Prinses Margrietsluis	
	N	Z
Vissersschepen	2	3
Recreatie (zeilend)	6.317	6.744
Recreatie (motor)	4.017	4.423
Passagiersschepen	95	82
Vrachtschepen	7.115	6.674
Tankers	2.033	1.982
Werkschepen	13	17
Overige	102	116
Totaal	19.694	20.041
Totaal recreatie	10.334	11.167
Totaal beroepsvaart	9.360	8.874
% beroepsvaart	47.5%	44.3%

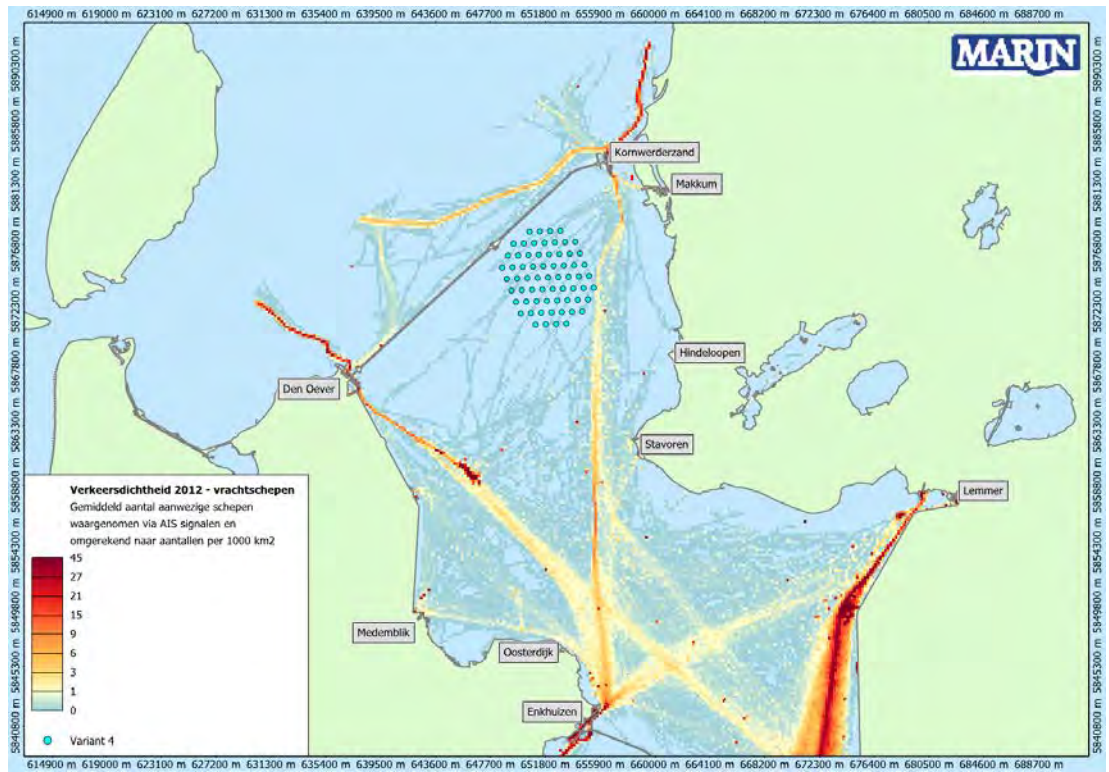
Uit een vergelijking van Tabel 4-2 en Tabel 4-5 volgt dat er minder beroepsvaart is op het noordelijke deel van het IJsselmeer. Voor de recreatievaart geldt dit niet, er vaart relatief veel recreatieverkeer door de Lorentzsluizen. Dit is echter ook verkeer dat van Makkum naar de Waddenzee vaart, en dus relatief kort op het IJsselmeer is.

4.6 Beroepsvaart

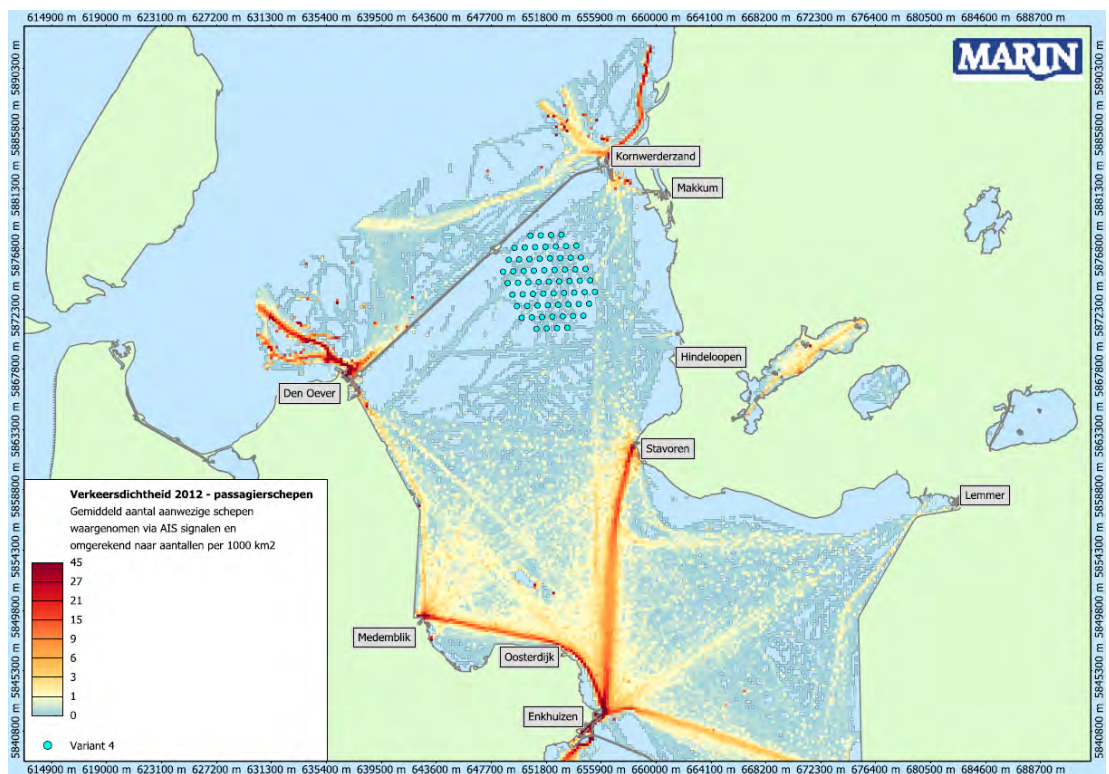
Ondanks dat de dekking voor de beroepsvaart niet volledig is kunnen de AIS-gegevens toch gebruikt worden om de verkeerstromen van deze vaartuiggroep weer te geven. De dichtheid is wellicht niet volledig, maar de locatie van de schepen is wel representatief.

In Figuur 4-3 is een dichtheidskaart weergegeven op basis van alleen de vrachtschepen. De figuur laat wederom duidelijk de doorgaande vaarroute vanuit de Lorentzsluizen in zuidelijke richting (en vice versa) zien.

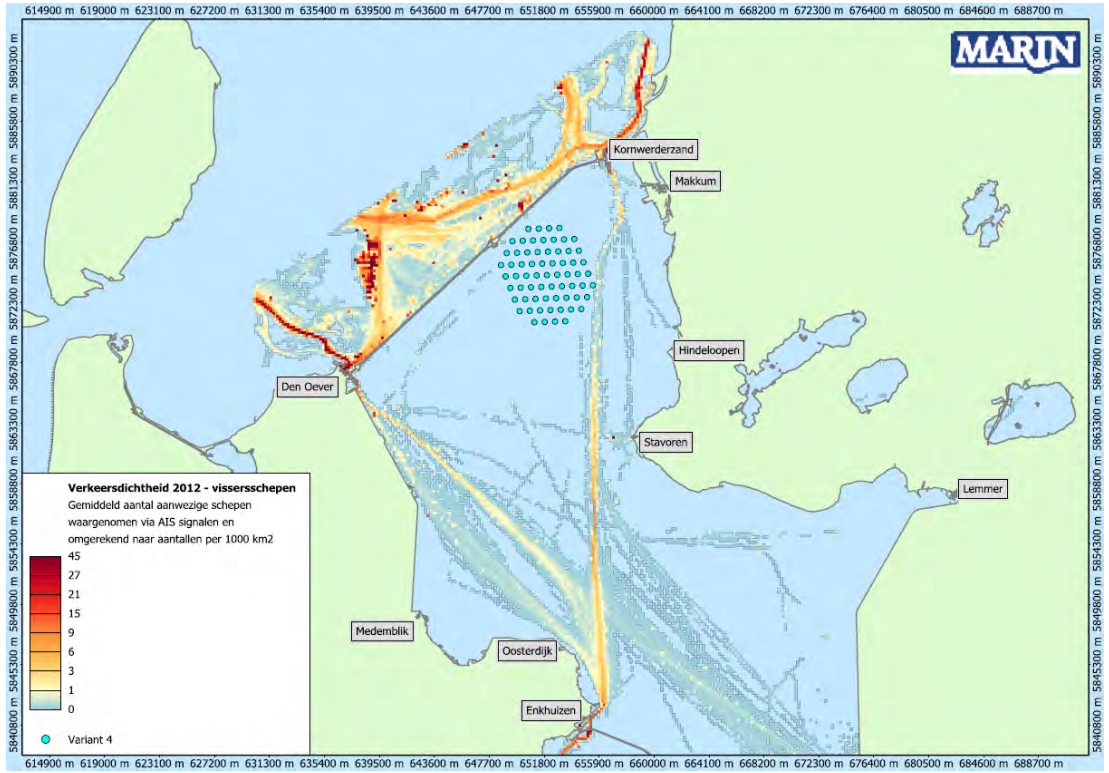
In Figuur 4-4 is de verkeersdichtheid weergegeven van alle passagiersschepen. Duidelijk zichtbaar is dat de verkeersstromen van deze categorie schepen meer verdeeld is over het noordelijk deel van het IJsselmeer. Het merendeel van de passagiersschepen dat de Lorentzsluizen passeert vaart richting Makkum (of in omgekeerde richting). Tenslotte is in Figuur 4-5 de verkeersdichtheid van de vissersschepen (waargenomen in de AIS) weergegeven. Hierbij is te zien dat de meeste vissersschepen in de vaarroute langs het park varen, komend vanuit Enkhuizen naar de Waddenzee (en terug).



Figuur 4-3 Dichtheidskaart gebaseerd op alle vrachtschepen met AIS.



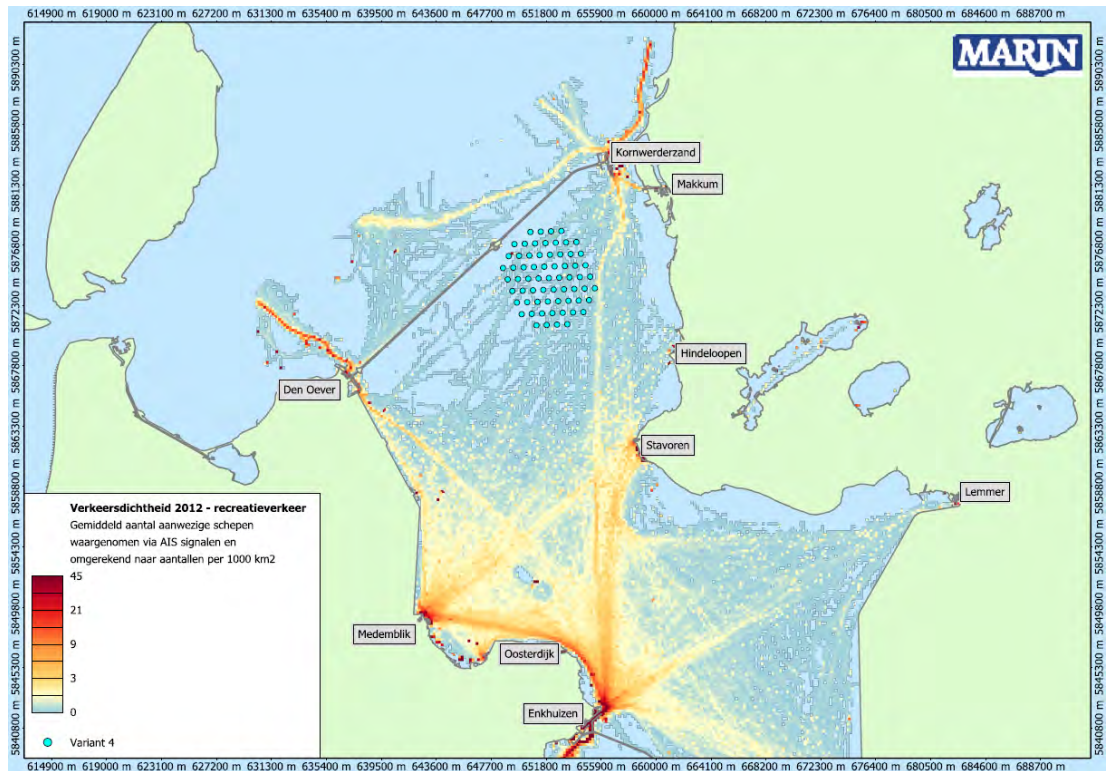
Figuur 4-4 Dichtheidskaart gebaseerd op alle passagierschepen met AIS.



Figuur 4-5 Dichtheidskaart gebaseerd op vissersschepen met AIS

4.7 Recreatievaart

Slechts een beperkt deel van de recreatievaart heeft AIS aan boord (zie eerder). Op basis van deze schepen is een dichtheidskaart gecreëerd. Duidelijk zichtbaar is de vaarroute vanuit de Lorentzsluizen in zuidelijke richting en vice versa. Deze vaarroute wordt voornamelijk gevolgd door de grotere recreatievaart, die wel AIS aan boord heeft.



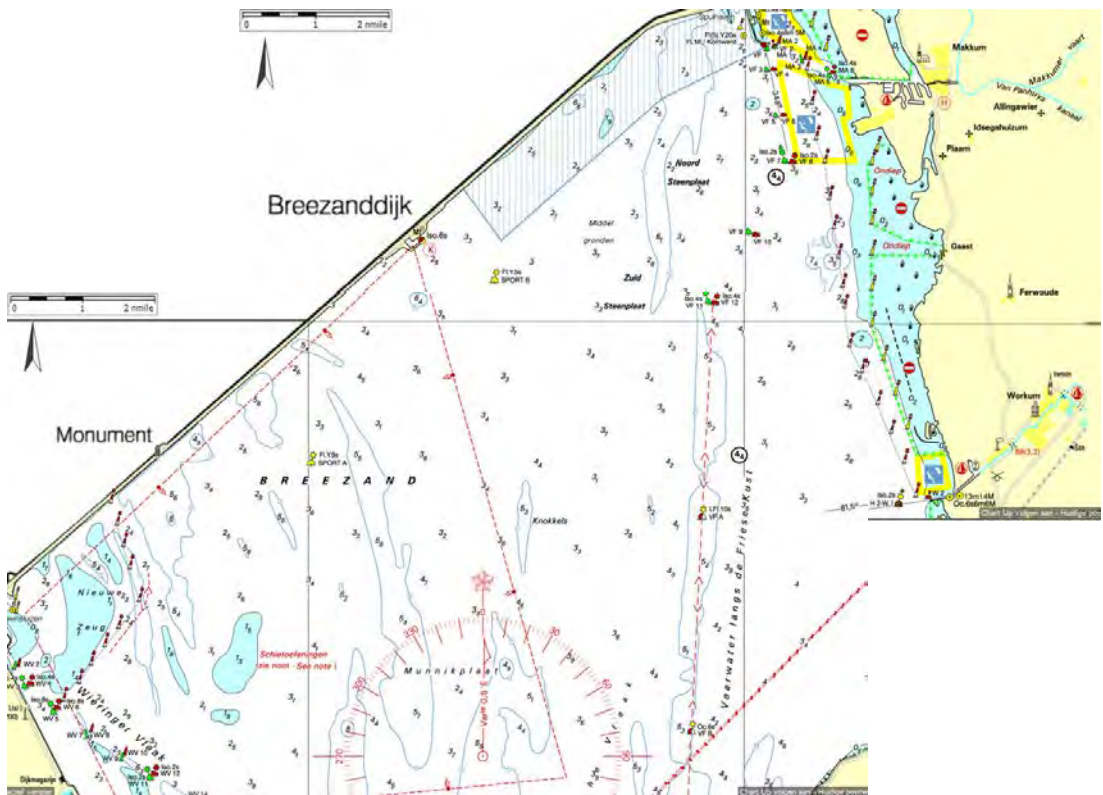
Figuur 4-6 Dichtheidskaart gebaseerd op alle recreatieschepen met AIS.

Door de jaren heen zijn er verschillende onderzoeken geweest, waarin de intensiteit, verspreiding en concentratie van de recreatievaart een component was, zie [2]-[7]. In [2] worden enquêtes besproken. In Figuur 4-7 worden de resultaten getoond van de enquêtes onder respectievelijk zeilschepen en motorboten naar de genomen routes op het IJsselmeer. Bij deze enquête is recreanten gevraagd waar ze vandaan kwamen en waar ze van plan waren heen te gaan. De lijnen weergegeven in Figuur 4-7 zijn daarmee niet een weergave van de werkelijk gevaren route. Er is hierbij geen rekening gehouden met de ondiepte 'De Zeug' bij Den Oever en gebied 'Schietoefeningen' (zie Figuur 4-8). De routes tussen Makkum en De Oever, weergegeven in Figuur 4-7 zullen dus in werkelijkheid naar verwachting zuidelijker liggen. Echter de kaarten in Figuur 4-7 laten wel zien dat het gebied benut wordt voor de recreatievaart en dat er meer recreatievaart aanwezig is in het gebied dan Figuur 4-6 (op basis van AIS) aangeeft.

Ook al hebben niet alle recreatieschepen AIS en is het aantal gemiddeld aanwezige schepen in Figuur 4-6 niet representatief voor het werkelijke aantal, de dichtheidskaart kan wel gebruikt worden om aan te geven dat de dichtheid in het gebied tussen Makkum en Den Oever relatief laag is ten opzichte van de dichtheid in andere gebieden. De kaart laat zien dat de locatie van het initiatief een relatief rustig gebied is.

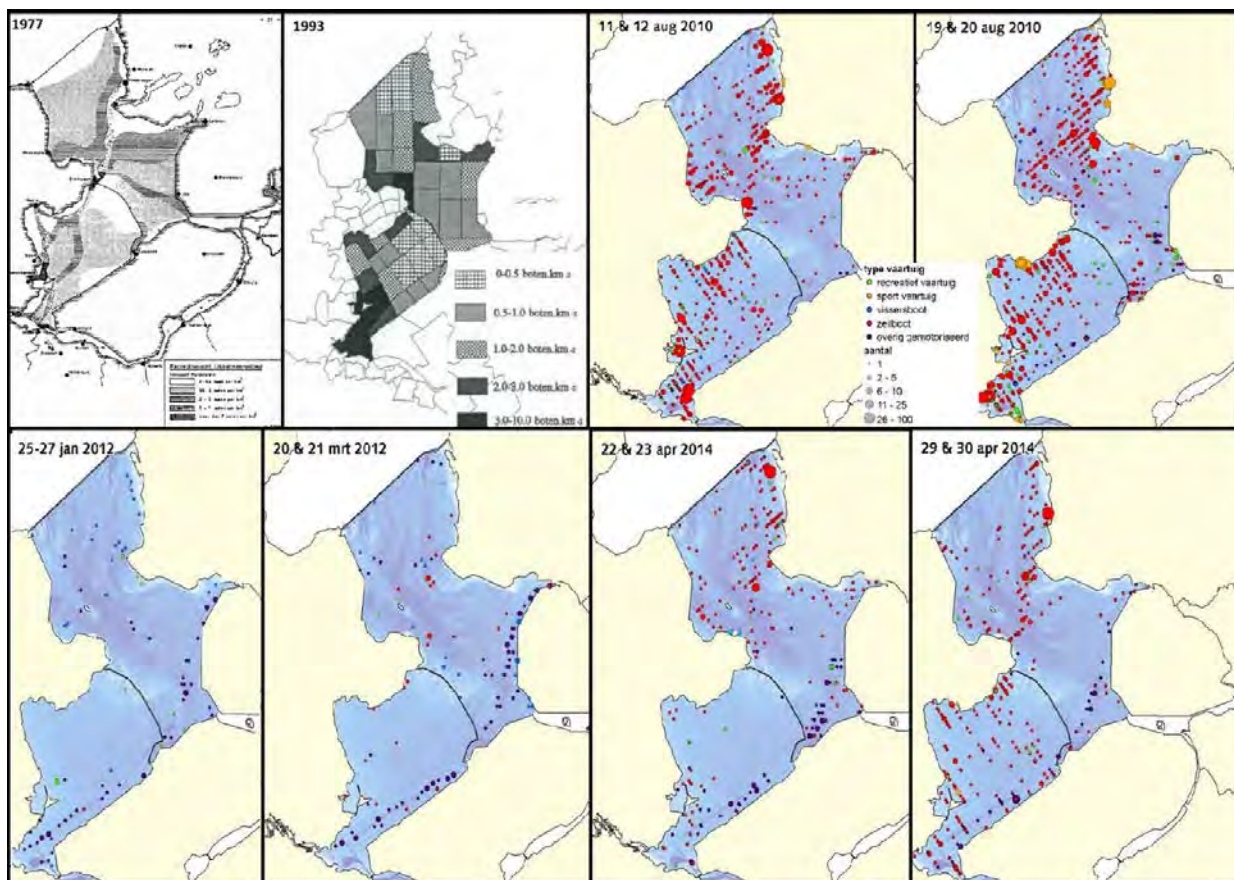


Figuur 4-7 Routes van zeilschepen (links) en motorboten (rechts) op het IJsselmeer volgens de enquête uit [2]



Figuur 4-8 Nautische kaart van het gebied tussen Makkum en Den Oever (let op ondiepte 'De Zeug' bij Den Oever en gebied 'Schietoefeningen')

In de onderzoeken [4], [5] en [6] is het aantal recreatievaartuigen geteld op verschillende dagen tijdens vaartuigtellingen en vogeltellingen boven het IJsselmeer. Een overzicht van resultaten is te vinden in Figuur 4-9.



Figuur 4-9 Vaartuigtellingen in verschillende jaren ([4]-[6])

De data uit deze studies geven aan dat de intensiteit van recreatievaartuigen niet uniform verdeeld is over het IJsselmeer, er is sprake van spreiding en concentratie. Op de locatie van het plangebied zijn over het algemeen veel minder schepen aanwezig dan op de rest van het IJsselmeer.

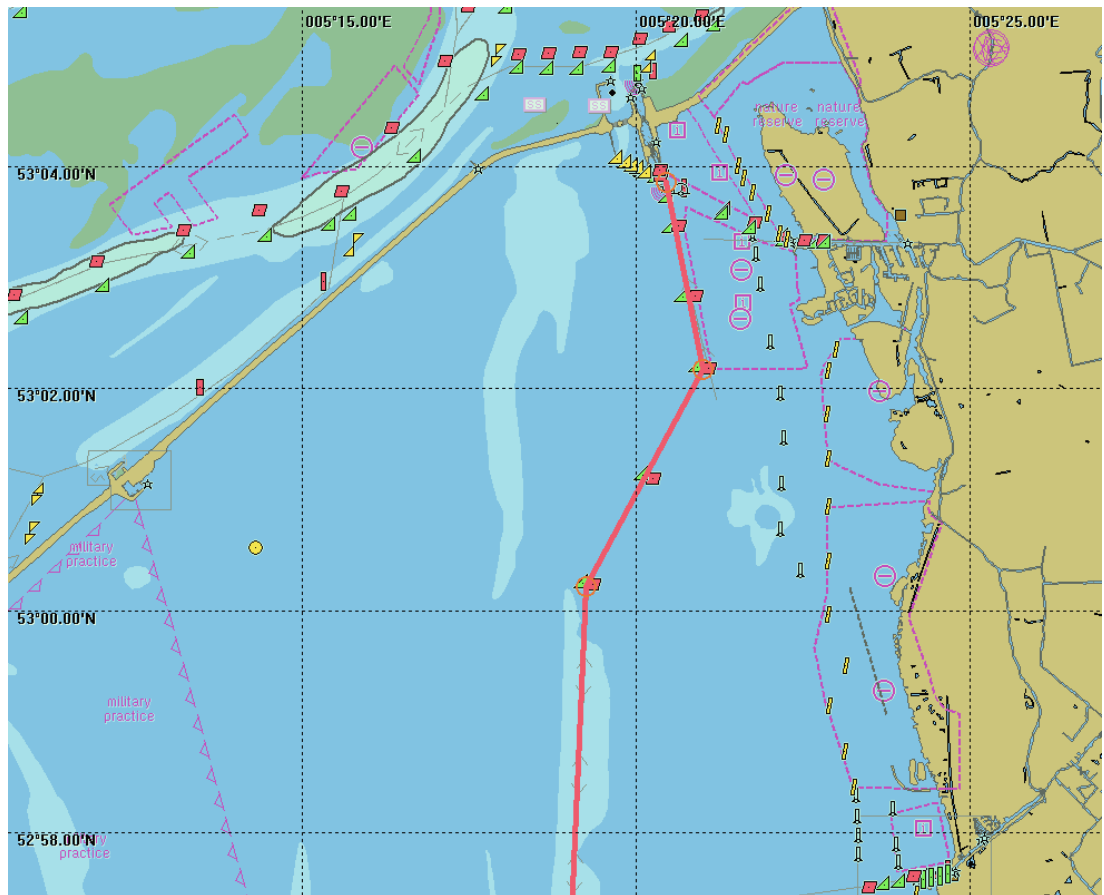
4.8 Invoer SAMSON: verkeersdatabase

Omdat er beperkte verkeersgegevens beschikbaar zijn van de recreatievaart en aangezien de gevolgen voor deze schepen relatief klein zijn is ervoor gekozen alleen een kwantitatieve analyse te maken met SAMSON voor de passerende beroepsvaart in de vaarroute vanuit de Lorentzsluizen richting het zuiden en vice versa.

Voor deze verkeersstroom is op basis van de locatie van boeien, de verkeersstromen zichtbaar op de dichtheidskaarten op basis van AIS en de tellingen bij de sluisen een verkeersdatabase samengesteld die als invoer dient voor het SAMSON model. Een meer uitgebreidere beschrijving van het model wordt gegeven in 6.1.1.

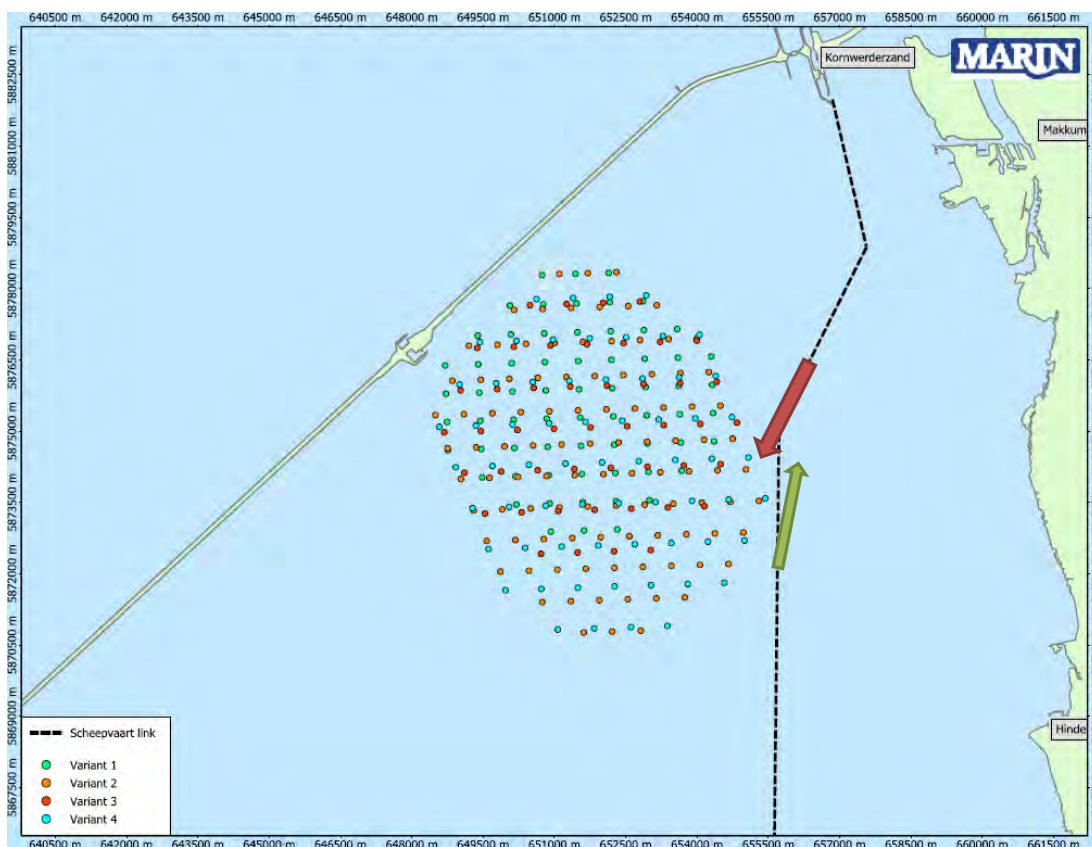
Een verkeersdatabase bestaat uit een routestructuur, in dit geval een vaarroute startend bij Lorentzsluizen in zuidelijke richting. In Figuur 4-10 is de vaarroute schematisch weergegeven. In de dichtheidskaarten is ook nog een duidelijke vaarroute zichtbaar aan

de westzijde van het windpark, de verkeersstroom startend bij de Stevinsluis in zuidelijke richting (en vice versa). Deze verkeersstroom bevindt zich echter op meer van 7 NM (ongeveer 13 km) van de meest westelijke turbines. Dit betekent dat de kans op een aanvaring (aandrijving) van een van deze schepen met een turbine verwaarloosbaar klein is. Voor een schip dat ofwel een navigatie fout maakt ofwel een motorstoring krijgt in deze vaarroute geldt dat deze de turbines van het park waarschijnlijk niet zal bereiken. De storing zal waarschijnlijk voor die tijd verholpen zijn, of de navigatiefout hersteld.



Figuur 4-10 Overzicht routestructuur van de gebruikte verkeersdatabase.

De locatie van de vaarroute langs het park is gebaseerd op de huidige lay-out van het gebied en volgt de met boeien aangegeven hoofdvaarroute. Deze route maakt een flauwe S-bocht. Deze knik in de vaarroute is relevant bij het bepalen van de kans op aanvaringen voor de schepen die in zuidelijke richting varen. Als deze schepen namelijk bij de tweede bocht naar bakboord te laat reageren, varen ze rechtdoor het park in. Echter voor de noordgaande stroom werkt de knik positief aangezien schepen al van het park afbuigen om richting de sluis te varen.



Figuur 4-11 Situatieschets van het park en de vaarroute

Per onderdeel van de routestructuur wordt het totaal aantal schepen per jaar gedefinieerd, verdeeld in een aantal scheepstypen en scheepsgroottes. Deze aantallen zijn gebaseerd op de gegevens verzameld uit het NIS (paragraaf 4.5). Hierbij is aangenomen dat alle schepen (beroepsvaart) die door de sluis gaan ook langs het park varen. Een klein deel zal wellicht naar Makkum varen, daarnaast is er ook een klein deel van de schepen dat de “knik” afsnijdt. Dit betekent dat deze schepen dus verder van het park varen dan aangenomen in de verkeersdatabase. In de berekening wordt hierdoor dus een “worst-case” scenario aangenomen.

4.9 Conclusies verkeersstromen IJsselmeer

- De ontvangst van AIS in het gebied is niet volledig. Radar ontbreekt volledig in de dataset beschikbaar bij het MARIN.
- De relatief lage dekkingspercentages van binnenvaart, vissers en recreatie worden voornamelijk veroorzaakt door het ontbreken van AIS aan boord.
- De algemene verkeersbanen zijn toch duidelijk zichtbaar in de dichtheidskaarten en worden representatief geacht.
- De binnenvaart en grotere visserij vaart op vaste routes van en naar de sluisen. Met name de route vanuit de sluis bij Lorentzsluis richting Enkhuisen (en terug) loopt, afhankelijk van de inrichtingsvariant, dicht langs de geplande locatie. De “knik” in de vaarroute kan een extra risico opleveren, in het bijzonder voor schepen komend vanuit het noorden. Voor schepen komend vanuit het zuiden is het juist risico verlagend omdat de schepen afbuigen van het park.
- Op basis van de dichtheidskaart in Figuur 4-6 en de enquêtes uit [2] is te zien dat het recreatieverkeer meer verspreid over het IJsselmeer vaart. Met name de schepen die varen vanuit Makkum of de Lorentzsluis en “oversteken” in zuidwestelijke richting, passeren in potentie de locatie van het park. Echter door de aanwezigheid van een ondiepte nabij Den Oever zal de werkelijke route tussen Makkum en Den Oever meer zuidelijk liggen. Het verkeer zal dus anders varen dan aangegeven in Figuur 4-8. Ook de locatie van het initiatief wordt benut, zij het naar verwachting zeer beperkt.
- Ook de kaarten in Figuur 4-9 laten zien dat het recreatieverkeer niet uniform verdeeld is over het IJsselmeer. De locatie van het plangebied ligt in een rustig gebied.

5 ONGEVALLEN OP HET IJSSELMEER

5.1 Werkwijze

Om een goede beschrijving te geven van de mogelijke effecten op de scheepvaartveiligheid in het gebied door de aanwezigheid van het park, is het belangrijk een goed overzicht te hebben van de ongevallen die nu in het gebied en op het IJsselmeer plaatsvinden. Daarnaast is de analyse van de ongevallen een input voor de berekeningen met SAMSON.

Voor het schatten van de kans op een ongeval na een storing of manoeuvreerfout (navigatiefout) is in het verleden gebruik gemaakt van de resultaten van het onderzoek Monitoring Nautische Veiligheid: De Nulmeting, [5]. In dat onderzoek is het aantal ongevallen gerelateerd aan de voor dat ongeval meest relevante parameter, zijnde vaartuigkilometers, sluispassages of het aantal havenbezoeken. Dit onderzoek is uitgevoerd in 1999 en is gebaseerd op ongevalsgegevens over 1990-1998. Voor het bepalen van de kans op een navigatiefout en/of motorstoring op het IJsselmeer, voor de studie naar scheepvaartveiligheid van het windpark nabij de Noordoostpolder, is opnieuw een analyse uitgevoerd van het aantal relevante ongevallen waargenomen op het IJsselmeer. Op basis van nieuwe analyses zijn aangepaste ongevalkansen bepaald die zijn gebruikt in de berekeningen met SAMSON.

Voor de studie naar de effecten van het park Fryslân is de analyse van de ongevallen aangevuld tot en met 2012.

Daarnaast is een analyse uitgevoerd van de meldingen van de KNRM. Deze meldingen geven inzicht in het aantal ernstige incidenten in het gebied.

5.2 SOS-database 2001 - 2012

Voor de Noordoostpolder is een analyse uitgevoerd op basis van de SOS-database 2001-2010. Voor deze studie is de analyse aangevuld met de gegevens tot en met 2012.

Om de ongevalskans te bepalen is een analyse uitgevoerd van de SOS-database van Rijkswaterstaat. Hierbij is het aantal ongevallen bekeken op de vaarwegen in het IJsselmeer die zijn weergegeven in Tabel 5-1. De ongevallen waarbij aangegeven is dat ze in een haven hebben plaatsgevonden, zijn niet meegenomen in de selectie, omdat deze ongevallen niet representatief zijn voor de situatie nabij het windpark.

Tabel 5-1 Overzicht relevante vaarwegnummers.

Vaarweg code	Vaarweg omschrijving
230	Vaarweg van Amsterdam via de Houtribsluizen naar Lemmer
230b	Toegangsegeul en Voorhaven van de Zuiderluis
230c	Vaarroute van Lelystad-Haven naar het Krabbersgat
230d	Oostvaardersdiep
251	Vaarweg van Amsterdam via de Krabbersgatsluizen naar Lemmer
251a	Kustroute vanaf de Pampusgeul langs Marken en de Noord-Hollandse kust naar het Krabbersgat
251b	Buitenhaven van Enkhuisen
251e	Vaarweg door het naviduct Krabbersgat
300	IJsselmeer
301	Vaarweg van Urk naar Kornwerderzand
301a	Vaarroute ten noorden van het Enkhuizerzand
301b	Kustroute van de Friese Hoek naar Makkum en Kornwerderzand
302	Vaarweg van Enkhuisen naar Den Oever
302a	Kustroute van Enkhuisen naar Den Oever
302b	Vaarroute bezuiden langs de Afsluitdijk
303	Vaarweg van de Ketelbrug naar de Houtrib
303a	Vaarroute van de Ketelbrug naar de Val van Urk

Niet alle type ongevallen zijn relevant voor het bepalen van het effect van het windpark op de scheepvaartveiligheid. Er staan windturbines in het IJsselmeer, 4 op iets meer dan 2 km afstand ten noorden van Medemblik en 28 ten westen van de Ketelbrug, vlak bij de IJsselmeerdijk tussen Lelystad en de Ketelbrug. Er zijn geen aanvaringen bekend van schepen met deze windturbines.

Een aanvaring met een turbine kan twee hoofdoorzaken hebben:

1. Een navigatiefout
2. Een motor- en of stuurinrichtingstoring waardoor een boot niet meer onder controle is en richting een turbine drijft

Het doel van de ongevalsanalyse is, naast het creëren van een overzicht van de ongevallen op het IJsselmeer, het inschatten van de kans op ofwel een navigatiefout ofwel een motor- en of stuurinrichtingstoring die kan leiden tot een aanvaring met een turbine. Om deze kans in te schatten wordt gekeken naar ongevallen die plaatsgevonden hebben, die ook veroorzaakt zijn door een navigatiefout of een motorstoring. Uiteindelijk zal de analyse er toe leiden dat er een kans per vaartuigkilometer bepaald wordt dat er "iets" mis gaat dat kan leiden tot een aanvaring/aandrijving van een turbine. Deze ongevalskans "beschrijft" de oorzaak van het ongeval.

Daarom is er in de analyse voor gekozen de volgende ongevalstypen als relevant (vergelijkbaar) mee te nemen:

- Grond (in geval van stranden)
- Aanvaring met de oever
- Aanvaring met steigers/palen
- Aanvaring met een boei

Er is een duidelijk verschil tussen het aan de grond lopen door een navigatiefout en het mogelijk aanvaren van een windturbine door een navigatiefout, simpelweg omdat een windturbine duidelijk zichtbaar is en een ondiepte afgelezen moet worden vanaf de kaart. Toch zijn alle ongevallen van het type "aan de grond" lopen mee genomen in deze analyse en de verdere verwerking tot ongevals-kansen die als invoer dienen voor het SAMSON-model. Dit omdat er op basis van de beschikbare gegevens geen duidelijk onderscheid gemaakt kan worden naar de oorzaak van de stranding en hierdoor een duidelijke "worst-case" benadering aangehouden wordt.

In de SOS-database is een selectie gemaakt op basis van de aanwezige omschrijvingen van de ongevallen. In Tabel 5-2 is het aantal geregistreerde "relevante" ongevallen weer gegeven.

In totaal zijn in de periode 2001 – 2012 304 "relevante" ongevallen geregistreerd. Opvallend is dat voornamelijk in de laatste 3 jaren het aantal geregistreerde ongevallen sterk is toegenomen. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de verbeterde registratie.

Tabel 5-2 Overzicht van het aantal "relevante" ongevallen per jaar in het IJsselmeer gebied.

Type ongeval	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Totaal
Grond (i.g.v. stranding)	4	4	3	6	5	2	6	10	24	55	56	80	255
Aanvaring met Oever	0	0	0	0	0	0	1	0	2	7	16	17	43
Aanvaring met Steigers/palen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Aanvaring met boei	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	4
Totaal	4	4	3	6	5	2	8	10	26	63	76	97	304

In de database is ook iets over de oorzaak van de ongevallen vermeld, dit is geen uitgebreide omschrijving, maar geeft wel de globale oorzaak weer. In Tabel 5-3 is een overzicht gegeven van de oorzaken voor de verschillende relevante ongevalstypes in het IJsselmeer gebied. Uit de tabel komt duidelijk naar voren dat slechts voor een derde van de ongevallen een oorzaak is opgenomen in de gegevens. In Figuur 5-1 zijn de locaties van de relevante ongevallen weergegeven. Hierbij is ook het type ongeval en de oorzaak aangeduid.

Tabel 5-3 Overzicht van het aantal geregistreerde relevante ongevallen in het IJsselmeer gebied per type en oorzaak.

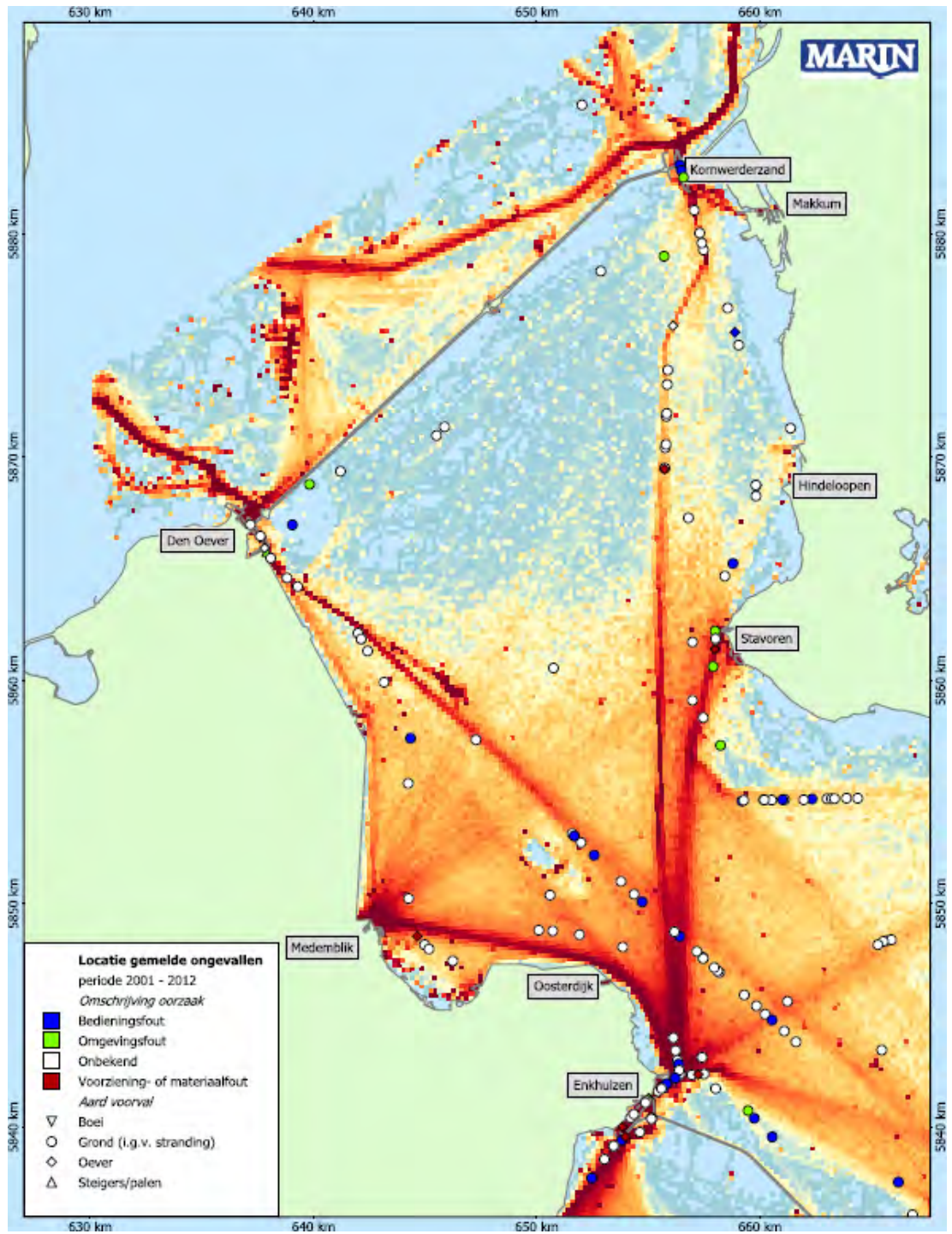
Oorzaak	Boei	Grond	Oever	Steigers/palen	Totaal
Bedieningsfout	3	49	7		59
Omgevingsfout		11	7	2	20
Onbekend	1	187	16		204
Voorziening- of materiaalfout		8	13		21
Totaal	4	255	43	2	304

Ten slotte is gekeken naar de gevolgen van de relevante ongevallen in het gebied en dan met name naar milieuschade en persoonlijke schade. In Tabel 5-4 is een overzicht gegeven van de gemelde milieuschade per ongevalstype over de gehele periode 2001 – 2012. Er zijn slechts 4 gevallen gemeld waarbij mogelijk enige milieuschade geregistreerd is. Echter hierbij dient wel opgemerkt te worden dat voor meer dan 86%

van de ongevallen onbekend is wat de milieuschade was. Echter, hierbij kan aangenomen worden dat in geval van schade dit zeker opgenomen zal worden in de database, dus de ongevallen waarbij de schade onbekend is, zullen zeer waarschijnlijk geen schade gehad hebben.

Tabel 5-4 Overzicht van het aantal geregistreerde relevante ongevallen in het IJsselmeer gebied per type en gevolg.

Milieuschade	Boei	Grond	Oever	Steigers/palen	Totaal
Geen milieugevolgen	0	27	9	2	38
Mogelijk enige milieugevolgen	0	3	1	0	4
Onbekend	4	225	33	0	262
Totaal	4	255	43	2	304



Figuur 5-1 Overzicht locaties van de relevante ongevallen in het IJsselmeer gebied.

5.3 Invoer SAMSON: ongevalskans

Voor de periode 2001-2013 zijn in totaal 304 relevante ongevallen waargenomen in het IJsselmeergebied (IJsselmeer + Markermeer). De gegevens over de scheepstypen ontbraken in de gegevens voor de aanvullende jaren 2011 en 2012. Uit de analyse voor 2001-2010 volgt dat ongeveer 50% van de relevante ongevallen beroepsvaart betrof. Als dit percentage ook aangehouden wordt voor de ongevallen in 2011 en 2013 volgt dat er in de gehele periode 152 relevante ongevallen zijn waargenomen waarbij beroepsvaart betrokken was. Dit betekent ruim 12 ($152/12=12,7$) ongevallen per jaar (in het hele IJsselmeer gebied)

In totaal zijn er 3 miljoen vaartuigkilometers per jaar afgelegd door beroepsvaart in het gehele IJsselmeergebied (gebaseerd op gegevens uit BIVAS). Dit geeft een ongevalskans per miljoen vaartuigkilometer van 4,22 ($12,7 / 3$). De ongevalskans per nautische mijl (nm^3), nodig binnen het SAMSON model, wordt $7,82\text{E-}6$ ($=4,22 * 1.852$). Deze nieuw bepaalde ongevalskans is gebruikt in de uiteindelijke berekeningen met het SAMSON-model.

Dit is dus een ongevalskans die gebaseerd is op alle ongevallen in het gehele IJsselmeergebied in de periode 2001-2012, wat betekent dat het een worst-case benadering betreft, omdat veel van de ongevallen op een ander deel van het IJsselmeer plaatsvonden.

	2001-2012 (alleen beroepsvaart)
Relevante ongevallen SOS per jaar	12,67
Totaal aantal vrtgkm (per jaar, BIVAS)	3.000.000
Ongevalskans per vaartuig km	4,22E-06
Ongevalskans per vaartuig nm	7,82E-06

³ nm = nautische mijl; 1 nm = 1852 m = 1.852km

5.4 Resultaten KNRM

Om beter inzicht te krijgen in het aantal incidenten/acties per jaar en de belangrijkste oorzaken van de incidenten is een analyse uitgevoerd van de KNRM acties over de jaren 2005 (vanaf juni) tot en met heel 2010. Deze gegevens zijn beschikbaar gesteld door de KNRM voor het hele IJsselmeer gebied.

De acties zijn onderverdeeld in 6 typen. In Tabel 5-5 is een totaal overzicht gegeven van het aantal acties per type en jaar. In de tabel zijn alle acties weergegeven zoals deze in de toegeleverde gegevens zitten. In totaal zijn er in de gegeven periode 3.633 acties uitgevoerd op het IJsselmeer, gemiddeld 660 acties per jaar. De tabel laat zien dat het aantal actie per jaar vrijwel constant is. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de gegevens over 2005 voor een half jaar zijn.

Tabel 5-5 Overzicht van het aantal acties per jaar op het IJsselmeer ingedeeld in actie type.

aard actie	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Totaal
Hulpverlening / redding	340	519	638	586	601	564	3.248
Loos alarm (geen zoekactie)	8	7	8	9	17	8	57
Medische evacuatie	2		2	8	4	15	31
Stoffelijk overschot bergen				3		1	4
Zoekactie	21	67	27	59	57	52	283
(blank)						10	10
Totaal	371	593	675	665	679	650	3.633

Niet alle type acties zijn relevant voor deze studie. In de verdere analyse is een selectie gemaakt waarbij alleen gekeken wordt naar een bepaald type actie en een bepaald relevant scheepstype. In Tabel 5-6 zijn nogmaals alle acties weergegeven, maar nu per actie type en scheepstype. In groen is weergegeven welke hoofdcategorieën er relevant zijn voor deze studie en dus meegenomen zijn in de verdere verwerking.

Tabel 5-6 Aantal acties in de periode juni 2005 tot en met 2010 per type actie en type schip.

aard actie	Scheepstype				Totaal
	Beroepsvaart	Divers.	Watersport	Onb.	
Hulpverlening / redding	223	43	2.979	3	3.248
Loos alarm (geen zoekactie)	6	5	46		57
Medische evacuatie	10	4	17		31
Stoffelijk overschot bergen		4			4
Zoekactie	12	127	144		283
(blank)			3	7	10
Grand Total	251	183	3.189	10	3.633

Alleen de "hulpverlening/redding" en "zoekactie" voor de beroepsvaart en de watersport zijn geselecteerd. Hierbij zijn ook, voor het vervolg van de analyse, voor de categorie "watersport" de kano's, kitesurfers, duikers en windsurfers weggelaten. Dit type kleine recreatievaart is niet relevant voor de locatie, aangezien deze niet of minimaal op de locatie zullen varen/voorkomen.

In Tabel 5-7 is het uiteindelijke aantal relevante (gebaseerd op type actie en vaartuig) incidenten weergegeven per jaar. In totaal zaten er in de database met relevante incidenten 3.227 incidenten, gemiddeld 587 per jaar. Hierbij waren er gemiddeld 43 incidenten waarbij beroepsvaart betrokken was en gemiddeld 544 waarbij een recreatievaartuig/watersport betrokken was.

Tabel 5-7 Totaal aantal relevante incidenten/acties per jaar.

datum actie	Beroepsvaart	Watersport ⁴	Totaal
2005 (half jaar)	19	327	346
2006	34	494	528
2007	66	538	604
2008	55	540	595
2009	28	571	599
2010	33	522	555
Totaal	235	2.992	3.227
Gemiddeld per jaar	43	544	587

In de gegevens is niet de exacte locatie opgenomen van het incident, wel is het station weergegeven van waaruit de actie is gestart. Dit geeft een indicatie van waar het incident heeft plaatsgevonden. In Tabel 5-8 is een overzicht gegeven van het aantal relevante incidenten per station. De meeste incidenten werden uitgevoerd vanuit Enkhuizen, Marken en Urk. De locatie waaruit een actie is ondernomen is veelal gerelateerd aan de locatie van het incident, het kan echter ook te maken hebben met het materieel dat nodig is voor het uitvoeren van de actie en op een specifiek station is gesitueerd.

Tabel 5-8 Overzicht van het station van waaruit de actie heeft plaatsgevonden voor de relevante incidenten op het IJsselmeer

Station	Beroepsvaart	Watersport ⁵	Totaal
Andijk	3	124	127
Den Helder		1	1
Den Oever	4	61	65
Enkhuizen	55	710	765
Hindeloopen	10	325	335
Huizen	5	190	195
Lemmer	34	365	399
Marken	35	614	649
Medemblik	3	153	156
Neeltje Jans	1		1
Scheveningen		1	1
Terschelling-West		1	1
Urk	84	447	531
Warder	1		1
Totaal	235	2.992	3.227

Voor de gemelde acties/incidenten is ook een oorzaak weergegeven. De oorzaken zijn in 4 hoofdcategorieën in gedeeld; Aversij, weersomstandigheden, menselijke fout en overige oorzaken. In Tabel 5-9 is het totaal aantal acties/incidenten per hoofdcategorie weergegeven. In de tabel is ook onderscheid gemaakt tussen beroepsvaart en

⁴ Hierbij zijn in deze tabel de (kite)surfers en roeiboten weg gelaten.

⁵ Hierbij zijn in deze tabel de (kite)surfers en roeiboten weg gelaten.

recreatievaart betrokken bij het incident. In Tabel 5-10 zijn de procentuele verdeling van de oorzaken per scheepstype gegeven. In totaal was voor ruim 47% van de incidenten "averij" de oorzaak van het incident waarvoor assistentie gevraagd is van de KNRM. Voor de beroepsvaart ligt dit percentage iets lager, namelijk 34%

Een doel van de analyse van de KNRM gegevens is het bepalen van een motor- of stuurinrichtingstoring voor de recreatievaart, waardoor het vaartuig mogelijk niet meer onder controle is. Hierdoor zou het vaartuig tegen een turbine kunnen drijven als het zich in het park bevindt. Doordat de ruimte tussen de turbines relatief groot is ten opzichte van de afmetingen van de recreatievaart is de kans dat een navigatiefout leidt tot een daadwerkelijke aanvaring met een turbine erg klein, mede als mee wordt genomen dat het gebied een laag gebruik kent voor de recreatievaart en dat de intensiteit nog verder zal afnemen bij slecht zicht condities. De kans op een aanvaring door een navigatiefout wordt derhalve niet nader beschouwd. Daarom is hier voornamelijk geconcentreerd op de kans op een motor- of stuurinrichtingstoring (averij)

Tabel 5-9 Overzicht van de oorzaken van de incidenten per type schip.

Oorzaak	Beroepsvaart	Watersport ^b	Totaal
Averij	79	1.425	1.504
Weersomstandigheden	26	86	112
"Menselijke" fout	29	687	716
Overig	101	794	895
Totaal	235	2.992	3.227

Tabel 5-10 Procentuele verdeling over de oorzaken van incidenten per type schip.

Oorzaak	Beroepsvaart	Watersport ^c	Totaal
Averij	34%	48%	47%
Weersomstandigheden	11%	3%	3%
"Menselijke" fout	12%	23%	22%
Overig	43%	27%	28%
Totaal	100%	100%	100%

Tenslotte is nog gekeken naar de afmetingen van de schepen betrokken bij de incidenten. In Tabel 5-11 is het aantal relevante incidenten, met oorzaak averij weergegeven per vaartuigtype en lengte klasse. Echter voor ruim 42% van de schepen was de lengte niet ingevuld in de database, maar aangenomen kan worden dat het hierbij dan ook om de kleinere vaart gaat (<25m). Verder valt op dat in totaal slechts 2,3% van de schepen betrokken bij een relevant incident met als oorzaak averij langer waren van 25m.

⁶ Hierbij zijn in deze tabel de (kite)surfers en roeiboten weg gelaten.

⁷ Hierbij zijn in deze tabel de (kite)surfers en roeiboten weg gelaten.

Tabel 5-11 Aantal relevante incidenten met oorzaak “averij” per lengteklasse en scheepstype.

Oorzaak	Beroepsvaart	Watersport ⁸	Totaal
onbekend	25	611	636
0-25	22	811	833
25-50	14	2	16
50-75	15		15
75-100	3	1	4
Totaal	79	1.425	1.504

De conclusie op basis van de geleverde gegevens is dan ook dat averij (motor-of stuurinrichtingstoring) de oorzaak is van ruim 47% van de relevante incidenten waarbij de KNRM in actie is gekomen.

Belangrijk hierbij is dat de kans op een motorstoring/averij onafhankelijk is van het wel of niet varen in een windpark. Aangenomen is dat het windpark dus niet de kans op averij (motorstoring) zal beïnvloeden.

Deze analyse van de acties van de KNRM wordt gebruikt om de kans dat een recreatievaartuig tegen een windturbine aanvaart/aandrijft te bepalen, in 6.2.

⁸ Hierbij zijn in deze tabel de (kite)surfers en roeiboten weg gelaten.

6 AANVAAR/AANDRIJFKANSEN

6.1 Resultaten beroepsvaart: SAMSON

Het “extra” risico voor de beroepsvaart in de vaarroute langs de geplande locatie bestaat uit een aanvaring met een te plaatsen windturbine en de gevolgen van een dergelijke aanvaring.

De kans op een aanvaring is bepaald met het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea). Dit model is al voor vele vergelijkbare studies gebruikt, waaronder de risico's van windparken op de Noordzee. Een korte beschrijving is gegeven in 6.1.1. In 6.1.2 wordt het contact-model binnen het SAMSON model beschreven, een uitgebreide omschrijving hiervan is opgenomen in Bijlage B.

6.1.1 SAMSON-model

De aanvaarfrequenties zijn bepaald met behulp van ongevalsmodules van het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea). Het model is ontwikkeld voor Rijkswaterstaat en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Ook wordt het SAMSON-model gebruikt om de impact van deze ongevallen op het veiligheidsniveau te voorspellen. Een algemene beschrijving van het model kan worden gevonden in [1]. In de executive summary van POLSSS, Policy for Sea Shipping Safety [2], wordt beschreven op welke wijze SAMSON gebruikt is om de kosten en gevolgen van een groot aantal beleidsmaatregelen te voorspellen.

Het SAMSON-model is al verscheidene keren gebruikt buiten de Noordzee en binnen havens. Indien het mogelijk was heeft een validatie plaatsgevonden tussen de voorspellingen van de modellen en de waargenomen ongevallen. Het gaat echter vaak om een zeer klein aantal waargenomen ongevallen of een korte observatieperiode. Bij alle studies, waar het mogelijk was een validatie uit te voeren, bleken de voorspellingen in lijn te liggen met de werkelijke situatie.

Hoewel het SAMSON-model ontwikkeld is voor de open zeegebieden is er voor deze studie naar de aanvaarkans van de windturbines in het IJsselmeer toch voor gekozen om het model te gebruiken. Een andere mogelijkheid is de aanvaarkans te bepalen op basis van alleen het aantal scheepsbewegingen in de buurt van de windturbines zonder naar de volledige verkeersafwikkeling te kijken. Met deze methode kan alleen een “globale” aanvaarkans met het windpark bepaald worden; terwijl met behulp van het volledige SAMSON-model de aanvaarkans voor de specifieke windturbines bepaald kan worden.

Het risico kan beschouwd worden als de kans op een niet-wenselijke gebeurtenis vermenigvuldigd met de consequentie van deze gebeurtenis. Binnen deze studie is de niet-wenselijke gebeurtenis een aanvaring (contact) van een passerend schip met een van de windturbines.

6.1.2 Contact model

De aanvaarkansen voor de windturbines worden bepaald met behulp van het SAMSON-model, de verkeersgegevens en de routestructuur. Eén van de modellen binnen SAMSON bepaalt het aantal aanvaringen met een vast object.

De kans op een aanvaring met een object wordt in twee stappen bepaald. Het contact-model bepaalt eerst het aantal mogelijke gevaarlijke situaties, in dit geval het aantal zogenoemde kritische vaartuigmijlen. Eerst wordt bepaald op welk gedeelte van de scheepvaartroute een schip geen fout mag maken. Omdat op dit kritische deel van de vaartroute een schip het object zal raken als er wel iets “mis” gaat. Hieruit volgt dus het aantal kritische mijlen (kilometers) van een vaartroute. Vervolgens wordt dit vermenigvuldigd met het aantal schepen dat voorbij komt per jaar, zodat uiteindelijk het aantal kritische vaartuigmijlen bepaald is. Bij het bepalen van de kritische mijlen van een vaartroute wordt rekening gehouden met de afstand tot het object en de afmetingen van het schip. Er wordt geen rekening gehouden met het gebruik van een anker, dit kan later worden toegevoegd als aanvullende maatregel.

Dit aantal kritische vaartuigmijlen (of km) wordt vervolgens vermenigvuldigd met de kans dat het daadwerkelijk mis gaat. Deze kans is gebaseerd op ongevalstatistiek (zie 5.3).

Aanvaringen met een object kunnen naar toedracht onderverdeeld worden in twee hoofdtypen:

- *Ramming*: een aanvaring waarbij het schip wel onder controle is, maar door wat voor oorzaak dan ook tegen het object aanvaart
- *Drifting*: het schip is door een technische storing niet meer bestuurbaar en drijft onder invloed van stroom, wind en golven tegen het object.

Als een schip een navigatiefout maakt en dit wordt te laat ontdekt dan kan dit leiden tot een *ramming*. De snelheid van het schip bij de aanvaring is vrijwel gelijk aan de vaarsnelheid, en de richting waarin het schip zich beweegt is vrijwel gelijk aan de originele vaarrichting.

Als een schip een motorstoring krijgt gaat het *driften* en is het niet meer te besturen. Als gevolg hiervan kan een schip richting een object driften en er tegenaan drijven, indien de storing niet op tijd gerepareerd kan worden. De snelheid van het schip bij dit type aanvaring is lager dan de vaarsnelheid.

Het tijdsinterval in de huidige studie tussen de start van de motorstoring en de aanvaring met de turbine is relatief kort, aangezien de afstand tussen de vaartroute en de objecten relatief klein is. Hierdoor zal de driftrichting van het schip weinig verschillen van de vaarrichting.

De ongevalskans, hier dus de kans per vaartuigmijl dat er “iets” mis gaat wat leidt tot een aanvaring met de oever/object, bevat in dit geval beide genoemde type oorzaken. Daarbij wordt bij het bepalen van de ongevallen gebruik gemaakt van de totale ongevaldatabase, dus de invloed van de eigenschappen van het gebied zoals stroming, wind, golfklimaat zitten “in” de ongevalskans.

6.1.3 Resultaten

Een contact met een vast object kan het gevolg zijn van twee mogelijke hoofdoorzaken, een navigatiefout (menselijke fout) en een motor- en/of stuurinrichtingstoring. Omdat het uit de ongevallen database onvoldoende duidelijk is wat de echte oorzaak van een ongeval geweest is, kan in de ongevalskans geen echt onderscheid gemaakt worden tussen beide oorzaken. Binnen het model wordt dus gewerkt met één ongevalskans, die beide oorzaken omvat. Dit betekent dat de resultaten van het model zowel de aanvaars- als de aandrijffrequenties zijn.

De kans op het aanvaren/aandrijven van een windturbine is bepaald voor zeven inrichtingsvarianten. In Bijlage A zijn de zeven varianten gegeven met de dichtheid van het verkeer op de achtergrond. Voor iedere variant is de kans per turbine bepaald. In Tabel 6-1 is een overzicht gegeven van de totale verwachte aanvaar/aandrijffrequentie per jaar voor de eerste vier varianten.

Tabel 6-1 Totale en gemiddelde aanvaar/aandrijffrequentie voor de vier verschillende inrichtingsvarianten.

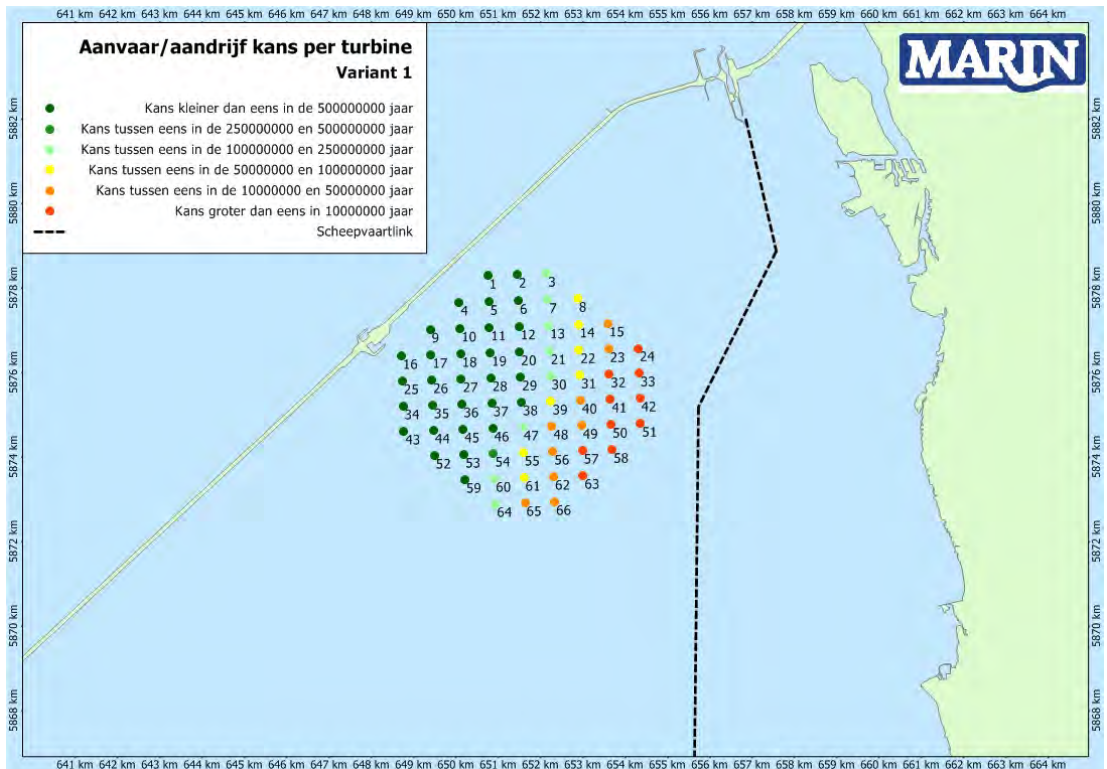
	Aantal turbines	Totale Frequentie	Gem. eens per ... jaar	Gem. kans per turbine	Frequentie turbine met max. freq
Variant 1	66	9,485E-06	105.426	1,437E-07	2,48E-06
Variant 2	100	1,049E-04	9.537	1,049E-06	4,71E-05
Variant 3	47	2,006E-05	49.839	4,269E-07	6,76E-06
Variant 4	65	1,688E-04	5.924	2,597E-06	1,10E-04

In de tabel is de naast de totale frequentie voor het hele park, ook de gemiddelde aanvaarkans per turbine weergegeven. In de laatste kolom is de frequentie weergegeven van de turbine met de hoogste aanvaarfrequentie binnen die variant. De totale aanvaar/aandrijffrequentie voor het park varieert tussen de eens in de bijna 6.000 jaar en eens in de meer dan 100.000 jaar. De aanvaar/aandrijffrequenties zijn dus erg laag.

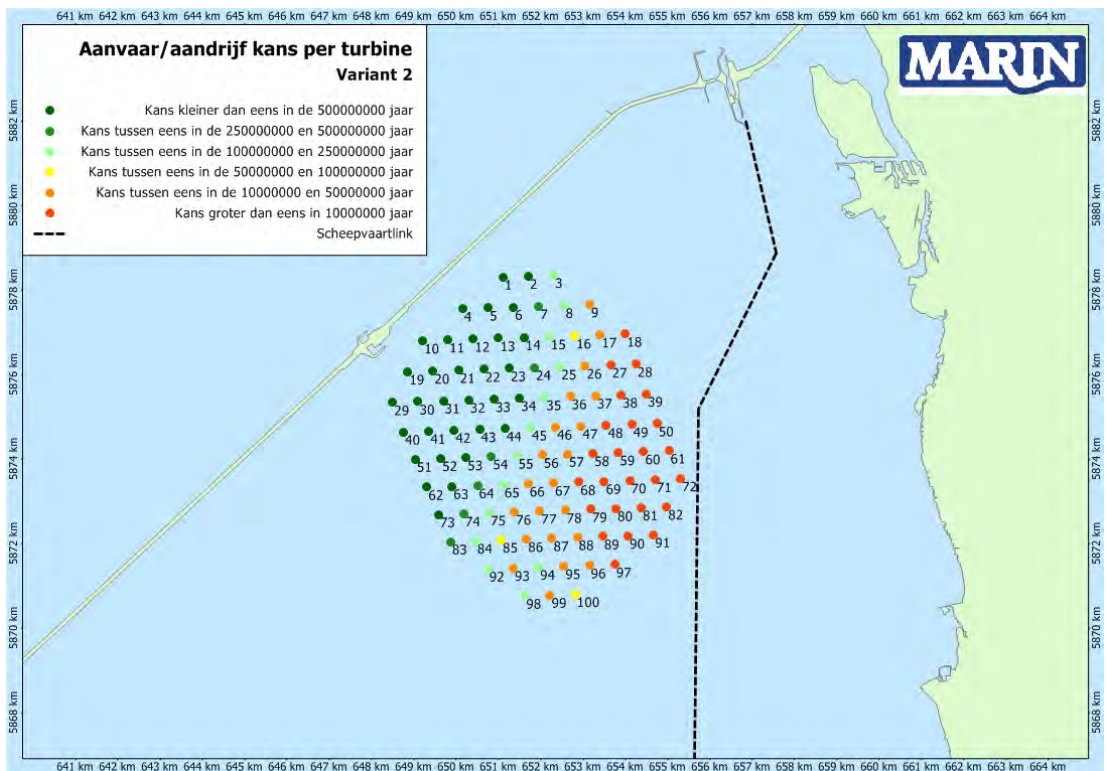
De hoogste totale frequentie is voor variant 4, met 1,688E-04 incidenten per jaar. Het verwachte aantal keren per jaar dat er een ongeval plaatsvindt op het IJsselmeer is, op basis van de ongevalsanalyse in hoofdstuk 5, 12,67 keer per jaar. De additionele faalfrequentie vanwege de plaatsing van het windpark bedraagt daarmee $1,688E-04/12,67=0,0013\%$. Merk op dat deze additionele frequentie afhangt van het beschouwde gebied. Als het verwachte aantal incidenten in het gebied rond het windpark beschouwd wordt, dus 0,24 incidenten (1.9% van 12,67), is de additionele faalfrequentie $1,688E-04/0,24=0,07\%$.

Opvallend is dat de totale kans voor inrichtingsvariant 4 hoger is dan die voor inrichtingsvariant 2, terwijl het aantal turbines bij variant 2 veel hoger ligt. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de turbine dichtbij de vaarroute (nr. 48). Bijna 65% van de totale aanvaar/aandrijffrequentie wordt door deze turbine bepaald. Ook voor variant 2 geldt dat 1 turbine verantwoordelijke is voor bijna 45% van de totale aanvaar/aandrijffrequentie.

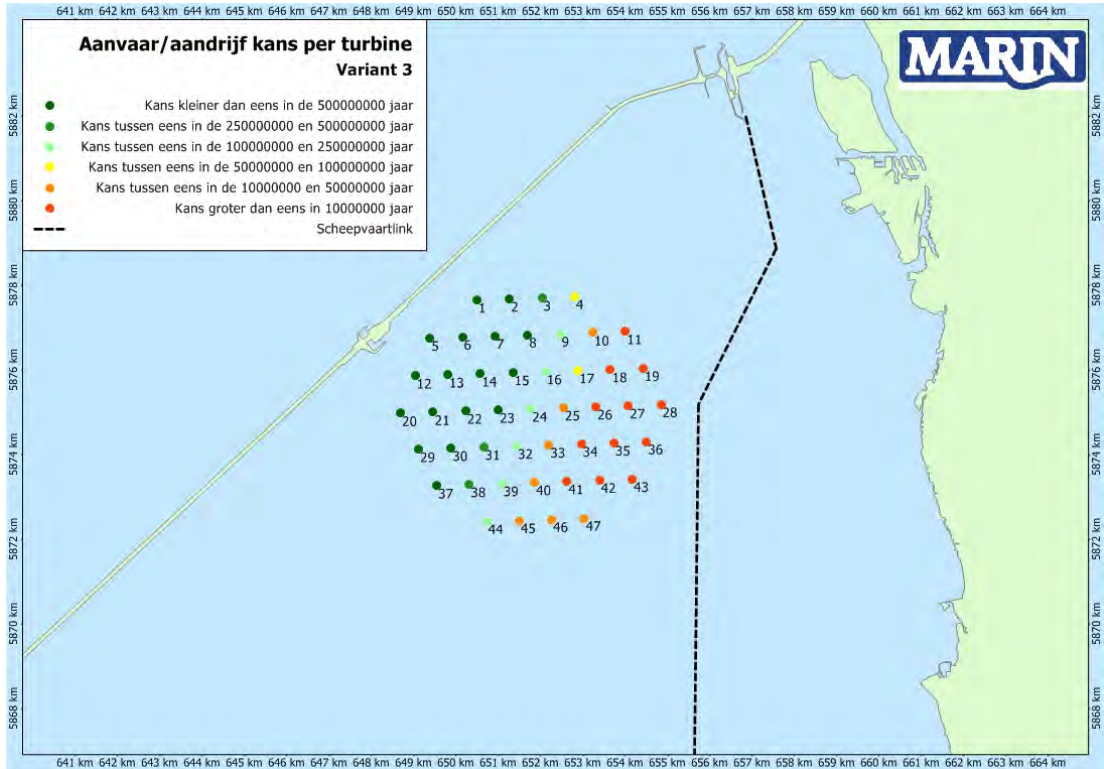
In Figuur 6-1 tot en met Figuur 6-4 is met kleur de kans per turbine weer gegeven voor alle inrichtingsvarianten. Duidelijk zichtbaar is dat de turbines dichtbij de vaarroute een hogere kans hebben aangevaren te worden door verkeer vanuit de vaarroute.



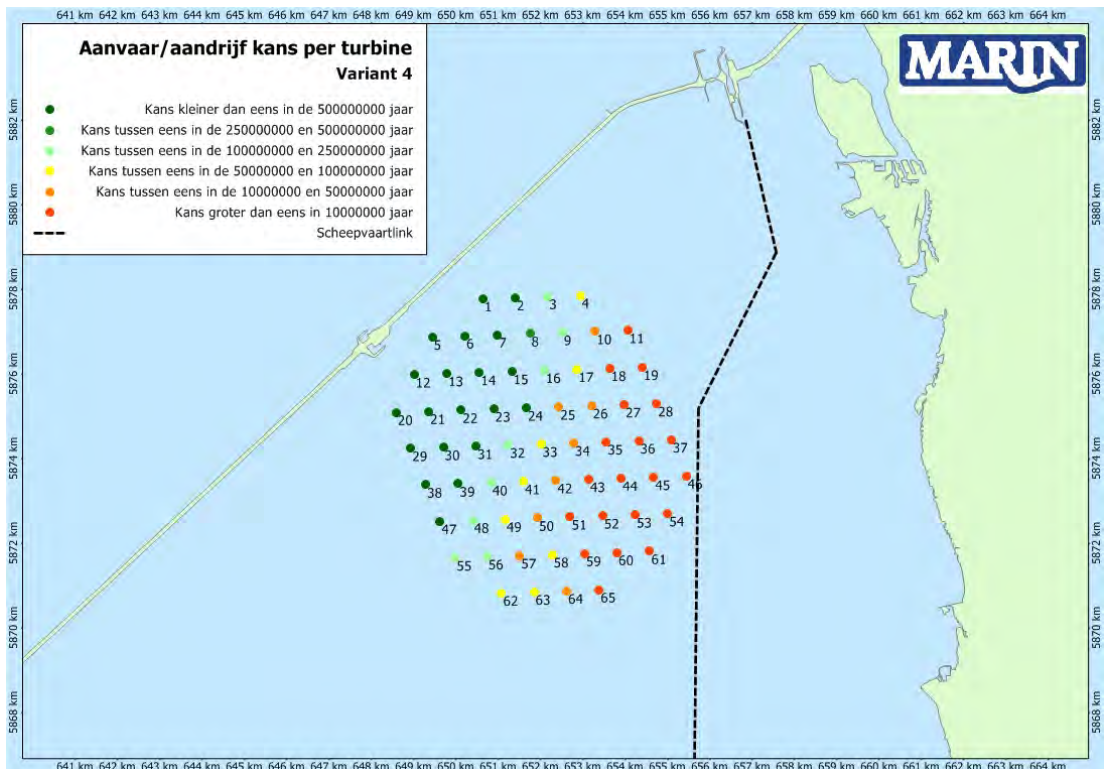
Figuur 6-1 Aanvaar/aandrijffrequenties per turbine; variant 1



Figuur 6-2 Aanvaar/aandrijffrequenties per turbine; variant 2



Figuur 6-3 Aanvaar/aandrijffrequenties per turbine; variant 3



Figuur 6-4 Aanvaar/aandrijffrequenties per turbine; variant 4

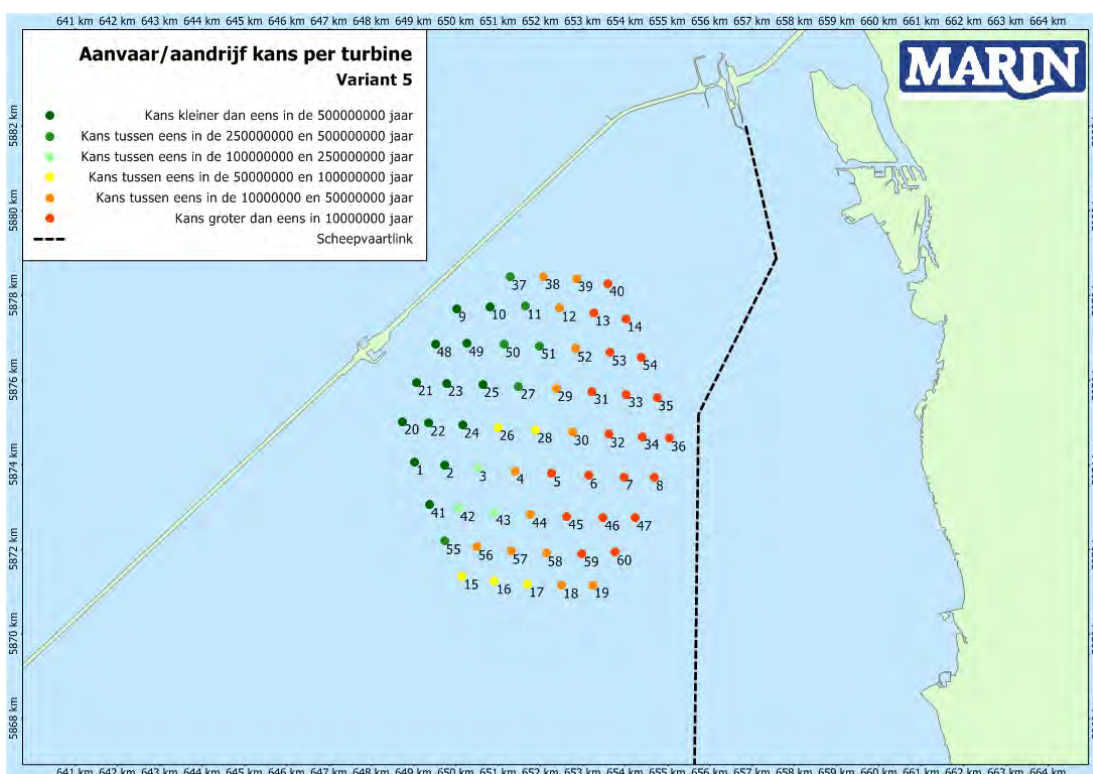
In Tabel 6-2 is een overzicht gegeven van de totale verwachte aanvaar/aandrijffrequentie per jaar voor de drie geoptimaliseerde inrichtingsvarianten.

Tabel 6-2 Totale en gemiddelde aanvaar/aandrijffrequentie voor de drie geoptimaliseerde inrichtingsvarianten.

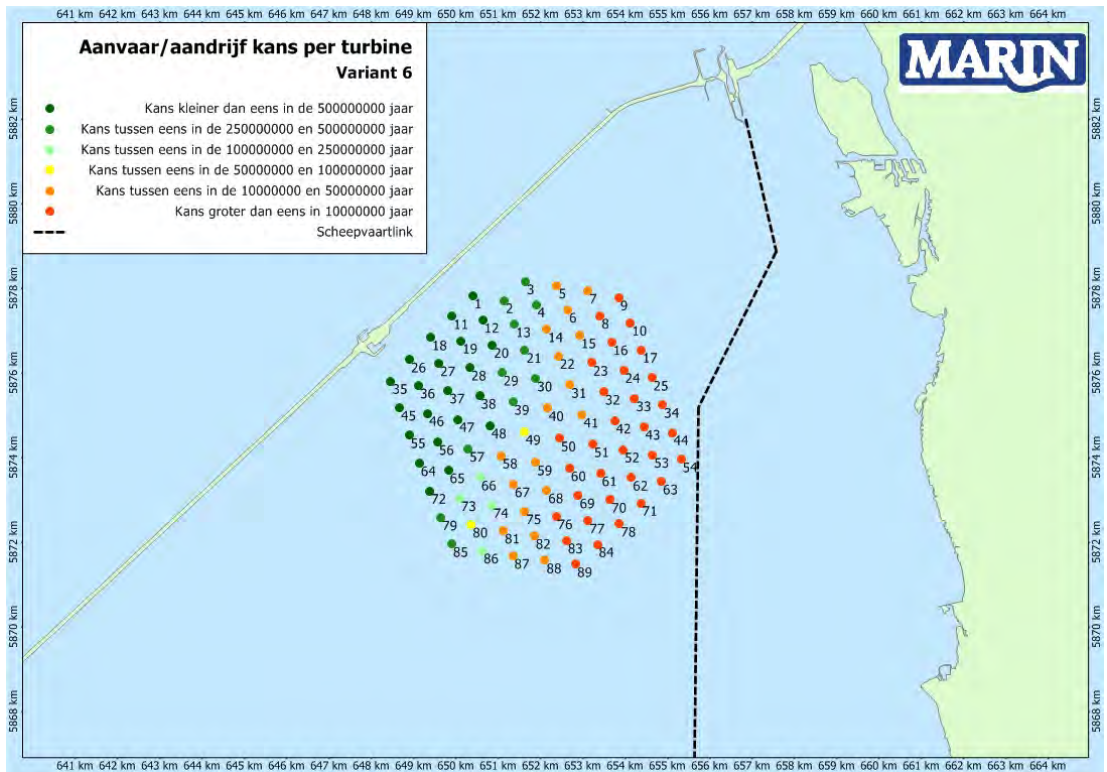
	Aantal turbines	Totale Frequentie	Gem. eens per ... jaar	Gem. kans per turbine	Frequentie turbine met max. freq
Variant 5	60	9,551E-05	10.470	1,592E-06	2,86E-05
Variant 6	89	1,488E-04	6.720	1,672E-06	2,84E-05
Variant 7	65	1,009E-04	9.907	1,553E-06	2,73E-05

De totale aanvaar/aandrijffrequentie voor de drie geoptimaliseerde varianten varieert tussen de eens in de ruim 6.500 jaar en eens in de meer dan 10.000 jaar.

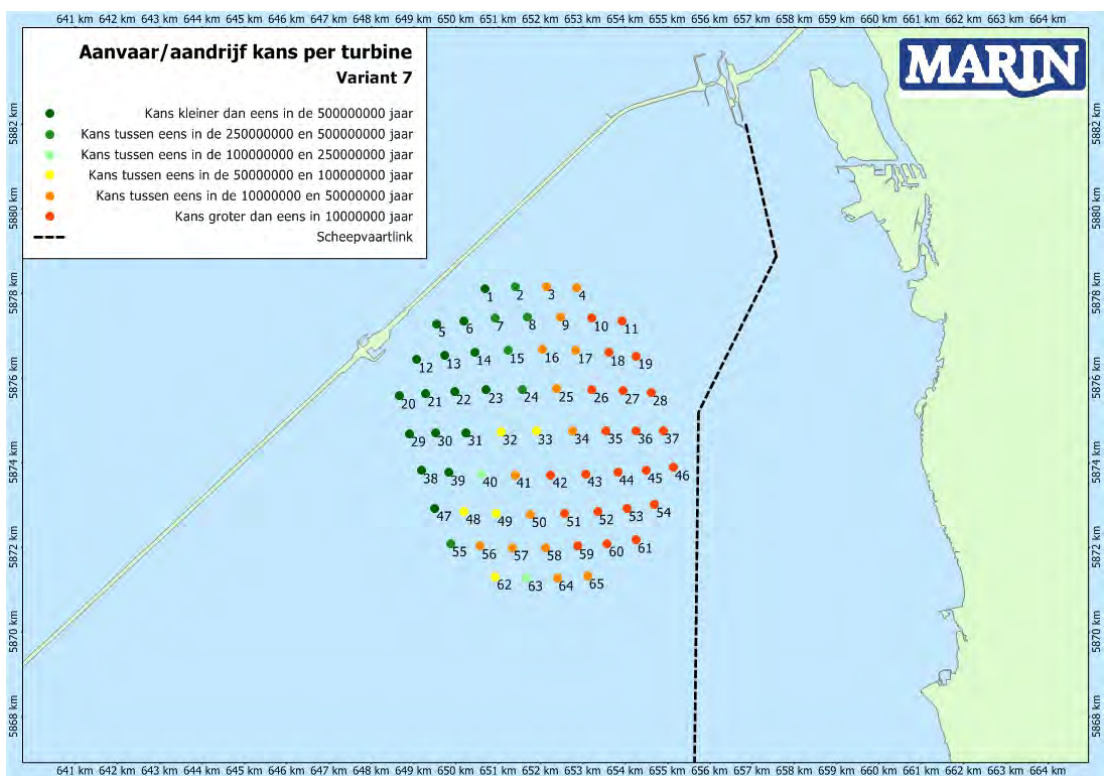
De hoogste totale frequentie is voor variant 7, met 1,488E-04 incidenten per jaar. De additionele faalfrequentie vanwege de plaatsing van het windpark bedraagt daarmee $1,488E-04/12,67=0,0012\%$.



Figuur 6-5 Aanvaar/aandrijffrequentie per turbine; variant 5



Figuur 6-6 Aanvaar/aandrijffrequentie per turbine; variant 6



Figuur 6-7 Aanvaar/aandrijffrequentie per turbine; variant 7

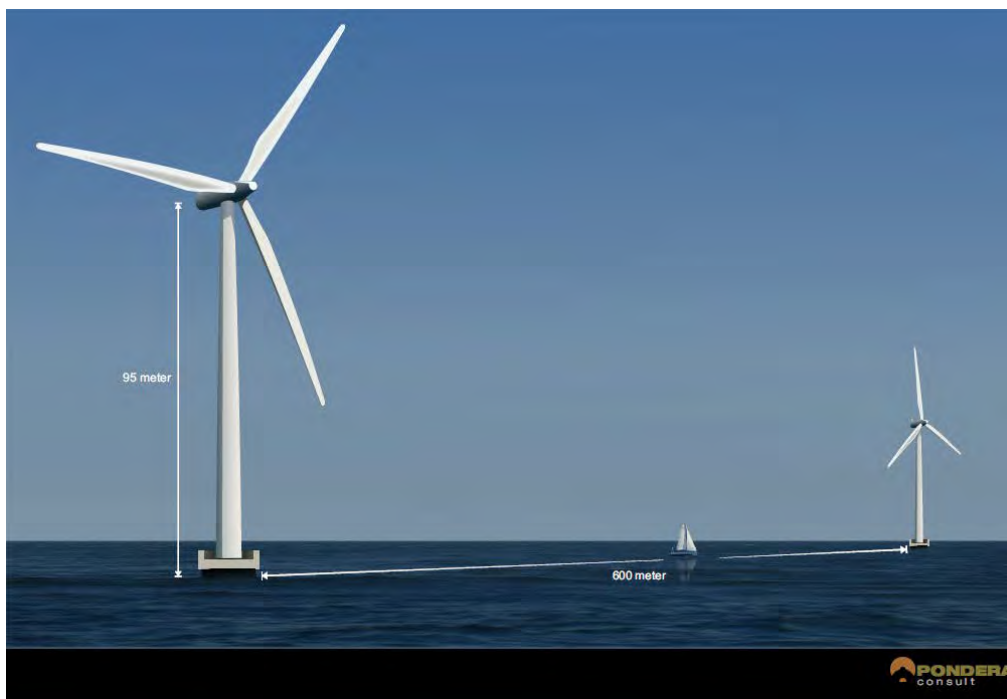
6.2 Aanvaarkansen recreatievaart

Recreatievaart vaart minder volgens vaste vaarroutes. Daarom is de aanvaar/aandrijf frequentie voor deze groep schepen niet bepaald met het SAMSON model. Daarnaast is het voor deze groep schepen straks toegestaan om in het park te varen.

6.2.1 Aanvaren/aandrijven turbine

Het extra risico voor de recreatievaart in het windpark bestaat uit de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart/aandrijft en de mogelijke gevolgen hiervan. Uit de analyse van de KNRM gegevens is gevonden dat 47% van de relevante incidenten bestaat uit een motorstoring/averij voor de recreatievaart. Dit betekent dat voor 47% van de incidenten waarbij hulp in geroepen is van de KNRM averij als oorzaak op gegeven is. Indien deze motorstoring plaatsvindt binnen een windpark bestaat de kans dat het schip tegen een paal aan drijft.

Naast de kans op het raken van een turbine als gevolg van een motor- of stuurinrichtingstoring kan ook een navigatiefout leiden tot een aanvaring met een turbine. Echter door de afstand tussen de palen (600m) in verhouding tot de grootte van de recreatieschepen die in het gebied varen is de kans hierop erg klein. Daarnaast zijn de recreatieschepen veelal (kleine) schepen die goed manoeuvreerbaar zijn en dus nog op het laatste moment voldoende kunnen uitwijken/corrigeren om een aanvaring te voorkomen.



Figuur 6-8 Situatie schets van de verhoudingen tussen de afstand tussen de palen en de afmetingen van een recreatieschip van 12 m.

Echter, met mist of slecht zicht door regen is de kans op het maken van een navigatiefout groter en is de tijd om te corrigeren ook korter omdat pas later de paal waargenomen wordt. Dit betekent dat de kans op een aanvaring tijdens slechtweer situaties groter is. Echter recreatieschepen varen veelal tijdens relatief goede weercondities. Daarnaast kan door duidelijke markering aan te brengen op de palen, die duidelijk zichtbaar is met mist/regen, de kans op een navigatiefout verkleind worden.

6.2.2 Gevolgen aanvaring/aandrijving

In eerdere studie is aangenomen dat er minimaal 2 MJoules nodig is om een turbine "om te varen". Deze energie ontstaat niet bij een aanvaring met een recreatievaartuig. Dit betekent dat de schade aan de turbine door een aanvaring van een recreatievaartuig verwaarloosbaar is, gezien de relatief lage snelheid en massa van deze categorie schepen. Schade aan het vaartuig kan daarentegen wel, in meer of mindere mate, optreden. Dit betekent dat de consequenties van een aanvaring/aandrijving met een windturbinepaal voor het schip en de bemanning in potentie groot kunnen zijn, in sommige gevallen zodanig dat een SAR-actie gewenst is.

Om de consequenties voor de schepen in het park te beperken zouden stootkussens aangebracht kunnen worden aan de palen. Verdere aanbevelingen zijn aan het einde van de rapportage opgenomen.

6.2.3 Schatten van het risico dat een klein schip tegen een windturbine komt.

Het grootste risico dat het varen in een windpark oplevert voor een klein schip lijkt het incident te zijn waarbij een motorstoring of andere averij optreedt waardoor het schip niet meer onder controle is en op drift raakt. Indien deze averij/motorstoring plaatsvindt binnen een windpark en tijdig ankeren niet succesvol of mogelijk is, bestaat de kans dat het op drift geraakte schip daarbij een van de windturbines raakt, waarbij afhankelijk van de wind en golven kleine of zeer grote schade (zinken van het schip) kan ontstaan. Ankeren is niet altijd succesvol, vanwege bijvoorbeeld te harde wind. De kabels van het windpark zullen op twee meter onder de bodem komen te liggen, waardoor deze niet van invloed zullen zijn op de mogelijkheid tot ankeren.

Uitgangspunt bij het bepalen van de kans op een incident waarna het schip op drift raakt zijn de acties van de KNRM. Er zijn gemiddeld 544 relevante incidenten met recreatievaart per jaar op het IJsselmeer. In totaal betrof het gemiddeld bijna 260 incidenten met recreatievaart die veroorzaakt werden voor averij. Hierbij zijn (kite)surfers, roeiboten e.d. buiten beschouwing gelaten.

Deze incidenten zullen echter lang niet altijd in een windpark plaatsvinden. Verreweg de meeste recreatievaart bevindt zich buiten het zoekgebied voor het windpark (Figuur 4-1). Echter door een uniforme verdeling over het IJsselmeer aan te nemen, wordt een worst-case/conservatieve benadering beschouwd.

Het grootste oppervlakte van de inrichtingsvarianten betreft variant 4, met een oppervlakte van 35 km², dit is 1,9% van het totale oppervlakte van het IJsselmeergebied (1.800 km²). Als er aangenomen wordt dat het recreatieverkeer uniform verdeeld is over het IJsselmeer betekent dit dat er gemiddeld maximaal 4,9 incidenten als gevolg van averij plaatsvinden in het windpark (1,9% van 260 incidenten met recreatievaart veroorzaakt door averij). In totaal worden er dus gemiddeld per jaar 4,9 schepen op drift verwacht in het park (recreatievaart). Hierbij dient te worden opgemerkt dat het hier om een conservatieve, worst-case beschouwing gaat. Niet alle schepen met averij zullen dusdanige problemen hebben dat het schip totaal niet meer onder controle is. Daarnaast is, zoals besproken in 4.7 de recreatievaart niet uniform verdeeld over het IJsselmeer. Er is waarschijnlijk minder dan 1,9% van het recreatieverkeer aanwezig op de locatie van het windpark.

Wanneer een schip in het windpark op drift raakt dan zal het schip het park uitdrijven. De kans dat hierbij een windturbine wordt geraakt hangt af van de grootte van het schip en het aantal rijen met windturbines dat moet worden gepasseerd voordat het vrije water wordt bereikt. Uitgaande van een windpark van 5 MW is de maximale verwachte kans

dat het schip een windturbine raakt (20m (= lengte van het schip) + 6m (= diameter windturbine)) / (600m (= ruimte tussen de turbines) + 6m (=diameter van windturbine)), dus $26/606 = 0,042$. Vanuit het midden van het park zal een vaartuig maximaal 5 rijen turbines kunnen passeren. Gemiddeld zijn dit dus 3 rijen. Stel dat gemiddeld 3 rijen gepasseerd moeten worden voordat de het gebied buiten het park bereikt wordt dan is de kans op het schadevrij bereiken van het gebied buiten het park gelijk aan $(1-0,042)^3 = 0,87$, dus de kans op het raken van minstens 1 windturbine gelijk aan 0,123. Uitgaande van een windpark van 6MW is de ruimte tussen de turbines 720 meter, wat de kans op het raken van minstens 1 windturbine gelijk maakt aan 0,104.

Bij de 4,9 incidenten per jaar in een windpark wordt de kans op het raken van een turbine $4,9 * 0,123 = 0,603$, uitgaande van een windpark van 5MW. Dit betekent dus gemiddeld eens in de 1,7 jaar een incident waarbij een recreatievaartuig dat zich in het park bevindt tegen een turbine aandrijft als gevolg van averij.

Hierbij wordt geen rekening gehouden met het feit dat een aandrijving voorkomen kan worden door het gebruik van het anker. Ook kan de averij verholpen zijn voor een paal geraakt wordt, of de KNRM is op tijd ter plaatse naar aanleiding van een noodoproep of hulp door derden. Het is de verwachting dat het grootste deel van de averij niet leidt tot aanvaring. Indien wordt aangenomen dat 90% van de aandrijvingen dus nog voorkomen kan worden door het gebruik van het anker, betekent dit dat de kans op een aandrijving door recreatievaart in het park 0,06039 per jaar is. Dit betekent dus eens in de 17 jaar.

Daarnaast is, zoals besproken in 4.7 de recreatievaart niet uniform verdeeld over het IJsselmeer. Er is waarschijnlijk minder dan 1,9% van het recreatieverkeer aanwezig op de locatie van het windpark. Dit zou dan betekenen dat ook het verwachte aantal incidenten in het windpark lager is dan 4,9 incidenten per jaar. Bij minder incidenten per jaar, wordt de kans op het raken van een turbine proportioneel lager.

Dit aantal zal in de praktijk kleiner worden doordat:

- De KNRM al bij het schip kan zijn voordat het uit het windpark is gedreven is of tegen een paal gedreven is;
- De oorzaak van het driften verholpen is voordat een paal geraakt is;
- De paal als afmeersteiger kan fungeren om drift te stoppen.

Het verwachte aantal incidenten met recreatievaartuigen in het gehele IJsselmeergebied is 260 per jaar, zie 5.4. De additionele faalfrequentie vanwege de plaatsing van het windpark bedraagt daarmee $0,0604/260 = 0,0232\%$. Merk ook hier op dat deze additionele frequentie afhangt van het beschouwde gebied. Als het beschouwde gebied kleiner is, wordt de additionele faalfrequentie hoger.

6.2.4 Kans op raken rotor

Behalve de belemmeringen door het windpark is er een op voorhand niet uit te sluiten risico dat de mast in contact komt met de rotorbladen, hoewel de kans hierop zeer klein is.

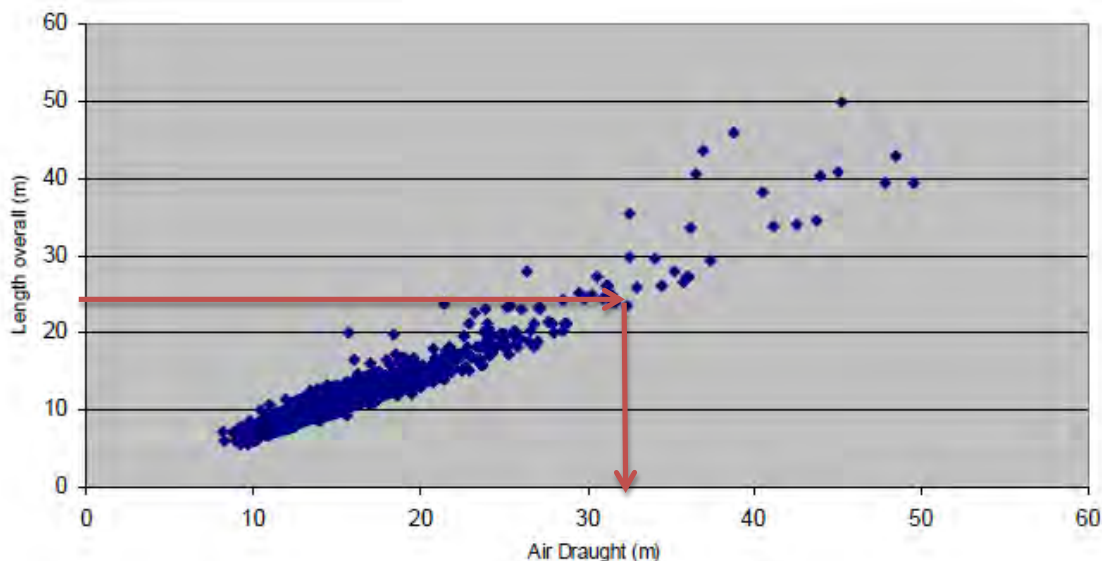
De 2 MW turbines van het Prinses Amalia windpark op de Noordzee hebben bijvoorbeeld een as-hoogte van 59m en rotordiameter van 80 m. Dit betekent dat de afstand tussen de onderkant van de rotor en de waterlijn ongeveer 19 m is (zie Figuur 6-9).



Figuur 6-9 Links: afmetingen van een paal in het Prinses Amalia park (foto van website: www.prinsesamaliawindpark.eu; Rechts: foto van de 5MW turbines op de Thornton Bank

De 5 MW windturbines die op de Thornton Bank geplaatst zijn hebben een hoogte van 157m boven de waterlijn, met een rotor diameter van 126m. Voor deze 5 MW turbines is de afstand tussen de onderkant van de turbines en de waterlijn 31 meter.

De RYA (Royal Yacht Association) in het Verenigd Koninkrijk heeft in hun aanbevelingen richting de autoriteiten staan: “*a minimum rotor tip air draft of 22 metres above Mean High Water Springs (MHWS)*”. Dit is deels gebaseerd op een onderzoek waarbij de hoogte van de zeilschepen in de UK onderzocht is. Hierbij zijn de gegevens gebruikt van Royal Ocean Racing Club (RORC). In Figuur 6-10 is de relatie weergegeven tussen de LOA en de hoogte van de schepen meegenomen in de studie. Hieruit volgt dat schepen van 24 meter een maximale hoogte van 32 m hebben. Dit betekent dus dat een mast geraakt kan worden door een draaiende turbine. Echter, dan moet het schip wel erg dicht langs de turbines varen, dus de kans is erg klein. Maar als een mast geraakt wordt door een draaiende rotor is de schade aan het schip aanzienlijk.



Figuur 6-10 Relatie tussen de LOA in meters en de air draught in meters van de IRC vloot (Bron: RYA).

Nader onderzoek naar de hoogte van mast van de Nederlandse zeilschepen zou kunnen uitwijzen of de aanbeveling van de RYA ook een goed geldende aanbeveling voor de Nederlandse parken is.

De kleinste afstand tussen tip en waterpeil voor de onderzochte varianten ligt tussen 28 en 35 meter. Er zijn schepen in het IJsselmeer actief met een masthoogte in dit bereik, bijvoorbeeld de bruine vloot met een masthoogte tot 40 meter. Dit betreft echter een klein deel van de schepen in het IJsselmeer. De kans dat een dergelijk schip in het gebied vaart, stuurloos raakt en daardoor in het bereik van de rotor komt is dus klein.

Daarnaast dienen zeilboten die in een windpark gaan zeilen zich bewust te zijn van de hoogte tussen de waterlijn en de onderkant van de rotor. Dit kan via voorlichting of wellicht door de hoogtes aan te geven in de kaarten gebruikt door zeilschepen. Een middel hiervoor kan eveneens zijn om een minimale adviesafstand, een soort veiligheidszone, vast te leggen rondom de windturbines. Hierbij kan bijvoorbeeld aansluiting worden gezocht bij de afstanden die in Engeland voor offshore windparken worden gehanteerd. In de bouwfase wordt een 'safety zone' geadviseerd van 500 meter en in de gebruiksfase een zone van 50 meter⁹.

6.2.5 Oriëntatie in het windpark

In sommige situaties is het mogelijk dat men de oriëntatie op het water verliest. Bijvoorbeeld als men geen radar aan boord heeft, het slecht weer is en het zicht hierdoor erg wordt beperkt. Ook binnen het windpark kan een dergelijke situatie zich voordoen. Het is mogelijk dat door het verlies aan oriëntatie in combinatie met slecht zicht, een schip in aanraking komt met een turbine. Om aanvaring bij slecht zicht te voorkomen is het goed mogelijk windturbines te gebruiken als oriëntatiepunt, door met markering aan te geven hoe men het uit het park kan komen. Overigens kunnen turbines ook als aanlegplaats fungeren op het moment dat men de oriëntatie op het water verliest.

⁹ Electricity (Offshore Generating Stations) (Safety Zones) (Application Procedures and Control of Access) Regulations 2007

6.2.6 Gebruik windturbines in geval van ongeval

Door de aanwezigheid van de windturbines kunnen de consequenties van een ongeval ook gereduceerd worden. Indien een ongeval plaatsvindt waardoor een schip zinkt of water maakt bestaat de mogelijkheid voor de personen aan boord zichzelf te “redden” door de aanwezigheid van de windturbines. De palen kunnen gebruikt worden om schepen eventueel aan vast te maken of als vast object voor personen in het water om zich aan vast te houden of wellicht op te klimmen. In Figuur 6-11 zijn de funderingen te zien van de turbines in het Prinses Amalia park. Deze foto laat zien dat er mogelijkheden zijn om de paal als “redmiddel” te gebruiken. Echter tijdens slecht weer kan dit lastiger zijn. Hierbij zou gekeken kunnen worden naar maatregelen zoals het uitrusten van de palen met reddingsmateriaal, zoals een reddingsvest of iets dergelijks.

Daarnaast kunnen de palen ook gebruikt worden als een extra hulp bij locatiebepaling. Indien de palen bijvoorbeeld zichtbaar genummerd worden kan een persoon in nood duidelijk aangeven waar het schip/persoon zich bevindt. Vergelijkbaar met de hectometerpalen langs de snelweg. Deze mogelijkheden zijn niet meegenomen in de risicoberekeningen.



Figuur 6-11 Foto van een funderingspaal van een turbine in het Prinses Amalia park (foto van website: <http://www.prinsesamaliawindpark.eu/>)

6.2.7 Voorlichting

Tenslotte zal een goede voorlichting aan de recreanten over de mogelijkheden en de risico's van het varen in het park belangrijk zijn. Doordat schippers bewust gemaakt worden van de mogelijke risico's kunnen zij dit meenemen tijdens de vaart en zo zullen risico's verkleind worden.

7 RISICO ANALYSE / CONCLUSIE

Kans op aanvaring met een turbine door beroepsvaart die langs het park vaart

Als gevolg van een motorstoring of een navigatiefout kan de beroepsvaart die langs het park vaart een aanvaring/aandrijving met een turbine hebben. Op basis van het verkeer dat door de Lorentzsluizen vaart en vervolgens langs de locatie van het park is met behulp van het SAMSON-model de kans op een aanvaring/aandrijving van een turbine bepaald. Deze kansen zijn bepaald voor de eerste vier inrichtingsvarianten en voor de drie geoptimaliseerde varianten. In Tabel 7-1 staan de resultaten van deze berekening. De totale verwachte aanvaar/aandrijffrequentie per jaar ligt tussen de 1,688E-04 en 9,485E-06. De maximale aanvaar kans voor een individuele turbine is 1,1E-04, dit betekent gemiddeld eens in de $1/1,1E-04=9.090$ jaar. De kans dat een turbine wordt aangevaren door passerende beroepsvaart is klein. De additionele faalfrequentie voor de beroepsvaart vanwege de plaatsing van het windpark bedraagt 0,0013% ten opzichte van het gemiddelde aantal ongevallen per jaar in het IJsselmeergebied.

Tabel 7-1 Totale en gemiddelde aanvaar/aandrijffrequentie voor beroepsvaart voor de verschillende inrichtingsvarianten.

	Aantal turbines	Totale Frequentie	Gem. eens per ... jaar	Gem. kans per turbine	Frequentie turbine met max. freq
Variant 1	66	9,485E-06	105.426	1,437E-07	2,48E-06
Variant 2	100	1,049E-04	9.537	1,049E-06	4,71E-05
Variant 3	47	2,006E-05	49.839	4,269E-07	6,76E-06
Variant 4	65	1,688E-04	5.924	2,597E-06	1,10E-04
Variant 5	60	9,551E-05	10.470	1,592E-06	2,86E-05
Variant 6	89	1,488E-04	6.720	1,672E-06	2,84E-05
Variant 7	65	1,009E-04	9.907	1,553E-06	2,73E-05

Kans op een aanvaring met een turbine door schepen die zich in het park bevinden

Schepen zullen in het park mogen varen, tussen de turbines. Dit betekent dat er een kans bestaat dat deze schepen tegen een turbine aanvaren/aandrijven. Omdat beroepsvaart schepen zijn die tussen verschillende bestemmingen varen en dus geen reden hebben om door het park te varen, wordt aangenomen dat alleen recreatievaart zich in het park zal bevinden. Op basis van gegevens van de KNRM is een inschatting gemaakt van het aantal verwachte incidenten in het park dat veroorzaakt wordt door averij aan het schip (motor/stuur problemen). Daarbij is op basis van de afmetingen van de turbines, de ruimte tussen de turbines en de afmetingen van de schepen de kans bepaald dat een schip tegen een turbine aandrijft wanneer het in de problemen komt. Tenslotte leidt dit tot een verwachte kans op een aandrijving van een recreatieschip dat zich in het park bevindt tegen een turbine. Deze kans is gemiddeld eens in de 1,7 jaar. Hierbij is wel aangenomen dat de waargenomen incidenten en dus ook het recreatieverkeer gelijkmatig over het IJsselmeer verdeeld is, wat in werkelijkheid, voor deze locatie, leidt tot een overschatting van het risico. Echter het is nu nog onbekend wat het open stellen van het park tot gevolg zal hebben op de verdeling van de recreatievaart.

Daarnaast zal het aantal incidenten in de praktijk kleiner worden doordat:

- De KNRM al bij het schip kan zijn voordat het uit het windpark is gedreven is of tegen een paal gedreven is;
- Het schip gebruik gemaakt kan hebben van het anker, zodat het driften gestopt is;
- De oorzaak van het driften verholpen is voordat een paal geraakt is;
- De paal als afmeersteiger kan fungeren.

Indien wordt aangenomen dat 90% van de aandrijvingen dus nog voorkomen kan worden door het gebruik van het anker, betekent dit dat de kans op een aandrijving door recreatievaart gemiddeld eens in de 17 jaar zal zijn. De additionele faalfrequentie voor de recreatievaart vanwege de plaatsing van het windpark bedraagt daarmee 0,0232%. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit een worst case benadering is, waarbij aangenomen is dat het recreatieverkeer uniform verdeeld is over het IJsselmeer. Dit is niet het geval, dus de kans op een aandrijving door recreatievaart zal in werkelijkheid waarschijnlijk lager zijn.

Naast de kans op het raken van een turbine als gevolg van een motorstoring kan ook een navigatiefout leiden tot een aanvaring met een turbine. Echter door de afstand tussen de palen in verhouding tot de grootte van de recreatieschepen die in het gebied varen is de kans hierop erg klein. Daarnaast zijn de recreatieschepen veelal (kleine) schepen die goed manoeuvreerbaar zijn en dus nog op het laatste moment voldoende kunnen uitwijken/corrigeren om een aanvaring te voorkomen.

Overige effecten op de veiligheid voor het verkeer dat in het park vaart

Naast het aanvaring/aandrijven van een turbine zijn er ook nog mogelijke andere effecten op de veiligheid bij het varen in het park:

- Een groot zeilschip zou mogelijk de rotortip kunnen raken met de mast. Echter moet een schip dan wel erg dicht langs de turbines varen. De kans op dit type "ongeval" is daarom ook verwaarloosbaar klein gezien het aantal potentiële schepen dat het hier betreft.
- De turbines kunnen, in sommige situaties, leiden tot een verlies van oriëntatie wanneer in het park gevaren wordt.

Mogelijke maatregelen/aanbevelingen

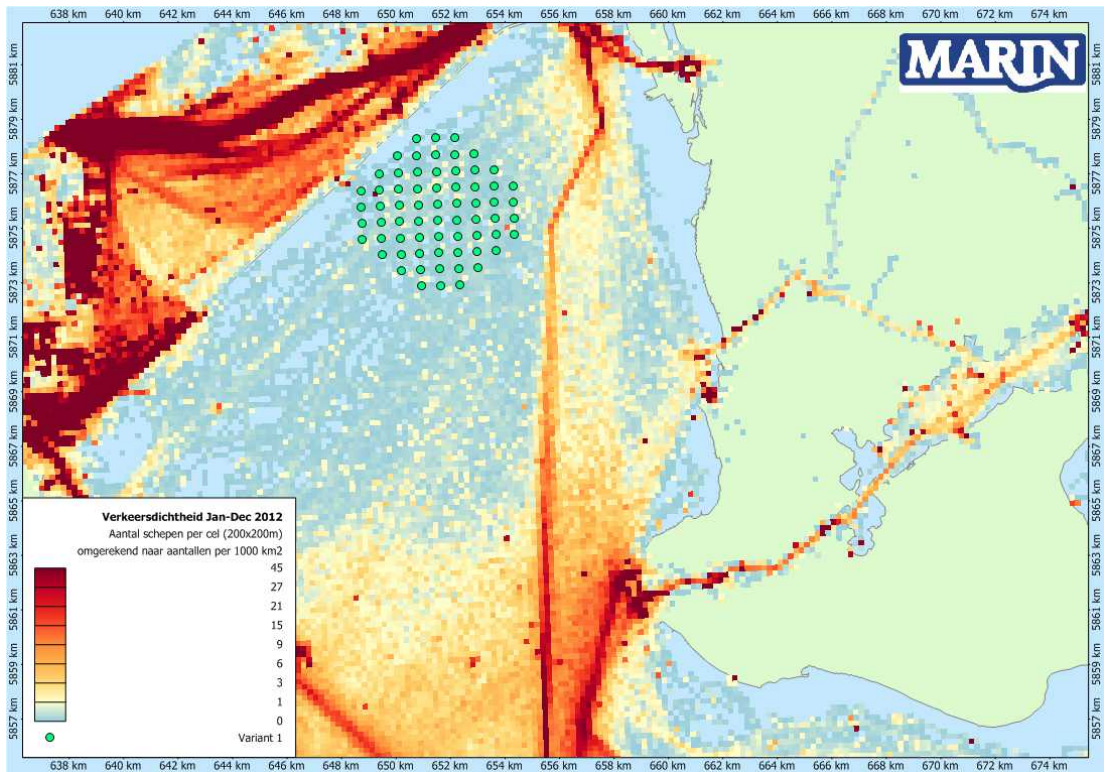
- Door het afzwakken van de knik in de vaarweg kan de aanvaringskans voor de beroepsvaart worden verkleind. Door de knik minder sterk te maken, varen schepen in de vaargeul niet op het windpark af. Voor de varianten 2 en 4 betekent dit een verkleining van de aanvaringskans met ongeveer 90%.
- Verwijderen of verplaatsen van de turbine die het dichtst bij de vaarroute ligt (voor variant 2 en 4), waardoor de kans op aanvaring sterk wordt verminderd. Dit zou betekenen dat de aanvaringskans voor variant 2 op eens in de 17.324 jaar komt en variant 4 op eens in de 16.891 jaar (ten opzichte van 9.537 en 5.924);
- Het aanbrengen van 'veiligheidszone' (adviesafstand) rond de turbines in zowel de bouw- als de exploitatiefase (bijvoorbeeld 50 & 500 meter). Door de zones op kaart weer te geven zijn schippers bekend met de situatie en kunnen aanvaringen worden voorkomen;

- Communiceren van de nieuwe situatie. Alle schepen in het begin bewust maken van de extra risico's. Door mensen alerter te maken op de situatie in dit deel van het IJsselmeer en het risico op aanvaring, kunnen incidenten voorkomen worden. Hierbij hoort tevens de hoogte van de rotor te worden gecommuniceerd. Onderdeel hiervan is het vermelden van de nieuwe situatie op nautische kaarten;
- Het windpark gebruiken als oriëntatiepunt door markeringen op turbines te plaatsen. Tevens is het mogelijk een in- en uitgang of mogelijke vaarroutes door het park te creëren;
- Om gevolgen bij een aanvaring te beperken is het mogelijk om stootkussens op de turbines aan te brengen of een oploopvoorziening te creëren waardoor een schip niet tegen de mast aan kan varen maar slechts vast loopt. Daarnaast is het mogelijk het aantal uitsteeksels aan de fundatie te beperken aangezien dit de potentiële schade bij schepen vergroot;
- Het is raadzaam kabels ten behoeve van het windpark op relevante diepte te leggen zodanig dat ankeren voor de recreatievaart mogelijk is zonder risico's voor recreatievaart en kabels.

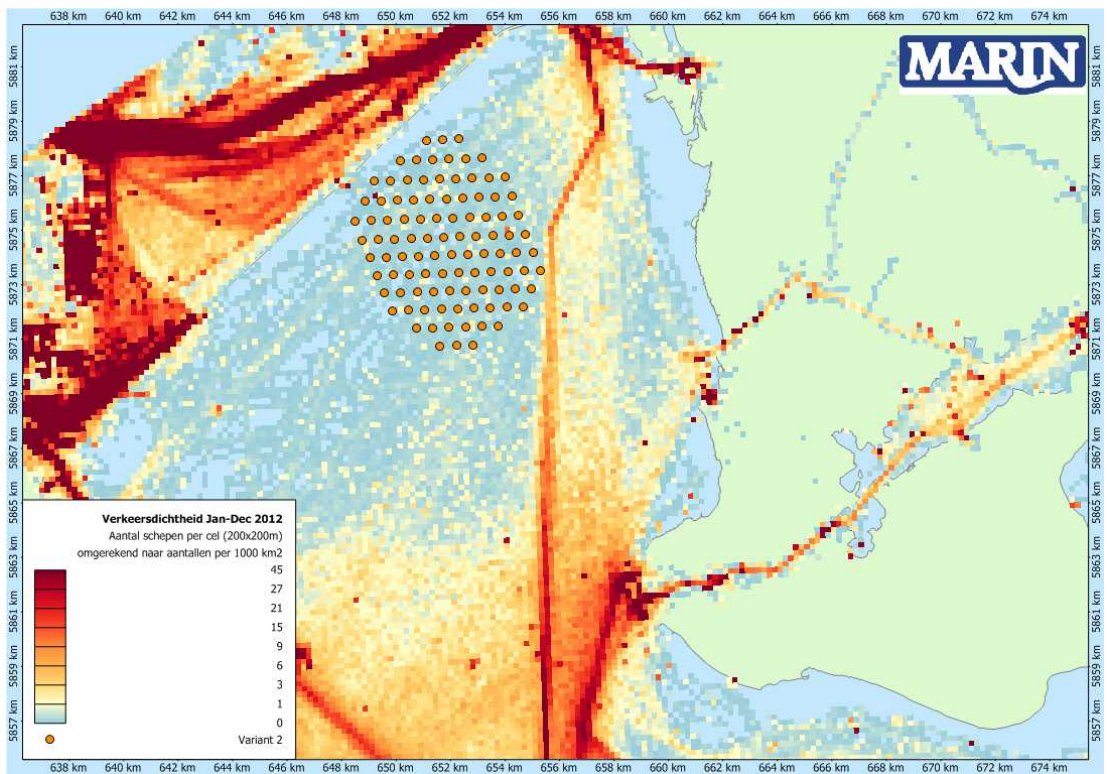
REFERENTIES

- [1] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS)
Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen Editie 2010
November 2010
- [2] Waterrecreatie Advies
Onderzoek vaargedrag IJsselmeergebied en Waddenzee: 878 watersporters
aan het woord
Lelystad, februari 2003
- [3] Bureau Waardenburg bv
Uitbreiding van de recreatievaart in het IJsselmeergebied tot 2030 in relatie tot
de aanwijzingen als Natura 2000-gebied
Rapport nr. 06-048, 31 mei 2007
- [4] Ministerie van Verkeer en Waterstaat
IJsselmeer in beeld
1977
- [5] Bureau Waardenburg bv
Verspreiding van watervogels op het open water in de nazomer in het
IJsselmeergebied
Rapport nr. 10-230, 18 december 2010
- [6] Ministerie van Verkeer en Waterstaat
De ecologische draagkracht van IJsselmeer en Markermeer in relatie tot het
gebruik door de watersport
Lelystad, 1995
- [7] Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer,
Markermeer en IJsselmeer
RIZA Rapport 2005.014, 2005
- [8] W.H. van Iperen
Verkeersanalyse scheepvaart Noordzeekustzone
MARIN nr. 26147-1-MSCN-rev.2, 6 augustus 2012

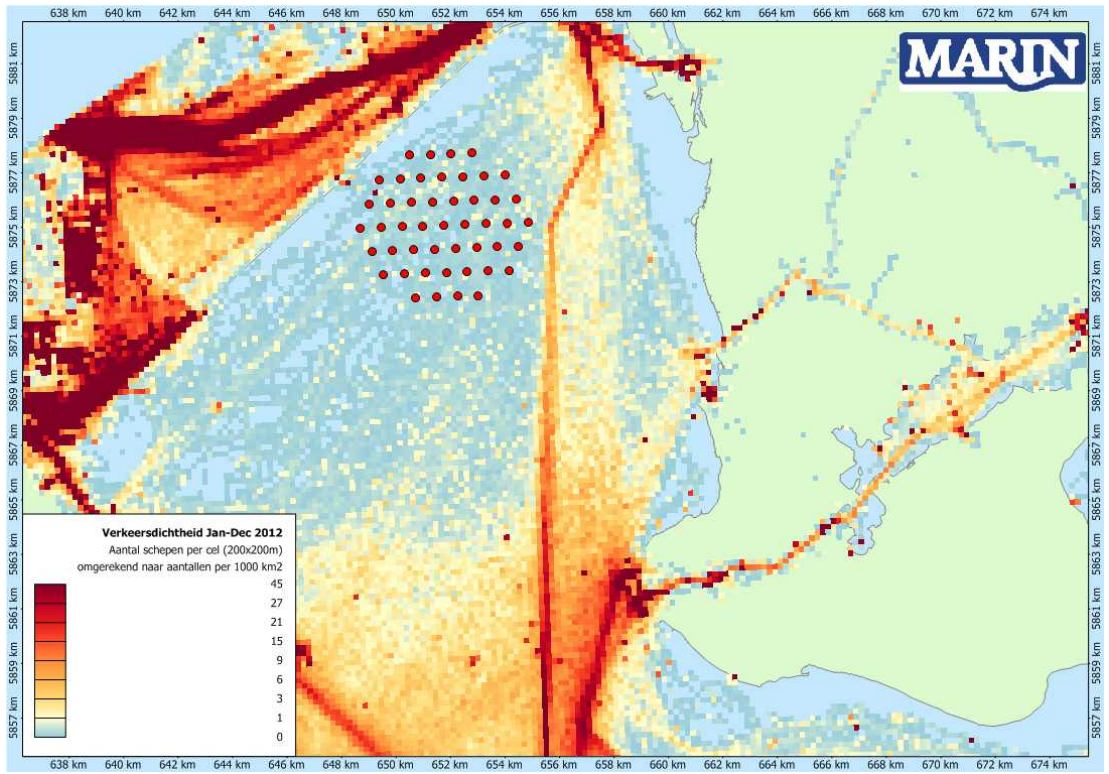
BIJLAGE A: DICHTHEIDSKAARTEN VOOR DE 7 VARIANTEN



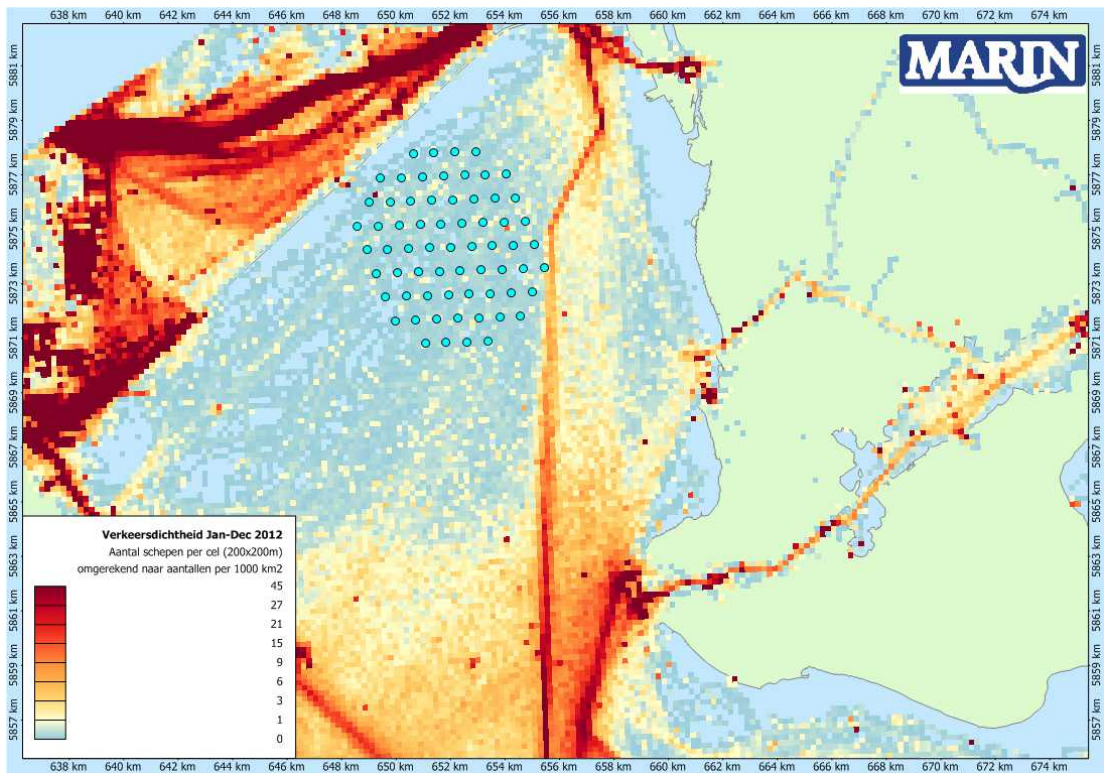
Figuur A- 1 Variant 1



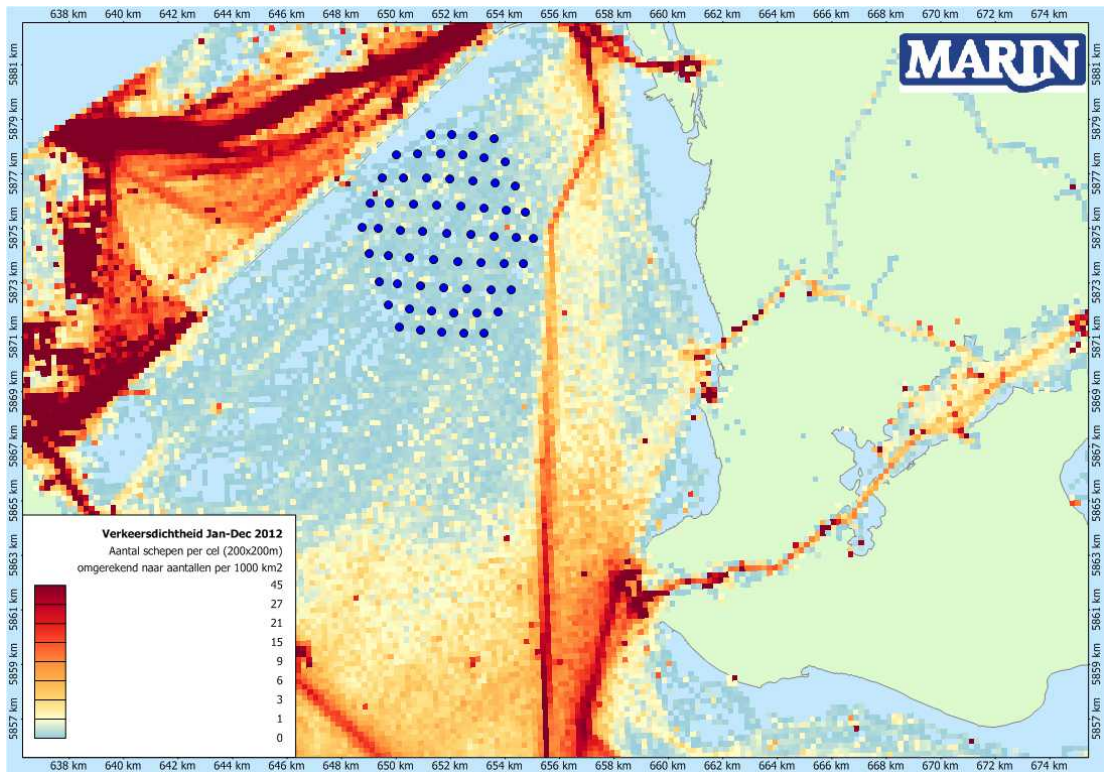
Figuur A- 2 Variant 2



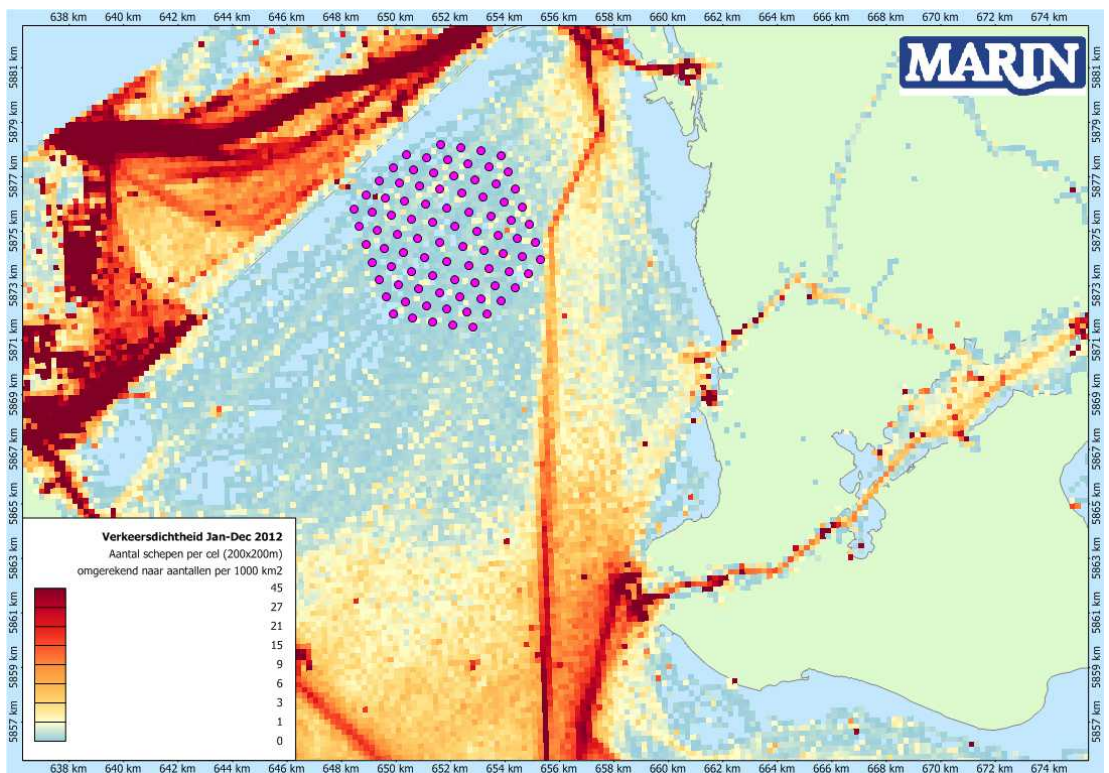
Figuur A- 3 Variant 3



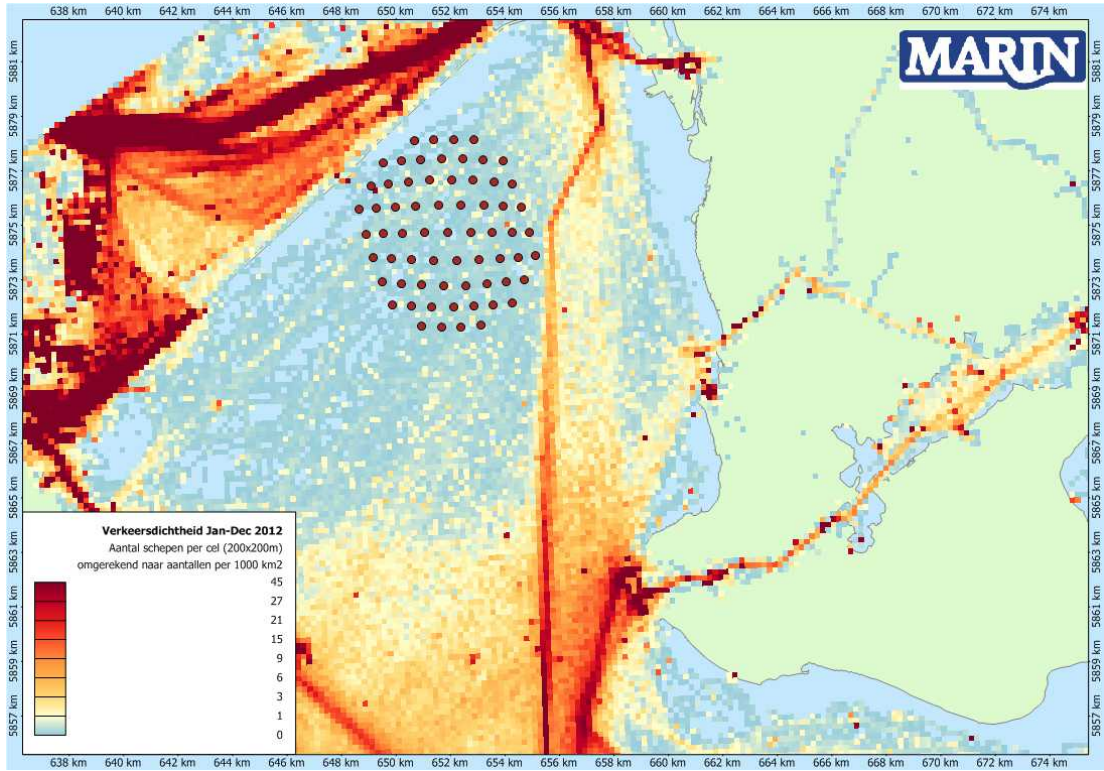
Figuur A- 4 Variant 4



Figuur A- 5 Variant 5



Figuur A- 6 Variant 6



Figuur A- 7 Variant 7

Bijlage D-14 Effecten aanvaring scheepvaart





709026
12-03-2014

WINDPARK FRYSLÂN EN
SCHEEPVAARTVEILIGHEID
MILIEU-INCIDENTEN EN
EFFECTBESTRIJDING

Windpark Fryslân B.V.



Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

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

Documenttitel	Windpark Fryslân en scheepvaartveiligheid Milieu-incidenten en effectbestrijding
Soort document	Definitief
Datum	12-03-2014
Projectnaam	Windpark Fryslân
Projectnummer	709026
Opdrachtgever	Windpark Fryslân B.V.
Auteur	Martijn Edink, Pondera Consult
Vrijgave	Martijn ten Klooster, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel van de rapportage	1
1.3	Leeswijzer	1
2	MOGELIJKE GEVOLGEN WINDTURBINE	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Windturbine knikt	2
2.3	Windturbine scharniert	2
2.4	Windturbine heeft lichte schade	3
2.5	Windturbine heeft geen schade	3
3	MOGELIJKE GEVOLGEN SCHEEPVAART	4
3.1	Inleiding	4
3.2	Type effect scheepvaart	4
3.3	Stoffen	5
3.4	Kans op incidenten met milieugevaarlijke stoffen	5
3.5	Effecten van uitstroom	5
3.6	Conclusie	10
4	BESTRIJDING VAN EFFECTEN	11
4.1	incidentenbestrijding	11
5	CONCLUSIE	12
5.1	Vervolgeffecten	12
5.2	Kans op vervolgeffecten	12
5.3	Effecten voor ecologie en drinkwatervoorziening	12
5.4	Effectbestrijding	13

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Windpark Fryslân ontwikkelt een windpark in het noordelijk deel van het IJsselmeer nabij Breezanddijk. In het MER Windpark Fryslân (2013) zijn de effecten op de nautische veiligheid beschreven. In het MER en in de rapportages van MARIN wordt inzicht gegeven in de kans dat een schip contact maakt met een turbine. In deze rapportage wordt inzicht gegeven in de mogelijke gevolgen van een aanvaring.

1.2 Doel van de rapportage

Het is van belang om, naast de kans op een aanvaring, ook inzicht te geven in de mogelijke gevolgen van een contact tussen een schip en een windturbine. Wat gebeurt er nu wanneer een schip tegen een turbine vaart? Deze rapportage geeft inzicht in de mogelijke gevolgen van aanvaringen van een schip en een turbine voor de natuur en de drinkwatervoorziening en geeft een beschrijving van effectbestrijding en preventieve maatregelen die beschikbaar en/of denkbaar zijn om vervolgschade zo veel mogelijk te voorkomen.

1.3 Leeswijzer

In deze rapportage is ingegaan op de mogelijke effecten die bij een aanvaring tussen een schip en een turbine kunnen optreden en de wijze waarop hiermee bij windpark Fryslân mee om wordt gegaan. Na deze inleiding zijn de mogelijke gevolgen voor een windturbine in hoofdstuk 2 uiteengezet. De gevolgen voor een schip bij aanvaring zijn in hoofdstuk 3 behandeld. Hoofdstuk 4 gaat in op de bestrijding van eventuele effecten. Ten slotte volgt in hoofdstuk 5 een conclusie over de effecten van een aanvaring in het IJsselmeer.

2 MOGELIJKE GEVOLGEN WINDTURBINE

2.1 Inleiding

Indien er contact is tussen een windturbine en een schip kunnen effecten optreden voor zowel de windturbine als het schip. Dit hoofdstuk beschrijft de gevolgen voor de windturbine. In veruit de meeste gevallen van contact treedt er geen schade op aan de turbine als gevolg van de beperkte massa en snelheid, dit geldt met name voor de recreatievaart.

2.2 Windturbine knikt

Een windturbine kan bezwijken door te knikken op het punt van impact gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vastzitten. Knikken kan pas voorkomen bij aanvaring van schepen met een botsingsenergie vanaf 2Mjoules. Bij aandrijving door beroepsvaart (stuurloos schip) wordt niet verwacht dat het knikken van de turbines zal voorkomen, omdat de kinetische energie in dat geval hiervoor te klein is. Voor de recreatievaart is de kans hierop uitgesloten gezien de beperkte massa.

Mocht een turbine knikken als gevolg van een aanvaring, valt de turbine vervolgens naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de turbine richting het schip valt kan de rotor met de gondel op het dek terechtkomen.

De windturbine kan als verloren worden beschouwd in geval van omvallen en dient te worden verwijderd uit het water. Het vervolgeffect van een incident met het knikken van een windturbine zijn risico's voor de persoonlijke veiligheid van de bemanning van het schip (letsel) en het tijdelijk niet bevaarbaar zijn van de locatie waar het incident heeft plaatsgevonden (met uitzondering van hulpscheepvaart ten behoeve van de incidentbestrijding).

Als een turbine in het water komt kunnen er relatief geringe hoeveelheden milieugevaarlijke vloeistoffen in het water komen. De vloeistoffen worden toegepast in gesloten systemen in de gondel van de turbine. Daardoor is niet te verwachten dat alle vloeistoffen ook daadwerkelijk uit de turbine zullen vloeien bij een calamiteit. Voornaamste aanwezige stoffen zijn hydraulische en andere oliën. Op de effecten van het in het water vloeien van olie wordt ingegaan in hoofdstuk 4.

2.3 Windturbine scharniert

Een windturbine kan bezwijken door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de "bevestiging" op de bodem van het IJsselmeer. Ook hier geldt dat de kans hierop bij aanvaring door beroepsvaart (vrachtschepen) klein is en door de recreatievaart is uitgesloten, vanwege de hoeveelheid kinetische energie.

Mocht een aanvaring door een vrachtschip met dusdanige kracht gebeuren, kan een windturbine als gevolg van het ontstaan van het scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omver geduwd. Het feitelijke scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft. De windturbine kan als verloren worden beschouwd en dient te worden verwijderd uit het water. Ook bij het scharnieren van de windturbine is een

vervolgeffect het tijdelijk niet bevaarbaar zijn van de plaats van het incident (met uitzondering van hulpscheepvaart ten behoeve van de incidentbestrijding).

Ook hier geldt dat als een turbine in het water komt relatief geringe hoeveelheden milieugevaarlijke vloeistoffen in het water kunnen komen. Zie bovenstaande paragraaf voor een verdere beschrijving en verwijzing.

2.4 Windturbine heeft lichte schade

Een aanvaring tussen een schip en een turbine kan ook resulteren in lichte schade aan de turbine, zonder dat de turbine omvalt door scharnieren of knikken. In dat geval zal de turbine niet omvallen en zal de schade bestaan uit krassen, deuken of gaten op/in de turbinetoren en/of het afbreken van onderdelen die zijn bevestigd aan de windturbine. Ook kan een turbine scharnieren of knikken, maar niet omvallen. Er kunnen onderdelen van de windturbine in het water terecht komen bij een aanvaring met de beroepsvaart en de kans bestaat dat de windturbine niet meer goed kan functioneren. De windturbine zal gerepareerd of bij grotere schade vervangen moeten worden. Onderdelen van de windturbine die in het water terecht zijn gekomen kunnen schade veroorzaken aan schepen die met de onderdelen in aanraking komen of letsel voor mensen aan boord van het schip. Het is dan ook voor de incidentbestrijding zaak om de onderdelen zo spoedig mogelijk op te ruimen, teneinde een veilige scheepvaart te kunnen garanderen.

2.5 Windturbine heeft geen schade

Indien een schip in aanvaring komt met een windturbine treedt er in veruit de meeste gevallen helemaal geen schade op aan de windturbine. Bij aanvaring met recreatievaartuigen treedt er geen schade op aan de windturbine, vanwege de relatief geringe omvang/massa van recreatievaartuigen en daarmee de te beperkte kinetische energie die wordt overgedragen om schade aan de windturbine te kunnen aanrichten. Of schade optreedt ten gevolge van een aanvaring met beroepsvaart zal sterk afhangen van de omvang/massa van het schip en de aanvaringssnelheid.

3 MOGELIJKE GEVOLGEN SCHEEPVAART

3.1 Inleiding

Wanneer een aanvaring plaatsvindt tussen een schip en een windturbine kunnen er tevens effecten optreden voor de scheepvaart. Er zijn verschillende typen effecten die op kunnen treden bij aanvaring, afhankelijk van het type schip, het soort stof dat wordt vervoerd en de incidentenbestrijding.

3.2 Type effect scheepvaart

Indien een schip in aanvaring komt met een windturbine, dan kunnen de volgende vervolgeffecten optreden voor de scheepvaart (indeling schadeklassen ontleend aan RWS, 2006):

- *Geen effect (schadeklasse 0)*
 - Met de aanvaring is weinig kinetische energie gemoeid, waardoor het schip geen schade heeft geleden. Van het incident wordt wel melding gemaakt.
- *Lichte schade schip, maar geen verlies van lading (schadeklasse 1 en 2, krassen en deuken tussen 5 en 15 centimeter, gaten en scheuren tot 15 cm²)*
 - Wanneer het schip groter is en/of de aanvaringssnelheid groter is, dan kan bij een aanvaring schade aan het schip ontstaan. De schade kan bijvoorbeeld bestaan uit een deuk in de scheepsromp. In deze categorie treedt geen of slechts beperkt verlies van lading op. De schade is relatief beperkt en het is goed mogelijk dat, na eventuele reparatie, het schip zijn weg vervolgt. Ook hier geldt dat van het incident een melding wordt gemaakt.
- *Schade aan het schip, met verlies van lading (schadeklasse 3 en 4, deuken van minimaal 15 centimeter en gaten/scheuren vanaf 15 cm².)*
 - In deze categorie gaat het om dermate grote schade aan het schip, dat lading wordt verloren en in het IJsselmeer terechtkomt. De lading kan relatief onschuldig zijn en eenvoudig worden opgeruimd. Daarnaast kunnen ook stoffen in het water terechtkomen die minder onschuldig zijn, zoals gevaarlijke stoffen.
- *Schade aan het schip, waarbij water wordt gemaakt (schadeklasse 5)*
 - In deze categorie gaat het om dermate grote schade aan het schip, dat door de aanvaring een gat in de scheepsromp is ontstaan of het schip kapseist en het schip water maakt. In dit geval bestaat de vervolgschade uit het mogelijk te water raken van personen en het tijdelijk onbevaarbaar zijn van het IJsselmeer ter plaatse, vanwege de berging van het schip dat water maakt. Mogelijk treedt hierbij eveneens verlies van lading op. De incidentbestrijding zal in de eerste plaats gericht zijn op het in veiligheid brengen van personen en in de tweede plaats op het bergen van het schip en het tegengaan van de gevolgen van het uitreden van de lading.

Ongevallen met persoonlijk letsel

Bij categorie 3, 4 en 5 is het mogelijk dat er persoonlijk letsel optreedt bij personen die op de boot aanwezig zijn doordat er een schok optreedt bij het moment van aanvaring. Personen kunnen hierdoor vallen of overboord slaan, tevens is het mogelijk dat er objecten omvallen en personen raken. Letsel zal in de meeste gevallen beperkt zijn. De incidentenbestrijding zal in eerste instantie gericht zijn op het in veiligheid brengen van personen.

Omdat de ongevallen in de categorieën 3, 4 en 5 in potentie schade kunnen veroorzaken aan natuur en de drinkwatervoorziening, worden deze uitgebreider in deze rapportage behandeld.

3.3 Stoffen

Uit de rapportage „Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen“ (RWS, 2009) komt naar voren dat op de vaarroute van en naar de Lorentzsluizen, van gevaarlijke stoffen in 2008 alleen stookolie / dieselolie en benzine wordt vervoerd. Ook de Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland (2003), geeft aan dat categorieën LF1 en LF2 de enige, in relevante hoeveelheden getransporteerde gevaarlijke stoffen zijn, die worden vervoerd. Eventueel kunnen nog wel transporten plaatsvinden met milieugevaarlijke stoffen, maar dit betreft vervoer in emballage die geen direct milieurisico inhouden aangezien deze stoffen bij een aanvaring niet vrijkomen. In paragraaf 3.5 zijn de effecten op de natuur en drinkwatervoorziening beschreven van de mogelijke uitstroom van gevaarlijke stoffen.

3.4 Kans op incidenten met milieugevaarlijke stoffen

Inzake het vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen geldt dat het daadwerkelijk optreden van een dergelijke gebeurtenis naar aanleiding van een aanvaring bepaald wordt door een aantal omstandigheden, zoals het gegeven dat sprake is van een lading bestaande uit gevaarlijke stoffen, de opgetreden schade en de omstandigheid of sprake is van een dubbel- of enkelwandig schip. In bijlage 2 wordt nader ingegaan op de kans op het optreden van incidenten met milieugevaarlijke stoffen. Daarin wordt geconcludeerd dat de kans op het optreden van een incident ten gevolge van Windpark Fryslân dat kan leiden tot geringe milieuschade minder bedraagt dan 1 maal in de 7,4 miljoen jaar. De kans op het optreden van een incident ten gevolge van het Windpark Fryslân dat kan leiden tot ernstige milieuschade bedraagt minder dan die 1 maal in de 7,4 miljoen jaar.

3.5 Effecten van uitstroom

De enige milieurelevante stoffen in de context van mogelijke calamiteiten met windturbines, die worden getransporteerd op het IJsselmeer zijn categorieën LF1 en LF2, zoals hiervoor is aangegeven. Vandaar dat hier ingegaan wordt op de mogelijke effecten van uitstroom van deze soort stoffen. Bij een aanvaring van een binnenvaarttanker en een windmolen is de kans aanwezig dat daarbij olieproducten vrijkomen uit de laadruimte (met name diesel en benzine) en uit de brandstoftanks van de tanker zelf. Hoewel beperkt in omvang ten opzichte van de hoeveelheden die vrij kunnen komen bij ongelukken op zee met tankers en platformen gaat het toch om flinke hoeveelheden (het laadvermogen van de grootste binnenvaarttanker in Nederland bedraagt ca. 10.150 m³).

3.5.1 Eigenschappen LF1 en LF2

De stofcategorieën LF1 en LF2 die worden vervoerd op het IJsselmeer hebben ieder eigenschappen die in dit kader relevant zijn (informatie afkomstig van veiligheid informatiebladen).

LF1: diesel

Diesel in water is giftig voor organismen. Diesel zal op het water blijven drijven en zal gedeeltelijk verdampen. Na een dag zal er nog een aanzienlijke hoeveelheid op het water aanwezig zijn. De belangrijkste bestanddelen van diesel zijn biologisch afbreekbaar. Op het water gevormde films van diesel kunnen de zuurstofoverdracht negatief beïnvloeden en zo schadelijk zijn voor organismen. Diesel heeft de potentie tot bioaccumulatie (veiligheidsinformatieblad).

LF2: benzine

Benzine in water is giftig voor organismen. Benzine drijft op het water en zal binnen een dag zijn verdampt. Voor het grootste gedeelte is benzine afbreekbaar op termijn, maar bevat componenten die niet afbreekbaar zijn. Benzine heeft de potentie tot bioaccumulatie (veiligheidsinformatieblad).

Benzine en diesel zijn mengsels van koolwaterstoffen die worden gebruikt als brandstof voor motoren. Benzine bestaat uit lichtere destillatiefractionen van aardolie dan diesel. Benzine en diesel bestaan met name uit vertakte alkanen en moleculen met een benzeenring, zoals toluen en xyleen (zogenaamde BTEX stoffen). Benzine en diesel zijn vluchtige stoffen (verdampt snel naar de lucht). Omdat diesel bestaat uit grotere ketens is dit minder vluchtig dan benzine. Aan benzine en diesel worden additieven toegevoegd om verbranding te verbeteren. Zo werd vroeger lood toegevoegd aan benzine maar dit is tegenwoordig niet meer het geval in verband met gevolgen voor het milieu.

3.5.2 Effecten additieven

Zowel diesel als benzine bevatten toevoegingen om prestaties te verhogen. Voor benzine was dit vroeger lood. Tegenwoordig wordt Methyl Tertiair Butyl Ether (MTBE) toegevoegd aan benzine als loodvervanger. In de EU mag benzine maximaal 15% MTBE bevatten (EU, 2003). MTBE is goed in water oplosbaar en bindt slecht aan bodemdeeltjes. Het komt mede door brandstoflekkages en morsverlies bij benzinestations in oppervlakte en grondwater terecht en vormt daarmee een risico voor de drinkwaterwinning. Echter, onderzoek in de Verenigde Staten laat zien dat MTBE wel degelijk verdwijnt uit oppervlaktewater door vervluchtiging (halfwaardetijd van 14 dagen) (Reuter et al 1998). Met name de geur- en smaakaspecten kunnen problemen geven bij de productie van drinkwater uit grondwater. In de EU risico-analyse wordt een geur- en smaakgrens van 15 mg/l gegeven voor MTBE in drinkwater (EU, 2002).

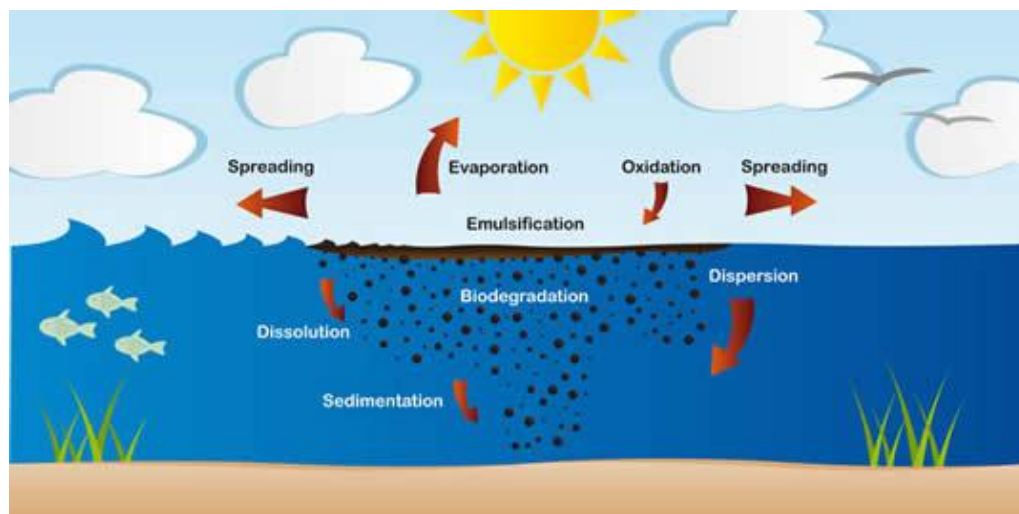
MTBE wordt in de VS gezien als grondwatervervuiler. Het MTBE is voornamelijk afkomstig uit lekkende ondergrondse opslagtanks voor benzine en wordt door de gehele VS in grondwatervoorraden gevonden (EPA, 2009). Het Environment Protection Agency heeft geen grenswaarden opgesteld voor MTBE in drinkwater doordat niet voldoende gegevens beschikbaar zijn, maar geeft wel aan dat bij 20-40 ppb MTBE geen negatieve effecten zijn te verwachten (EPA, 2009). Voor het aquatische organismen is onderzoek uitgevoerd naar de

toxiciteit van MTBE. Concentraties boven de 151 mg/l zijn acuut toxisch voor aquatische organismen. Langdurige blootstelling aan concentraties MTBE boven 51 mg/l leiden tot chronische effecten. Zowel bij acute als chronische belasting bleken watervlooiën gevoeliger dan slakken of vissen (Mancini et al 2002).

3.5.3 Effecten van een olievervuiling op organismen

De ecologische gevolgen van een lekkage van benzine/diesel hangen sterk samen met de eigenschappen van het mengsel en heersende omgevingsfactoren. Diesel/benzine mengt niet met water maar vormt een zeer dunne film die bovenop het water drijft (< 1 mm). De (vorm/richting) van de drijf laag wordt beïnvloed door wind, golven en stroming. De drijf laag zal door de vluchtigheid van de stoffen redelijk snel verdampen. Afhankelijk van de omvang van de olievlek is dit enkele uren tot enkele dagen, waarbij benzine sneller verdampt dan diesel. De aanwezigheid van een olielaag op het water beperkt de mogelijkheden voor uitwisseling van gasen tussen het water en de lucht (o.a. zuurstof). Diesel kan door wind- en golfenergie ook als kleine druppeltjes in suspensie komen in de waterkolom en kan via deze weg aan bodem- en oever sedimenten hechten. Binnen 1 tot 2 maanden wordt deze diesel (onder aërobe omstandigheden) afgebroken door micro-organismen. (NOAA 2006). De routes voor afbraak/verdwijnen van benzine/diesel worden schematisch weergegeven in figuur 3.1.

Figuur 3.1 Routes voor afbraak schematisch weergegeven



Bron: <http://www.itopf.com/>

Bij olieverontreinigingen wordt vaak gebruik gemaakt van chemicaliën om de olie op te ruimen of de dispersie van de olie te vergroten (en daarmee biologische afbraak te versnellen). Uit laboratoriumtesten blijkt dat ook deze chemicaliën toxisch zijn voor macro-invertebraten (Bhattacharyya et al 2003). Dispersie van olie in de waterkolom vergroot wel de toxiciteit van diesel voor vissen (Stein et al 2009).

Diesel en benzine zijn zeer toxisch bij direct contact met planten en dieren. Vooral organismen die leven aan het wateroppervlak worden blootgesteld aan diesel (o.a. vissen en vogels) (NOAA 2006). Hierbij valt te denken aan bedekking van de kieuwen e.d. waardoor respiratie sterk wordt bemoeilijkt. De gevolgen van een diesellekkage op twee stedelijke stromende wateren in

Engeland op de macroinvertebraten is goed gedocumenteerd. Tien dagen na de lekkage overleefde slechts 9% van de macrofauna-gemeenschap (m.u.v. wormen) op 50 m van de lekkage. Vier km benedenstrooms werden geen effecten meer waargenomen op de macrofauna gemeenschap. Ruim een jaar na de lekkage is het onderzoek naar de macroinvertebraten herhaald en toen werd een bijna volledig herstel geobserveerd (Smith et al 2009) Als de diesel/benzine door wind en stroming aan land komt worden ook de organismen daar blootgesteld aan de verontreiniging. Hierbij valt te denken aan planten, bentische algen, macro-invertebraten (o.a. driehoeksmosselen) en vogels. Als vogels worden blootgesteld aan benzine en diesel dan vormt zich een laagje op de veren waardoor de vogels moeite krijgen met vliegen, hun drijfvermogen vermindert en behoud van warmte problematisch wordt.

3.5.4 Effecten van oppervlaktewaterverontreiniging op de drinkwatervoorziening

Winning en zuivering

Het IJsselmeer wordt gebruikt voor de winning van drinkwater. Dit gebeurt op twee locaties nabij Andijk (zie figuur 3.2). De drinkwaterproductie uit het IJsselmeer bij Andijk kent een aantal processtappen. Water uit het IJsselmeer wordt ingenomen in een waterbekken, waar het water circa twee maanden in verblijft. Dit bekken wordt gebruikt om variaties in de kwaliteit van het water te nivelleren ook kan de drinkwaterproductie nog enige tijd doorgaan, mocht een verontreiniging op het IJsselmeer de inname van water verhinderen. Na het bekken wordt het water gezuiverd middels beluchting, microzeven, coagulatie en actieve koolfiltratie. Vervolgens ondergaat het water een behandeling in de UV/H₂O₂-installatie. Hierbij wordt het water eerst voorzien van waterstofperoxide en vervolgens blootgesteld aan ultraviolet licht. Na een actieve koolfiltratie heeft het water de kwaliteit van drinkwater (PWN, 2010).

Figuur 3.2 plaatje locatie Andijk ten opzichte van het plangebied



Bron: Pondera Consult

Het is goed mogelijk om sporen van benzine en diesel alsmede MTBE te verwijderen met de bovengenoemde filterstappen en dan met name met het filteren van actieve kool (hoewel een filter van actieve kool op basis van bewerkte kokosvezels betere resultaten geeft (Stouffer, 2001)). Daarnaast kunnen ook methoden zoals luchtstrippen en oxidatie worden gebruikt voor het verwijderen van MTBE uit water (EPA, 2009).

Bij het vrijkomen van MTBE bij een ongeluk met een tanker is de verwachting dat het grootste deel van het MTBE al vervluchtigd zal zijn voordat het wordt ingenomen voor de drinkwaterbereiding. De processtappen zoals worden toegepast in Andijk zijn voldoende om de restanten MTBE te verwijderen.

Schaalgrootte

Het IJsselmeer is circa 1.100 km² groot en gemiddeld zo'n 3,5 meter diep. Dit komt neer op een geschat volume voor het IJsselmeer van circa 3,85 km³. Het laadvermogen van de grootste binnenvaarttanker in Nederland bedraagt ca. 10.150 m³. Bij het volledig legen van de inhoud van een tanker (wat zeer onwaarschijnlijk is) in het IJsselmeer komt dit overeen met circa 2 PPM van het volume van het IJsselmeer. Dit is uiterst gering.

Beschermingszone

Een halve cirkel vanaf de innamepunten met een straal van 7 kilometer is als beschermingszone gedefinieerd (DHV, 2006). Het belangrijkste criterium voor bepaling van de begreningszone is de reactietijd: de tijd die benodigd is om adequaat maatregelen te treffen in geval van bedreigingen. Voor de gewenste reactietijd wordt uitgegaan van 6 uur. Daarmee wordt de beschermingszone bepaald door het volume water dat in 6 uur maximaal ingenomen kan worden.

Indien zich een uitstroom van een milieugevaarlijke stof voordoet, die de drinkwaterwinning kan bedreigen, dan zal de inname van IJsselmeerwater ten behoeve van de drinkwatervoorziening tijdelijk worden stilgezet. Uiteraard gebeurt dit gelijktijdig met het zetten van andere stappen, zoals het voorkomen van uitstroming, het concentreren van de stof bij de bron en het bestrijden van zich verspreidende drijvende vloeistoffen.

Conclusie

Op basis van de volgende argumenten kan geconcludeerd worden dat de toename van het risico voor de drinkwatervoorziening door het vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen te gevolge van scheepvaartcalamiteiten in de vorm van aanvaring met windturbines beperkt is.

- De kans op uitstroom van milieugevaarlijke stoffen als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines is gering;
- Het feit dat de drinkwaterwinning plaats heeft op een afstand van circa 24 kilometer van het windpark en daar ten zuiden van ligt;
- De overheersende windrichting zuidwest is, zodat eventuele vervuiling over het algemeen juist van het innamepunt wordt verwijderd;
- Er bestrijding van milieugevaarlijke stoffen plaatsvindt;
- De milieugevaarlijke stoffen in kwestie (LF1 (diesel) en LF2 (benzine)) zullen relatief snel verdampen en afgebroken worden waardoor deze relatief snel uit het IJsselmeerwater verdwenen zullen zijn;

- MTBE is een additief aan benzine dat een mogelijk gevaar vormt voor de drinkwatervoorziening. Ook hier geldt dat door de processen verdunning en vervluchtiging het risico beperkt is. Daarnaast zijn de zuiveringsstappen van de drinkwatervoorziening zodanig dat het risico van deze stoffen in het ruwwater niet in het drinkwater kunnen komen. Daarnaast kent Andijk een bufferbekken en kan de inname gestopt worden meteen na een calamiteit.

3.6 Conclusie

Er zijn verschillende vervolgeffekten voor de scheepvaart, zoals verschillende gradaties van schade aan een windturbine en schip en de daarmee gepaard gaande belemmering voor de scheepvaart. Voor het effect op natuur en de drinkwatervoorziening in het IJsselmeer is het vervolgeffect dat lading in het IJsselmeer terechtkomt het meest relevant. Daarom is in dit hoofdstuk daar de meeste aandacht aan besteed.

De toename van het risico voor de drinkwatervoorziening door het vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen ten gevolge van het scheepvaartcalamiteiten in de vorm van aanvaringen met windturbines is beperkt, onder meer vanwege:

- de geringe kans op uitstroom van milieugevaarlijke stoffen als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines;
- het feit dat de drinkwaterwinning op een afstand van circa 24 kilometer van het windpark is gelegen en de overheersende windrichting zuid west is, waardoor eventuele uitstroom van milieugevaarlijke stoffen juist van het innamepunt afdrijven;
- de milieugevaarlijke stoffen in kwestie (LF1 (diesel) en LF2 (benzine)) relatief snel zullen verdampen en afgebroken worden waardoor deze relatief snel uit het IJsselmeerwater verdwenen zullen zijn;
- Het feit dat MTBE (een additief aan benzine dat een mogelijk gevaar vormt voor de drinkwatervoorziening) niet het drinkwater kan komen als gevolg van verdunning, vervluchtiging en zuivering. Daarnaast kent Andijk een bufferbekken en kan de inname gestopt worden meteen na een calamiteit.

Over uitstroom voor organismen kan het volgende geconcludeerd worden:

- Er zijn vooral directe lokale effecten op organismen te verwachten kort na de lekkage als gevolg van de hoge toxiciteit. Ook kunnen vogels worden blootgesteld aan de gevolgen van de lekkage van benzine/diesel;
- Door hoge vluchtigheid, verdunning en biodegradatie is het risico op langdurige effecten op de ecologie gering.

Voornamelijk vanwege het feit dat diesel en benzine blijven drijven en vrij snel verdampen, zullen effecten op zowel drinkwaterwinning en organismen beperkt zijn, wanneer deze stoffen uitstromen in het IJsselmeer. Daarbij speelt mee dat er een effectieve en snelle bestrijding mogelijk is waardoor potentiële effecten beperkt zijn.

4 BESTRIJDING VAN EFFECTEN

4.1 incidentenbestrijding

Er wordt in Nederland en het IJsselmeer zorg gedragen voor een professionele incidentbestrijding. In het IJsselmeer wordt zorgvuldig aandacht besteed aan incidentenbestrijding. Zo bestaat er een uitgebreide procedure voor de bestrijding van incidenten, beschreven in het incidentenplan IJsselmeer. Binnen dit plan hebben verschillende organisaties hun activiteiten op elkaar afgestemd om snel, adequaat en met de juiste middelen te kunnen reageren. Daarnaast zijn er verschillende maatregelen die de initiatiefnemers van het windturbinepark kunnen nemen om effecten te bestrijden. Dit zal in een zogeheten calamiteitenplan worden weergegeven. Overleg met provincie en Rijkswaterstaat over het nader detailleren van het bestaande calamiteitenplan van het windpark is hierbij van belang, zodat kan worden voldaan aan het doel van incidentbestrijding: het voorkomen of beperken van de gevolgen. Deze detaillering zal nog plaats gaan vinden, wanneer alle vergunningen definitief zijn verleend en voordat met de bouw is aangevangen.

5 CONCLUSIE

5.1 Vervolgeffecten

In geval een schip in aanraking komt met een windturbine kan dit tot schade leiden bij zowel turbine als schip. In de beschrijving van de verschillende effecten zijn voor windturbines een viertal opties beschreven (geen schade, lichte schade, scharnieren en knikken) en voor de scheepvaart een indeling in schadeklassen van 0 tot en met 5 gebaseerd op de indeling die Rijkswaterstaat hanteert. Daarbij is schadeklasse 0 de laagste klasse (geen effect) en klasse 5 de hoogste (schade waarbij water wordt gemaakt).

5.2 Kans op vrijkomen milieugevaarlijke stoffen

In deze rapportage is ingegaan op de vraag hoe groot de kans is op vervolgeffecten. Daaruit blijkt dat de kans op het optreden van een incident ten gevolge van het Windpark Fryslân dat kan leiden tot geringe milieuschade minder dan 1 maal in de 7,4 miljoen jaar bedraagt. De kans op het optreden van een incident ten gevolge van het Windpark Fryslân dat kan leiden tot ernstige milieuschade is nog aanmerkelijk kleiner dan de kans op een geringe milieuschade. De achtergrond van deze lage kansen is gelegen in de lage aanvaringskans voor de beroepsvaart op zichzelf en de beperkte aantallen schepen met een lading bestaande uit milieugevaarlijke stoffen.

5.3 Effecten voor ecologie en drinkwatervoorziening

Aangegeven is welke effecten kunnen optreden voor ecologie en de drinkwatervoorziening, indien uitstroom van milieugevaarlijke stoffen optreedt. Het gaat dan om benzine of diesel, de twee meest milieurelevante stoffen die over het IJsselmeer worden getransporteerd.

De toename van het risico voor de drinkwatervoorziening door het vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen ten gevolge van scheepvaartcalamiteiten in de vorm van aanvaringen met windturbines is beperkt, onder meer vanwege

- De geringe kans op uitstroom van milieugevaarlijke stoffen als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines
- het feit dat de drinkwaterwinning op een afstand van circa 24 kilometer van het windpark is gelegen en de overheersende windrichting zuid west is, waardoor eventuele uitstroom van milieugevaarlijke stoffen juist van het innamepunt afdrijven;
- de milieugevaarlijke stoffen in kwestie (LF1 (diesel) en LF2 (benzine)) relatief snel zullen verdampen en afgebroken worden waardoor deze relatief snel uit het IJsselmeerwater verdwenen zullen zijn;
- Het feit dat MTBE (een additief aan benzine dat een mogelijk gevaar vormt voor de drinkwatervoorziening) niet het drinkwater kan komen als gevolg van verdunning, vervluchting en zuivering. Daarnaast kent Andijk een bufferbekken en kan de inname gestopt worden meteen na een calamiteit.

Over uitstroom voor organismen kan het volgende geconcludeerd worden:

- Er zijn vooral directe lokale effecten op organismen te verachten kort na de lekkage als gevolg van de hoge toxiciteit. Ook kunnen vogels worden blootgesteld aan de gevolgen van de lekkage van benzine/diesel;
- Door hoge vluchtigheid, verdunning en biodegradatie is het risico op langdurige effecten op de ecologie gering.

Voornamelijk vanwege het feit dat diesel en benzine blijven drijven en vrij snel verdampen, zullen effecten op zowel drinkwaterwinning en organismen beperkt zijn, wanneer deze stoffen uitstromen in het IJsselmeer.

5.4 Effectbestrijding

Op het IJsselmeer bestaat een uitgebreide procedure voor incidentbestrijding, beschreven in het Incidentenplan IJsselmeer. Samen met het calamiteitenplan van het windpark dient dit ervoor te zorgen dat bij een incident adequaat kan worden opgetreden om de gevolgen van het incident te voorkomen of te beperken. Overleg met provincie en Rijkswaterstaat over het nader detailleren van het bestaande calamiteitenplan van het windpark is hierbij van belang, zodat het voorkomen of beperken van de gevolgen kan worden gerealiseerd. Deze detaillering zal nog plaats gaan vinden, wanneer alle vergunningen definitief zijn verleend en voordat met de bouw is begonnen.

Bijlage 1 Literatuur



- Bhattacharyya S, Klerks PI, Nyman JA (2003) Toxicity to freshwater organisms from oils and oil spill chemical treatments in laboratory microcosms. *Environmental Pollution* 122 (2): 205-215
- DHV in opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, KRW en drinkwater uit rijkswateren, 2006
- EPA (2009) <http://www.epa.gov/mtb>
- EU (2002). Risk Assessment, Tert-butyl methyl ether, CAS-No.:163-04-4, EINCS-NO. 216-653-1. European Commission – Joint Research Centre.
- EU (2003). Richtlijn 2003/17/EG van het Europees Parlement en de Raad van 3 maart 2003 tot wijziging van Richtlijn 98/70/EG betreffende de kwaliteit van benzine en dieselbrandstof
- Mancini ER, Steen A, Rausina GA, Wong DCL, Arnold WR, Gostomski FE, Davies T, Hockett JR, Stubblefield WA, Drottar KR, Springer TA, Errico P (2002). MTBE Ambient Water Quality Criteria Development: A Public/Private Partnership. *Environmental Science & Technology* 36(2): 125-129
- NOAA (2006). Small diesel spills (500-5000 gallons). <http://response.restoration.noaa.gov/>
- Projectbureau Waterrand, SAMIJ, Incidentenbestrijdingsplan IJsselmeergebied, versie 6.1, juni 2009
- PWN (2010). www.pwn.nl/PuurWaterZakelijk/Water/brontottap/Pages/Andijk.aspx
- Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Milieurisico's Scheepvaart Oosterschelde, september 1988
- Rijkswaterstaat, „Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen“, 2008
- Rijkswaterstaat, 2005. ANKER. Veilig op weg. Bouwstenen voor een wettelijk verankering van het externe-veiligheidsbeleid inzake het vervoer van gevaarlijke stoffen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, februari 2006. Ook wel genoemd „Consequentieonderzoek Wettelijke Regeling Externe Veiligheid (COEV).
- Rijkswaterstaat, Beheerplan voor de rijkswateren 2005-2008, Den Haag, februari 2005
- Rijkswaterstaat, Capaciteitsnota 2006-2010, 2006
- Save, Operationeel coördinatieplan, Optreden op het water in kader van de SAMIJ-regeling, 2007
- TU Delft en Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Calamiteiten in de Zeeuwse Delta, 2007

Bijlage 2 Kans op incidenten



VERVOER VAN MILIEUGEVAARLIJKE STOFFEN

Het vervoer van gevaarlijke stoffen langs het windpark is relevant voor het inschatten van de milieugevolgen bij aanvaring van een tanker met gevaarlijke stoffen.

Nabij de locatie van Windpark Fryslân vindt beroepsscheepvaartverkeer plaats. De vaargeul van en richting de Lorentzsluizen is een route voor beroepsvaart voor het vervoeren van verschillende stoffen. Het noorden van het IJsselmeer is geen onderdeel van een corridor voor het vervoer van gevaarlijke stoffen; de verbindingswegen over water voor gevaarlijke stoffen die tussen Amsterdam en Noord-Nederland worden vervoerd. De schepen over deze corridor verlaten het IJsselmeer bij Lemmer. Er zijn dan ook geen exacte aantallen met schepen voor gevaarlijke stoffen voor deze route bekend.

Het Basisnet voor gevaarlijke stoffen over water maakt onderscheid in rode, zwarte en groene vaarroutes. Rood zijn routes voor de zeevaart. Zwarte routes zijn routes met frequent vervoer met gevaarlijke stoffen en groene routes zijn routes zonder frequent vervoer met gevaarlijke stoffen. De route langs het windpark (van en naar de Lorentzsluizen) is een groene route. Er worden dus relatief weinig gevaarlijke stoffen vervoerd. Het betreft alleen passages met brandbare vloeistoffen zoals diesel (LF1) of benzine (LF2).

Tabel 1.1 Uitsnede Basisnet water



De scheepvaartintensiteit bij de Lorentzsluizen in 2012 bedroeg 124 tankschepen in noordelijke richting en 99 tankschepen in zuidelijke richting (zie MARIN rapportage). Het is echter onbekend of deze schepen gevaarlijke stoffen vervoeren. Voor de berekening van de kans op milieugevolgen wordt ervan uitgegaan dat al deze tankers diesel danwel benzine vervoeren. Dit betekent dat de aanname een worst-case benadering betreft.

1. Aanvaring schip met turbine

Op basis van de berekeningen van MARIN is de grootste kans op aanvaring van een schip (beroepsvaart) tegen een turbine 1x in de 6000 jaar ($1,688^E-04$). Dit is een worst-case benadering.

2. Kans op een tanker met gevaarlijke stoffen

In totaal waren er 3438 scheepvaartbewegingen van beroepsvaartuigen door de Lorentzsluizen in 2012. Hiervan waren 223 tankers. Dit is 6,5% van het totaal aantal beroepsvaartuigen op nabij het windpark. Aangenomen wordt dat al deze tankers gevaarlijke stoffen bevatten. Ook dit betreft een worst-case benadering.

3. Kans op enkelwandige tanker/dubbelwandige tanker

Enkelwandige tankers kunnen aanzienlijk makkelijker lek raken bij een aanvaring dan dubbelwandige tankers waarvan het de vraag is of zij bij een aanvaring met een turbinemast überhaupt lek kunnen raken. Omdat een scenario denkbaar is dat de turbinemast knikt en (een deel van) de gondel en rotor op het schip terecht komt en daardoor mogelijk een lek ontstaat, wordt de situatie dat een dubbelwandig schip lek zou raken wel beschouwd.

Het percentage tankers dat enkelwandig is, was in 2010 meer dan 40%. Transport van gevaarlijke stoffen is met dubbelwandige schepen verplicht. Voor brandstoffen is dit in 2018 geheel doorgevoerd; dit betekent dat er vanuit kan worden gegaan dat in 2018 alle tankers op de route dubbelwandig zijn (= dus x 1). Aangezien het windpark naar verwachting in 2018 gerealiseerd is kan ervan uit worden gegaan dat alle schepen dubbelwandig zijn uitgevoerd.

4. Kans op een significant ongeval

Bij een aanvaring van een tanker met gevaarlijke stoffen met een turbinemast zal in een deel van de gevallen alleen min of meer oppervlakkige schade optreden. Ook een frontale aanvaring met een windturbine zal niet leiden tot een lekkage, vanwege de kreukelzone aan de voorzijde van het schip (Toetsingsadvies over het milieueffectrapport en de aanvulling daarop voor Windparken in de Noordoostpolder, Commissie voor de milieueffectrapportage, 24 maart 2010 / rapportnummer 2352-115).

In een aantal studies wordt de kans bepaald dat, gegeven het zich voordoen van een aanvaring, significante schade optreedt, dat wil zeggen schade die leidt tot het doorboren van het laadruim. In een studie naar calamiteiten in de Zeeuwse Delta (TU Delft, februari 2007) wordt afgeleid dat dit in 17,5% van de aanvaringen optreedt.

5. Kans op uitstroom gegeven een significant ongeval

De kans op het uitstromen van enige ladinginhoud gegeven een significant ongeval bedraagt 92,8%, aldus de studie naar ongevallen in Zeeland (Calamiteiten in de Zeeuwse Delta, TU Delft, februari 2007). In dit percentages wordt geen onderscheid gemaakt in enkelwandige of dubbelwandige tankers. Voor milieuschade van middelgrote en grote omvang wel. De kans op uitstroom bij een dubbelwandig schip is respectievelijk 0,6% voor een kleiner deel van de lading en 0,15% voor een groot deel van de lading.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten kan nu de kans op het optreden van een aanvaring met een turbinemast en het zich voordoen van ernstige en minder ernstige milieuschade bepaald worden.

Tabel 1.2 Bepaling van de kans op milieuschade ten gevolge van een aanvaring

	Kans op aanvaring met turbine	Kans op tanker met gevaarlijke stoffen	Kans op significant ongeval	Kans op uitstroming gegeven significant ongeval	Kans op botsing met uitstroming van een bepaalde omvang tot gevolg (AxBxCxD)
Milieuschade van geringe omvang	1.688 ^E -04	0.065	0,175	0,929	7,270 ^E -06
Milieuschade van middelgrote omvang	1.688 ^E -04	0.065	0,175	0,006	4,695 ^E -08
Milieuschade van grote omvang	1.688 ^E -04	0.065	0,175	0,0015	2,288 ^E -08

De kans op een 'significant' ongeval met een tanker met aan boord gevaarlijke stoffen is kleiner dan eens in de 500.000 jaar. De kans hierop is dan ook minimaal.

De kans op een aanvaring met een beperkte lekkage gevolg, die kan leiden tot milieuschade van geringe omvang, is vervolgens nog kleiner 7,27^E-06, dat wil zeggen eens in de 7,4 miljoen jaar. Een verwaarloosbaar kleine kans.

Bij het bepalen van de kans op een aanvaring met een turbine (van 7,80E-02) zoals bepaald in het MER en de aanvullingen, is geen rekening gehouden met een aantal omstandigheden die de kans reduceren. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om specifieke verlichting (sectorverlichting) die alleen zichtbaar wordt voor een schip indien een onjuiste koers wordt aangehouden. Ook de grote omvang van de turbines en de goede radarzichtbaarheid ervan, dragen bij aan het verkleinen van het risico in de praktijk. Tevens zullen aanvullende preventieve maatregelen getroffen worden die de kans van het optreden van een calamiteit verkleinen. Tenslotte wordt er worst case vanuit gegaan dat de tankers altijd gevuld zijn, terwijl in de praktijk een deel van de tankers leeg zal zijn.

Conclusie

Op basis van bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de kans op incidenten met uitstroom van milieugevaarlijke stoffen verwaarloosbaar klein is. Zeker gezien de preventieve

maatregelen die niet in de berekeningen zijn meegenomen, maar wel bijdragen aan het nog verder verkleinen van de kans op dergelijke incidenten.

Bijlage D-15 Risico analyse dijkveiligheid



GEOTECHNISCH ADVIES en RISICOANALYSE
betreffende

**EFFECTEN WATERKERING TEN
GEVOLGE VAN WINDPARK FRYSLÂN**

Oprichtnummer: 1013-0226-004

Opdrachtgever : Pondera Consult Zeist
Nooitgedacht 2
3701 AN Zeist

Engineer windpark : Ventolines
Duit 15
8305 BB Emmeloord

Datum grondonderzoek : Diverse grondonderzoeken 2000 en 2001

Projectleider : ir. A.J. Snethlage

Opgesteld door : ing. P.A.J. Kivit
ir. A. Pool
ir. W.R. Halter

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	21 november 2013	definitief	
2	23 december 2013	aanvulling hst. 9 en 10	
3	20 februari 2014	opm. opdrachtgever verwerkt	
4	21 juli 2014	opmerkingen RWS verwerkt	
5	6 oktober 2014	Aanvullende opmerkingen verwerkt	
6	3 november 2014	Nieuwe opmerkingen verwerkt, risicoanalyse kabeltracé uitgewerkt	
7	12 januari 2015	Opmerkingen RWS verwerkt	
8	20 januari 2015	Aanvullende opmerkingen verwerkt	

SAMENVATTING

Door Pondera Consult is aan Fugro GeoServices BV gevraagd om voor het project “Windpark Fryslân” een risicoanalyse en effectbeoordeling uit te brengen ten aanzien van effecten op de waterkering.

Het windpark is voorzien in het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk. Het windpark bestaat uit windturbines op een afstand van circa 600 meter of meer tot de Afsluitdijk. Op en in de Afsluitdijk zijn diverse elektrische en civiele werken voorzien. Dit betreft een transformatorstation op locatie Breezanddijk en ondergrondse elektriciteitskabels naar land.

Voor het windpark wordt een MER opgesteld. Onderdeel hiervan is een nadere beschouwing van de potentiële effecten op de veiligheidsaspecten van de primaire waterkering (de Afsluitdijk). Fugro heeft hiertoe een risicoanalyse uitgevoerd waarbij voor relevante activiteiten is beschouwd of deze een negatieve effect op het veiligheidsniveau c.q. de stabiliteit van de waterkering kunnen hebben. De rapportage is aangevuld met de achterliggende veiligheidsfilosofie en kwaliteitseis m.b.t. leggen van kabels.

Risicoanalyse

In deze fase van het project is sprake van een risicoanalyse. Voor deze analyses zijn de nodige (conservatieve) aannames gedaan. Het doel van deze studie is om inzicht te krijgen in de uitvoerbaarheid van een transformatorstation op Breezanddijk, de bekabeling in de waterkering en het formuleren van randvoorwaarden om gevolgen voor dijkveiligheid te beperken tot een aanvaardbaar niveau. Ten behoeve van de risicoanalyse worden conservatieve aannames gehanteerd die zekerheid geven over de te verwachten effecten voor de waterkering. De invulling bij het definitieve ontwerp kan de uitkomsten hiervan bevestigen.

Grondonderzoek

Omdat sprake is van een risicoanalyse waarbij afbakening van mogelijke geotechnische risico's aan de orde is en niet van een uitgewerkt ontwerp, is nog geen grondonderzoek op locatie van de windturbines (windpark) en op locatie van het trafostation uitgevoerd. Voor de analyses is wel beschikbaar grondonderzoek uit de nabije omgeving gehanteerd. Op het moment dat de ontwerpfase (of voorontwerp) voor het definitief ontwerp gestart gaat worden, zal grondonderzoek op de nodige locaties (windpark in het IJsselmeer, transformatorstation en kabeltracé) conform NEN9997-1 uitgevoerd worden ten behoeve van definitieve ontwerpen.

Funderingsadvies

Een onderdeel van de risicoanalyse in deze rapportage is een funderingsadvies voor het transformatorstation. Op basis van het funderingsadvies komen de uitgangspunten beschikbaar voor het beschouwen van de potentiële effecten van de aanleg ervan voor de waterkering. Op verzoek van de initiatiefnemer zijn twee type funderingen beschouwd: een fundering op heipalen (voor twee verschillende paaltypen) en een fundering op staal. Geconcludeerd is dat zowel een fundering op staal als een fundering op palen toepasbaar zijn en dat daarbij de stabiliteit van de kering niet in gevaar komt, zowel tijdens bouw- als gebruiksfase. Gezien de ondiepe ligging van draagkrachtige zandlagen komt een fundering op staal het meest in aanmerking.

Bij een belasting van 500 kN / paal per prefab betonpaal, kunnen betonpalen met een schachtafmeting van $\varnothing 250$ mm worden toegepast. Voor deze belastingen kunnen vibropalen met een schachtafmeting van $\varnothing 271/310$ mm worden toegepast. Het paalpuntniveau van beide paaltypen ligt op circa NAP +2,0 m.

Dimensionering van de afmetingen van de betonfundering op staal dient voor het definitieve ontwerp door een constructeur gedaan te worden. Op basis van sondering DKM39 bedraagt de maximale funderingsdruk 155 kN/m^2 (plaatdikte $d = 0,2 \text{ m}$).

Trillingsintensiteiten bij waterkering a.g.v. heiwerkzaamheden

Voor de paalfundering is sprake van korte paallengtes. De trillingen ten gevolge van heien zijn uitgewerkt, omdat dit maatgevend is voor de effecten op de stabiliteit van het dijklichaam tijdens uitvoering. Tijdens de heiwerkzaamheden van prefab betonpalen is een energieniveau van circa 35 kNm benodigd om de palen op diepte te brengen. Met het heien van vibropalen is een energieniveau van 25 kNm benodigd. Als gevolg van de heiwerkzaamheden worden trillingsintensiteiten van 0,17 tot $0,23 \text{ m/s}^2$ bij de waterkering verwacht. Deze trillingsintensiteiten zijn als input gebruikt voor de stabiliteitsanalyse van de waterkering en daaruit blijkt dat deze geen risico op ontoelaatbare standzekerheid geven.

Prognosemodel trillingen

Op basis van de prognosemethodiek voor trillingen zoals deze is opgenomen in het CUR handboek CUR 166 "Damwandconstructies" zijn de trillingsintensiteiten (versnellingen) in de grond geprognoseerd. In de methodiek wordt een vereenvoudigde lognormale kansverdeling aangehouden. Ten tijde van het schrijven van het rapport, voorafgaand aan de MER fase (december 2013), zijn de analyses van trillingsintensiteiten uitgevoerd op basis van een normale kansverdeling. Als gevolg van voortschrijdend inzicht in het prognosemodel worden door Fugro vanaf de zomer 2014 de analyses uitgevoerd op basis van een uitgebreide lognormale verdeling [*Aanscherping trillingsprognoses met nauwkeuriger bepaalde veiligheidsfactoren*, Geotechniek, jaargang 18, nr 4, blz 37 t/m 40]. Het aangepaste prognosemodel zal echter niet leiden tot significant andere conclusies ten aanzien van de standzekerheid (stabiliteit) van de waterkering.

Toetsfactoren stabiliteit

In de gebruiksfase bedraagt de toetsfactor voor de stabiliteit van de waterkering 1,16 à 1,22. In de uitvoeringsfase is de toetsfactor 1,0. Deze factoren zijn conform het Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies. De stabiliteitsfactor is een product van modelfactor, schadefactor en de schematiseringsfactor. Deze factoren zijn benut voor het beoordelen van de potentiële impact van de voorgenomen werken op de stabiliteit van de waterkering.

Risicoanalyse primaire waterkering

Zowel de Tuimeldijk als het IJsselmeertalud zijn bij de gegeven trillingsintensiteit tezamen met diverse overige belastingen, op **stabiliteit** getoetst. De volgende stabiliteitsfactoren zijn bepaald:

1. Referentiefase (geen werkzaamheden)
 - Tuimeldijk 1,29
 - IJsselmeertalud 1,82
2. Bouwfase (heiwerkzaamheden)
 - Tuimeldijk 1,21
 - IJsselmeerdijk 1,53.

Omdat deze stabiliteitsfactor ruim boven de stabiliteitsfactoreis van 1,0 (uitvoeringsfase) ligt, wordt geconcludeerd dat er geen risico op ontoelaatbare standzekerheid van de waterkering te verwachten is ten gevolge van heiwerkzaamheden.

Gevoeligheidsanalyse bovenbelastingen trafostation en kraan

Met een gevoeligheidsanalyse is inzicht verkregen in de risico's van afschuiven van het IJsselmeertalud van de waterkering bij een bovenbelastingen van trafostation en kraan ten behoeve van de bouw en een afstand van de belasting tot de insteek van het talud. Dit risico kan vermeden worden door de bovenbelasting van de kraan op minimaal een afstand van 10 m uit het talud te houden en de belasting niet hoger te laten zijn dan 100 kPa.

Zwaar transport over de waterkering

Stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd waarbij zwaar transport over de reguliere weg van de waterkering is beschouwd. Bij aannahme van een zware belasting van 80 kPa over een breedte van 6 m neemt de stabiliteitsfactor niet dusdanig af dat de standzekerheid van de waterkering in het geding is. Ter vergelijking: regulier wordt bij dijken een belasting van 13,3 kPa over een breedte van 2,5 m in rekening gebracht.

Monitoring tijdens bouwfase

Indien wenselijk als aanvullende borging kan gebruik worden gemaakt van zowel trillingsmetingen als hoogfrequentie waterspanningsmeters om de stabiliteit te bewaken (monitoring). Indien hogere trillingen optreden dan verwacht, is monitoring een effectieve maatregel aangezien trillingsintensiteiten direct afnemen na het stoppen van heiwerkzaamheden. Op dat moment kan met een lagere slagenergie of frequentie verder worden geheid om aanvaardbare niveaus aan te houden. Indien gewenst wordt aanbevolen dit in een monitoringsplan nader uit te werken, waarin de meetfrequentie, meetlocaties, etc. en een meetprotocol opgenomen worden. Het monitoringsplan kan pas opgesteld worden in een eindfase (na de ontwerpfase).

Overige geotechnische risico's

Hiervoor zijn de resultaten van de analyses van trillingen, bovenbelastingen en de risico's op de waterkering weergegeven. In bijlage A3 is een risicotabel gepresenteerd. In de tabel wordt ingegaan op overige potentiële risico's en zijn de oorzaak / gevolg / wel of niet beperkt risico en eventuele te nemen beheersmaatregelen beschreven.

Geconcludeerd wordt dat zettingsvloeiing, instabiliteit door trillingen (door hei-, installatie HDD en overige werkzaamheden) geen risico vormen voor de standzekerheid van de primaire waterkering, uitgaande van de conservatieve uitgangspunten die zijn gehanteerd.

Opgemerkt wordt dat volgens de beschouwde sonderingen in de toplagen (dikte circa 3 m) minder verdichte zandlagen aanwezig zijn. Door heiwerkzaamheden kunnen deze lagen verdichten en daarmee een maaiveldzakking teweeg brengen. Bij een minimale grenswaarde voor verdichting van 1 m/s^2 wordt een invloedsgebied verwacht van circa 10 tot 15 m uit de heiwerkzaamheden. Dit betreft de directe locatie en omgeving van het transformatorstation. Buiten het invloedsgebied zijn de maaiveldzakkingen nihil. Gezien de geplande locatie van het trafostation op ruim grotere afstand dan 15 m uit de kruin van de kering geeft dit geen risico voor de stabiliteit en hoogte van de waterkering. Derhalve zijn er geen gevolgen voor de waterveiligheid.

Kabeltracé

Het kabeltracé dient gecontroleerd te worden op (knelpunten) met de ligging van bestaande kabels en leidingen, zogenaamde "clash controle". Het beoogde kabeltracé ligt onder het fietspad. Op deze locatie in het dwarsprofiel is volgens de beschikbare informatie over de gehele Afsluitdijk tussen Breezand en Friesland geen keileemlaag aanwezig, behalve in dijkvak 11. Hier wordt geadviseerd de keileem ter plaatse van de ontgraving te vervangen door goed verdichte klei van categorie 1. In het algemeen wordt geadviseerd de kabels onder het fietspad te leggen, omdat na reparatiewerkzaamheden de bekleding snel kan worden hersteld. Bij het herstel van het asfalt is de bekleding van de waterkering meteen op volledige sterkte, terwijl een grasbekleding een paar jaar tijd nodig heeft om een goede wortelstructuur te ontwikkelen.

Ondanks dat bij de aanleg van de kabels zowel evenwijdig aan de waterkering als van en naar de locatie van het trafostation de waterkerende functie van de ondergrond behouden blijft, dient de grondconditie gecontroleerd te worden. Hiertoe dienen zowel voorafgaand als nadien om de 50 m handsonderingen uitgevoerd te worden, zodat aangetoond kan worden dat de verdichting van de bovenste grondlagen minimaal even goed is als voor de werkzaamheden.

Bij Kornwerderzand is een horizontaal gestuurde boring in het voorland voorzien om de sluizen en de toekomstige vistrap te passeren. Dit betekent dat het kabeltracé op twee plekken de tuimeldijk moet passeren. Dit kan op meerdere manieren: een kruising over de tuimeldijk heen of een gestuurde boring onder de tuimeldijk door. De technische risico's van beide methoden zijn beheersbaar. Definitieve beheersmaatregelen moeten in het ontwerpstadium worden uitgewerkt.

Ontgraving en ligging grondwaterstand / c.q. waterremmende keileemlaag

De ontgraving voor de kelder van het trafostation op Breezanddijk bedraagt maximaal circa 1,5 m. Het maaiveld van het terrein ligt op NAP +4,2 m. Omdat het zomerpeil op NAP -0,2 m aangehouden wordt, wordt bij het ontgraven geen grondwater aangetroffen.

Uit de ontwerptekening van de verbreding bij Breezanddijk (1969) is op te maken dat de ophoging (vanaf circa NAP -4 m) in zand is uitgevoerd en dat ter plekke geen beschermende keileemlaag aanwezig is. De ontgraving heeft hier derhalve geen invloed op een keileemlaag.

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
SAMENVATTING	I
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
3. FAALMECHANISMEN WATERKERING	5
4. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	8
4.1. Algemeen	8
4.2. Globale bodemgesteldheid	8
4.3. Ligging keileem	8
5. TRILLINGSINTENSITEIT	10
5.1. Karakteristieken werkzaamheden	10
5.2. Modelling	10
5.3. Demping	11
5.4. Trillingsoverdracht	11
6. RISICOBESCHOUWING WATERKERING	13
6.1. Algemene risicobeschuwing	13
6.2. Risico's windturbines	14
6.3. Risico's transformatorstation	15
6.4. Risico's kabels	15
6.5. Risico's bij sluizen Kornwerderzand	16
7. STABILITEIT	18
7.1. Uitgangspunten	18
7.2. Toegepaste partiële veiligheidsfactoren	20
7.3. Stabiliteitsberekeningen	21
7.4. Gevoeligheidsanalyse bovenbelasting transformatorstation	23
7.5. Effect zwaar transport op stabiliteit Afsluitdijk	24
7.6. Monitoring	26
<u>BIJLAGEN</u>	<u>Nr.</u>
<u>Geotechnisch onderzoek</u>	
- Situatiekening	1013-0226-000-A1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- "Continu Elektrisch Sonderen"	
- Sondeergrafiek	Q-1837-DKM39
 <u>Adviezen / Risicoanalyse</u>	
- Funderingsadvies	A2
- Berekening en toetsing rekenwaarde netto draagkracht – Fundering op palen	A3
- Berekening rekenwaarde draagkracht – Fundering op staal	A4
- "Toelichting modellering trillingen"	A5
- Risicoanalysetabel waterveiligheid Afsluitdijk	A6
- Stabiliteitsanalyse	A7
 <u>Uitvoering</u>	
- "Richtlijnen grondverbetering"	

1. INLEIDING

Op 2 september 2013 ontving Fugro GeoServices B.V. te Leidschendam van Pondera Consult te Zeist de opdracht voor het uitvoeren van een risicoanalyse voor het project "Windpark Fryslân".

Het doel van de risicoanalyse is het bepalen van een mogelijke invloed van de voorgenomen (bouw)werkzaamheden op de standzekerheid van de primaire waterkering en het formuleren van randvoorwaarden (beheersmaatregelen) om de standzekerheid van de waterkering te borgen.

Door Fugro is onder opdrachtnummer Q-1837 voor de Afsluitdijk een geotechnisch onderzoek (in nov. 2000) uitgevoerd bestaande uit diverse sonderingen. Sondering DKM 39 (dp 16.5) nabij de beoogde locatie van het trafostation is representatief gesteld (opgenomen in bijlage A1).

In de risicoanalyse is nog geen rekening gehouden met de in aantocht zijnde versterking van de Afsluitdijk, omdat nog niet bekend is hoe deze eruit zal zien. Op basis van mededelingen van Rijkswaterstaat over de inhoud van de versterking zal de vormgeving van de versterking geen belemmering vormen voor de (bouw)werkzaamheden, omdat inpassing met maatwerk-beheersmaatregelen altijd mogelijk is.

Toelichting opbouw rapportage

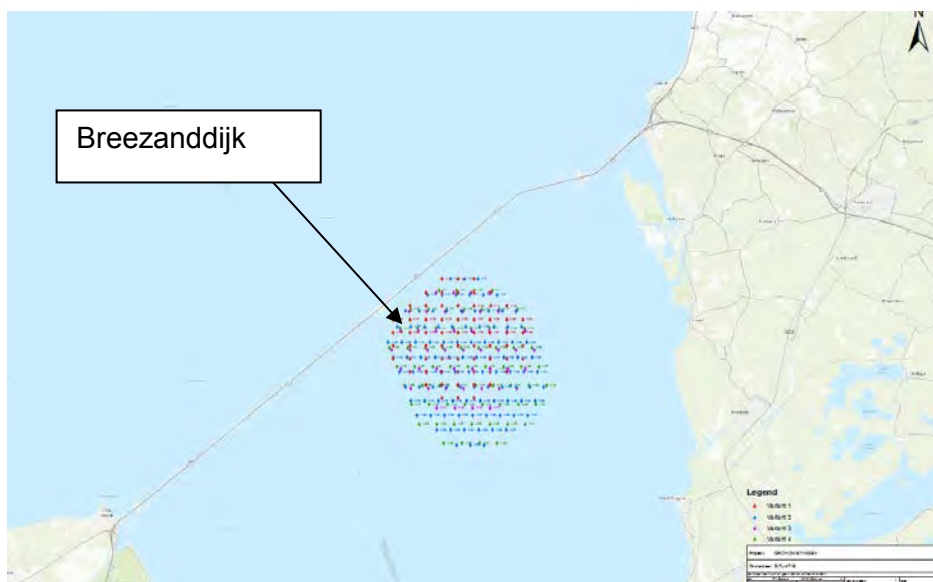
In hoofdstuk 1 is de rapportage samengevat waarbij de belangrijkste conclusies van verdere hoofdstukken zijn beschouwd. Hoofdstuk 2 t/m 6 gaan in op mogelijke risico's aan de primaire waterkering ten gevolge van de aanleg van Windpark Fryslân. Uitgangspunten voor de trillingsintensiteit als belasting op de waterkering is terug te vinden in de bijlage evenals de risicotabel A3.

Dit rapport bevat:

- een samenvatting (hoofdstuk 1);
- een projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- beschrijving uitgevoerd geotechnisch onderzoek (hoofdstuk 3);
- risicobeschouwing werkzaamheden tijdens bouw-, gebruik- en sloopfase (hoofdstuk 4);
- analyse trillingsintensiteit tijdens heien (hoofdstuk 5);
- stabiliteitsanalyse van diverse werkzaamheden (hoofdstuk 6).

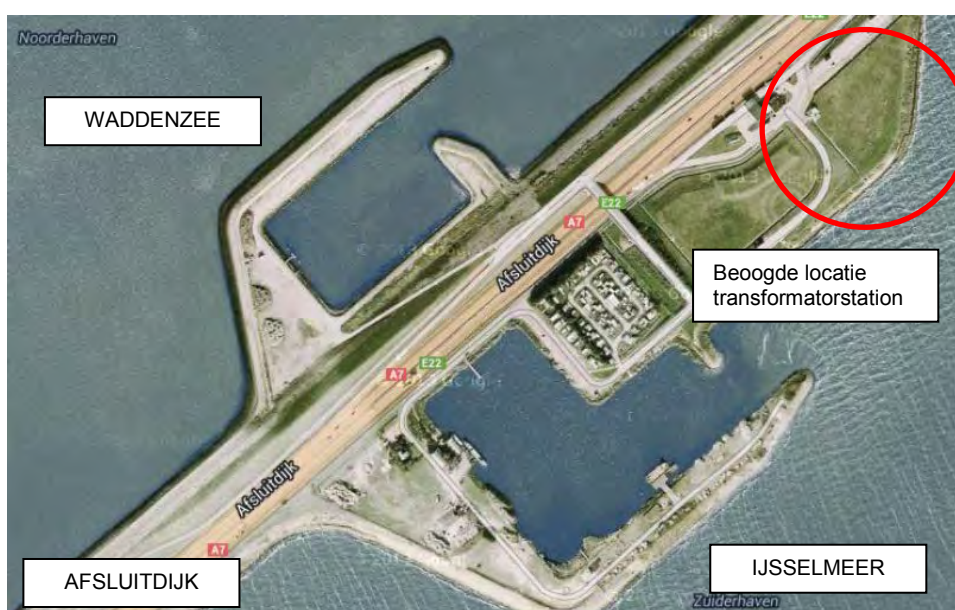
2. PROJECTOMSCHRIJVING

In het IJsselmeer is Windpark Fryslân BV voornemens om een windpark te realiseren ten zuiden van de Afsluitdijk ter hoogte van de Breezanddijk. In onderstaande figuur 2-1 is de beoogde locatie van het windpark weergegeven. Een MER wordt opgesteld waarin onderscheid wordt gemaakt in varianten met tussen de 47 en 100 windmolens.



Figuur 2-1: Beoogde locatie windpark Fryslan

Vanuit de windturbines zullen verschillende elektriciteitskabels aangelegd worden naar het transformatorstation “op” Breezanddijk. De exacte locatie van het transformatorstation is in dit stadium (nog) niet definitief. Wel is duidelijk dat het trafostation op minimaal 10 m afstand uit de insteek van het het IJsselmeertalud wordt geplaatst. De voorziene locatie is weergegeven in figuur 2-2.



Figuur 2-2: Projectlocatie Breezanddijk met locatie transformatorstation

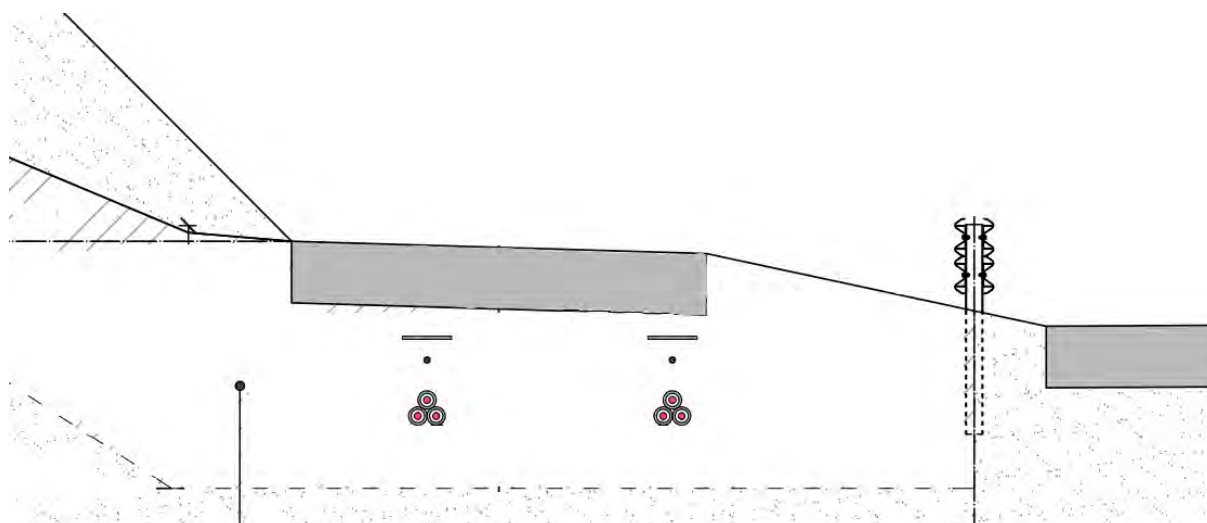
Het transformatorstation heeft een maximale oppervlakte van circa 45 x 25 m (op basis van conservatieve uitgangspunten). In het gebouw worden een aantal transformatoren opgesteld tezamen met schakelapparatuur. Het terrein wordt mogelijk omsloten door een hek. Naar het transformatorstation wordt een ontsluitingsweg aangelegd met een breedte van circa 5-8 meter.

Het is een optie om onder het gebouw een kabelkelder te realiseren. De elektriciteitskabels worden dan ingevoegd via deze kelder welke een diepte heeft van circa mv - 1,5 m (bovenkant vloer).

Nieuwe hoogspanningskabels

Vanaf het transformatorstation wordt een tweetal ondergrondse 110 kV-verbindingen naar land aangelegd. De kabels zijn voorzien in de Afsluitdijk en sluiten het windpark aan op het landelijk hoogspanningsnet in Friesland, waarschijnlijk bij 110 kV-station Marnezijl bij Bolsward. De enige mogelijke locaties voor de kabels in de Afsluitdijk (op het traject Breezanddijk – Kornwerderzand) zijn onder het fietspad, tussen het fietspad en de snelweg en in de middenberm van de snelweg. Na het sluizencomplex bij Kornwerderzand is er meer ruimte voor de kabels. De voorkeurslocatie is onder het fietspad, omdat in de middenberm van de snelweg reeds een rioleringsstelsel ligt (hemelwaterafvoer rijksweg). Een kabeltracé naast het fietspad is niet gewenst, omdat dan de grasmat tijdelijk zal moeten worden opengelegd. De rijksweg wordt gekruist met twee horizontaal gestuurde boringen (HDD) om vanaf het trafostation bij het fietspad te komen.

Elke verbinding bestaat uit 3 kabels (1 kabel per fase). Voor de aanleg van de kabels onder het fietspad dient een sleuf met een breedte van circa 3 tot 4 m aan maaiveld gegraven te worden. De aanlegdiepte van de kabels bedraagt maximaal ca. 1,0 m onder maaiveld of bestaande bekleding/wegfundering (zie figuur 2-3). De aanlegdiepte kan aangepast worden als dat gewenst is voor de opbouw van de waterkering. Als geen keileem aanwezig is dan kan de ontgraving worden opgevuld met dezelfde grond die eerder ontgraven is; er is geen speciaal zandmengsel rond de kabels voorzien. Derhalve blijft de grondconditie voor en na aanleg van de kabels gelijk. Op locaties met een keileemkern wordt de keileem ter plaatse van de ontgraving vervangen door goed verdichte klei van categorie 1.



Figuur 2-3: Indicatieve ligging hoogspanningskabels onder fietspad

Het sluisencomplex bij Kornwerderzand wordt gepasseerd met twee horizontaal gestuurde boringen (HDD). De voorziene start- en eindlocaties van de HDD's zijn in het 'voorland' van de kering gelegen (zie tekening TP14182-K-X-02 voor de exacte locaties). Om bij deze locaties te komen, dienen de kabels de kruin van de kering (tuimeldijk) te kruisen. Hiervoor staan nog verschillende opties open: een kruising over de tuimeldijk heen, een gegraven kruising door de tuimeldijk, een gestuurde boring onder de tuimeldijk. Van alledrie de opties zijn de effecten beschouwd. Bij de kruising van het Kornwerderzand-complex wordt ook al rekening gehouden met de plannen voor een vismigratierivier bij Kornwerderzand, waarbij een koker door de dijk zou moeten komen direct ten westen van de spuisluisen bij Kornwerderzand. De hoogspanningskabels kruisen de voorziene koker naar verwachting bovenlangs. Afstemming vindt plaats met de initiatiefnemer van de vismigratierivier.

Ligging bestaande kabels

Bekend is dat er een 10 kV-kabel ligt tussen het fietspad en de tuimeldijk aan de Waddenzeezijde.

Overige objecten Breezanddijk

De geplande locatie van het trafostation op locatie Breezanddijk is zodanig dat de bouw en aanwezigheid van het transformatorstation, de HDD-boringen (van het windpark naar het transformatorstation en van het transformatorstation naar het fietspad) en de hoogspanningskabels in de dijk geen invloed hebben op de werkhavens, voorhavens, havendammen en het viaduct over de rijksweg. De afstand tot deze objecten is minimaal 200 m.

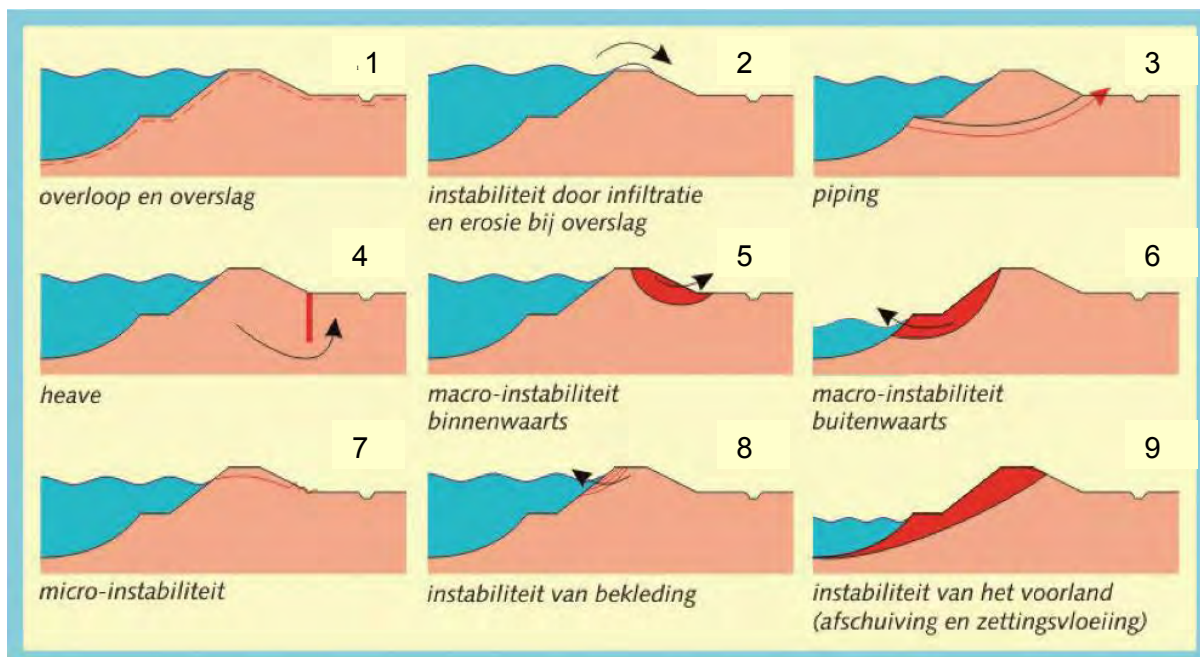
Beheer Afsluitdijk

Met betrekking tot de beheers- en onderhoudswerkzaamheden voor de primaire waterkering zijn, nadat het transformatorstation is aangelegd, geen additionele (c.q. noodzakelijke) werkzaamheden aan de orde. Het station is voorzien op een terrein dat op dit moment geen bijzondere functie heeft.

Ook na aanleg van de elektriciteitskabels zijn geen noodzakelijke onderhoudswerkzaamheden voorzien. De kabels zijn gedurende de levensduur van ca. 40 jaar onderhoudsvrij. Alleen in het geval van een calamiteit (storing, graafschade) is reparatie noodzakelijk.

3. FAALMECHANISMEN WATERKERING

De mogelijke invloed van de windturbine / transformatorstation op de waterkerende functie van de primaire waterkering is vanuit geotechnisch oogpunt beschouwd. Hiertoe dienen de belangrijkste faalmechanismen conform Voorschrift Toetsen op Veiligheid primaire waterkering 2006 (VTV) te worden geanalyseerd zoals deze schematisch zijn weergegeven in figuur 3-1.



Figuur 3-1: Faalmechanismen waterkeringen (VTV 2006)

Transformatorstation

Nadat het Windpark Fryslân in gebruik is genomen, worden door het transformatorstation geen dynamische belastingen (trillingen) op de waterkering uitgeoefend.

Indien het station op staal gefundeerd is, kan de extra bovenbelasting tot een verlaging van de stabiliteit van de kering leiden (faalmechanisme 5). Indien het transformatorstation gefundeerd is op palen, is kwel ten gevolge van grondwaterstromingen langs de paal een aspect om te beoordelen. Kortom, in de bedrijfssituatie zijn dan de faalmechanismen 3 en 7 mogelijk van invloed. De ontgraving voor de kelder van het transformatorstation heeft mogelijk invloed op de stabiliteit van de kering (faalmechanisme 5).

In de bouwfase wordt de waterkering mogelijk dynamisch belast (trillingen). Deze belastingen kunnen van invloed zijn op faalmechanismen stabiliteit binnen- en buitentalud (5 en 6) en op zettingsvloeiing (9).

Samengevat: voor het transformatorstation dienen de faalmechanismen 3, 5, 6, 7 en 9 beoordeeld te worden. Faalmechanismen 1, 2, 4 en 8 worden niet beïnvloed door de realisatie en aanwezigheid van het transformatorstation.

Windturbines

Omdat de locatie van de windturbines zelf dusdanig ver weg is (minimaal 600 m tot de Afsluitdijk) kan uitgesloten worden dat het installeren c.q. het in bedrijf zijn van de turbines invloed heeft op de faalmechanismes van de waterkering. In hoofdstuk 5 is dit nader toegelicht.

Samengevat: geen van de faalmechanismen wordt beïnvloed door de windturbines in het IJsselmeer.

Kabels

Voordat de kabels in de Afsluitdijk worden aangebracht, wordt een tijdelijke sleuf gegraven waarin de kabels aangebracht worden. Vervolgens wordt de sleuf weer gedicht waarbij de grondlagen zo goed als mogelijk in oorspronkelijke opbouw worden teruggebracht en goed worden verdicht. Door de kortstondige en plaatselijke ontgraving, wordt geen directe invloed op de meeste faalmechanismen verwacht. Afhankelijk van de exacte ligging van de kabels en de uitvoeringswijze, kan faalmechanisme 8 (instabiliteit bekleding) beïnvloed worden, bijv. bij het openleggen van de grasmat of het verharde fietspad. Dit dient dus beschouwd te worden.

Samengevat: Voor de kabels in de Afsluitdijk dient faalmechanisme 8 beoordeeld te worden. De andere faalmechanismen worden niet beïnvloed door de kortstondige en plaatselijke ontgraving:

- Er is geen sprake van verlaging van de dijk of gladder buitentalud, dus er zijn geen effecten op overloop en overslag.
- Door boogwerking rondom een plaatselijke ontgraving, eventueel aangevuld met tijdelijke hulpconstructies, kan de stabiliteit worden gegarandeerd.
- Piping wordt niet beïnvloed, omdat geen nieuwe intreepunten of kwelwegen worden geïntroduceerd.

Sluis Kornwerderzand

Het kabeltracé is bij de sluisen gepland als een horizontaal gestuurde boring (HDD) onder de sluisen door. Met deze uitvoeringswijze worden mogelijke risico's geminimaliseerd / zijn zeer goed beheersbaar. Mede omdat gesteld is (door RWS) dat de werkzaamheden alleen in het open seizoen uitgevoerd mogen worden. Geadviseerd wordt de werkzaamheden niet tijdens extreem hoog water of andere extreme weersomstandigheden uit te voeren. De startlocatie van de HDD ten oosten van de schutsluis zal bij een hoogwater met een kans van 1x per 2 jaar onder water staan (maaiveldhoogte ca. NAP +3 m)

Het geplande kabeltracé van de HDD's is volledig aan de buitenzijde van de primaire kering gelegen. Daarmee is het risico voor de primaire waterkering beperkt. Om bij de geplande start- en eindlocaties te komen, moeten de kabels de tuimeldijk kruisen. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden, zoals een HDD of een gegraven kruising. Door de kortstondige en plaatselijke ontgraving wordt geen directe invloed op de meeste faalmechanismen verwacht. Faalmechanisme 8 (instabiliteit bekleding) kan wel beïnvloed worden, bijv. bij het openleggen van de grasmat. Daarnaast dient piping (faalmechanisme 3) beschouwd te worden en is kwel ten gevolge van grondwaterstroming langs de HDD's een aspect om te beoordelen, hierdoor kan de stabiliteit van de kering worden beïnvloed (faalmechanisme 5). De overige faalmechanismen worden niet beïnvloed door de kruising van de tuimeldijk.

Samengevat: Voor de HHD-boringen bij Sluis Kornwerderzand dienen faalmechanisme 3, 5 en 8 beoordeeld te worden.

4. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

4.1. Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op gebruikte informatie over de bodemgesteldheid. Er wordt specifiek ingegaan op de ligging van de keileemlaag/-lagen in de waterkering.

In de directe nabijheid van het geplande trafostation is door Fugro in 2000 en 2001 grondonderzoek uitgevoerd (langs de Afsluitdijk).

Fugro heeft veel grondonderzoek (om de 250 m, 2008) verricht in de Afsluitdijk. Uit dit grondonderzoek en het uitgebrachte geotechnisch lengteprofiel, wordt geconcludeerd dat de Afsluitdijk uit voornamelijk zandlagen bestaat en onderbroken is door (deels plaatselijke) klei- en veenlagen. De kern van de waterkering is geschematiseerd met behulp van bestekstekeningen. Voor de toekomstige locatie van het trafostation is de dichtstbijzijnde gelegen sondering DKM39 maatgevend gesteld. Deze sondering is opgenomen in de bijlage "Geotechnisch onderzoek".

Voor de beoordeling van mogelijke effecten op de waterkering kan volstaan worden met de beschikbare grondgegevens.

4.2. Globale bodemgesteldheid

Op basis van het geotechnisch onderzoek en het geotechnisch lengteprofiel ter plaatse van de kruin van de kering en de bestekstekening is in tabel 4-1 de bodemgesteldheid ter plaatse van het trafostation globaal geschematiseerd weergegeven.

Tabel 4-1: Globale bodemgesteldheid ter plaatse van het trafostation

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	
+4,2	tot	-3,8	ZAND	Los tot matig vast gepakt (opgebracht)
-3,8	tot	-4,5	KLEI	Sterk zandig, siltig
-4,5	tot	-8,5	ZAND	Matig vast gepakt
-8,5	tot	-10,0	KLEI	
-10,0	Maximaal verkende diepte			

Opmerkingen:

Het maaiveldniveau op de Afsluitdijk varieert; op basis van de aanlegtekening uit 1969 en AHN2 is aangehouden dat het maaiveld ter plaatse van het trafostation op NAP +4,2 m ligt.

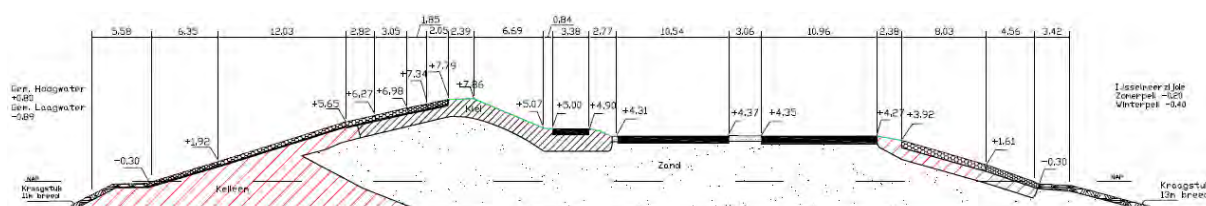
4.3. Ligging keileem

Keileem is een taai materiaal dat veelal zeer erosiebestendig is. Het bestaat uit klei, zand en stenen en is gebruikt bij de aanleg van de Afsluitdijk om een dam te maken die bestand was tegen de optredende stroming en om de zandkern af te dekken. De ligging van de keileemlaag is enerzijds van belang omdat de beheerder eist dat de 'keileemkern' aan de buitenzijde van de waterkering niet verzwakt wordt en anderzijds omdat het graven in keileem zwaar en ingrijpend kan zijn vanwege de aanwezigheid van stenen.

Op basis van het door Fugro uitgevoerde grondonderzoek is de ligging van het keileem niet direct te bepalen, omdat zowel zandige als kleihoudende lagen benoemd kunnen worden als keileem. Daarnaast is van lagen boven de grondwaterstand (dus ook van de keileemdekkingen) minder nauwkeurig de grondsoort vast te stellen op basis van een

sondering. Het meeste grondonderzoek is uitgevoerd op de kruin van de tuimeldijk; ter plaatse van het fietspad is veel minder grondonderzoek beschikbaar.

De ligging van het keileem is daarom bepaald aan de hand van de ontwerptekeningen en de leggerprofielen (Legger Afsluitdijk, 2 november 2009). De keileemdam aan de buitenzijde reikt tot een niveau van NAP +2 à +3 m. Achter de keileemdam is een zandlichaam aangebracht, dat aan de IJsselmeerzijde is afgedekt met ca. 0,75 m keileem vanaf NAP -1,0 m. Het buitentalud is tot ca. NAP + 5,5 m afgedekt met 1,0 m keileem. Op de meeste locaties is de rest van het buitentalud en het binnentalud van de tuimeldijk afgedekt met 1,0 m klei (zie figuur 4-1).



Figuur 4-1: Doorsnede Afsluitdijk (km 20.51) met ligging keileemkern en kleilaag

Op enkele trajecten is de keileemdeklaag verder doorgezet over het buitentalud en binnentalud van de tuimeldijk. Dit geldt voor de volgende trajecten tussen Breezanddijk en Friese kust (dijkvakken op basis van de legger):

- Dijkvak 11 (dp 20.0 – dp 25.9)
- Dijkvak 12 (dp 25.9 – dp 26.2); vlak ten westen van spuisluizen Kornwerderzand
- Dijkvak 13 (dp 26.2 – dp 26.5); bij spuisluizen Kornwerderzand
- Dijkvak 14 (dp 26.5 – dp 26.7); tussen spui- en schutsluizen Kornwerderzand
- Dijkvak 17 (dp 26.7 – dp 31.9); traject Kornwerderzand – Friese kust

Bovenstaande is gebaseerd op de aanlegtekeningen en de vastgestelde legger. Aangezien de precieze ligging van het keileem hier niet uit naar voren komt, dient dit in een later stadium gecontroleerd worden met grondonderzoek ter plaatse, bijvoorbeeld met de handboringen.

5. TRILLINGSINTENSITEIT

De belasting op de dijklichaam wordt bepaald door de “trillingsbelasting” veroorzaakt door de heideactiviteiten. De resultaten van de trillingsintensiteit, in versnellingswaarde, wordt gebruikt bij de risicoanalyse van de standzekerheid van de waterkering. In dit hoofdstuk is de trillingsintensiteit bepaald die maximaal te verwachten is ten gevolge van heidewerkzaamheden.

5.1. Karakteristieke werkzaamheden

Voor het transformatorstation is een funderingsadvies opgesteld. Dit advies, inclusief de gebruikte uitgangspunten en parameters, is te vinden in bijlage A2. Op basis van de resultaten van dit advies worden voor een fundering op palen prefab betonpalen $\#250$ mm tot een diepte van ca. NAP +2,0 m en / of vibropalen $\varnothing 271/310$ mm tot een diepte van ca. NAP +2,0 m geheld.

Omdat de belastingen conservatief zijn aangehouden, zijn de gekozen paalafmetingen eveneens conservatief. De benodigde draagkracht van de palen wordt immers bepaald door de paalafmeting / paallengte.

Opgemerkt wordt dat de berekende paallengten dusdanig kort zijn, dat een fundering op staal wellicht meer voor de hand ligt, ook gezien de bodemopbouw. De paalberekening is vooral gebruikt om een bovengrensin-schatting te kunnen geven van de trillingseffecten op de waterkering.

Op basis van indicatieve dimensioneringsberekeningen met behulp van de formule van Sprenger-Potma is de benodigde heide-energie bepaald. Verwacht wordt dat de prefab betonpalen met een energieniveau van 35 kNm en de vibropalen met een energieniveau 25 kNm op diepte geheld kunnen worden.

Het stootrendement van het hydraulische heideblok bedraagt circa 95%.

Relevantie van de blokkeuze

De hierboven beschouwde blokken kunnen goed geregeld (dit is variabele valhoogte) worden, zodat niet met een te hoog of te laag energieniveau op de palen geslagen behoeft te worden. De acceptatie van het gekozen blok dient uiteindelijk in de uitvoeringsfase door een aannemer in overleg met de constructeur te worden verzorgd.

Bij de keuze van het blok is het van belang dat er gelet wordt op zowel de beschikbare bruto als netto energie. Rekening dient te worden gehouden met het feit dat sommige hydraulische heideblokken bij de neerwaartse klap hydraulisch versneld worden. Bij dit soort blokken is er vaak een kleiner verschil tussen het bruto en netto energieniveau.

Bovengenoemde aannamen zijn als uitgangspunt voor de analyse gehanteerd. In geval van wijzigingen in het te hanteren equipment en / of materieel, wordt aanbevolen de analyse / toetsing aan te laten passen.

5.2. Modellerings

In de bijlage “*Toelichting Modellerings trillingen*” (bijlage A5) wordt nader ingegaan op de theoretische achtergrond omtrent trillingen.

De modellering en het opstellen van de trillingsrisicoanalyse vindt plaats op basis van CUR - publicatie 166 'Damwandconstructies'. In genoemde CUR - publicatie wordt onderscheid gemaakt in verschillende bodemkarakteristieken, verschillende palen en damwandplanken alsmede in verschillende wijzen van inbrengen.

In CUR 166 wordt voor de bronintensiteit van de trillingsintensiteit een "standaard" bodemprofiel gehanteerd. Door de bronwaarden van het "standaard" profiel te correleren met de grondcondities van de projectlocatie is met lokale omstandigheden rekening gehouden. Voor de modellering van de projectlocatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Gemiddelde bronsnelheid u_{5m} , heien 0,035 mm/s
- Variatiecoëfficiënt, heien 0,6

In tegenstelling tot de in CUR 166 (5^e druk) gehanteerde lognormale verdeling voor de bronwaarde wordt in de analyse uitgegaan van een normale kansverdeling.

Opgemerkt wordt dat ten tijde van het schrijven van de eerste versie van dit rapport (december 2013), voorafgaand aan de MER fase, de analyses van trillingsintensiteiten uitgevoerd zijn op basis van een normale kansverdeling. Als gevolg van voortschrijdend inzicht in het prognosemodel worden door Fugro vanaf zomer 2014 de analyses uitgevoerd op basis van een uitgebreide lognormale verdeling. Uit een vergelijking van beide methodiekresultaten volgt dat de "nieuwe" methodiek tot iets hogere prognosewaarden leidt. Mede gezien de resultaten van de stabiliteitsanalyses waar de trillingsintensiteiten als invoerwaarden gehanteerd zijn, wordt geconcludeerd dat de iets verhoogde prognosewaarden niet tot andere conclusies ten aanzien van de standzekerheid van de waterkering zal leiden.

5.3. Demping

Tijdens de installatie van de palen wordt de omringende grond in beweging gebracht. Hierdoor ontstaan trillingen. Deze trillingen planten zich als golven door de ondergrond voort. Te onderscheiden zijn compressie-, afschuif- en Rayleigh-golven.

Op korte afstand van de trillingsbron zijn qua trillingsniveau zowel de afschuif- als Rayleighgolven van belang, op grotere afstand alleen de Rayleighgolven. De voortplantingssnelheid van de trillinggolven in de aanwezige zandlagen bedraagt globaal 125 à 200 m/s.

De demping is in sterke mate afhankelijk van de mate waarin het grondmateriaal vervormd wordt onder invloed van de homogeniteit en de gelaagdheid van het bodemprofiel.

Tijdens het heien van de palen wordt bij een dempingsmaat van $\zeta = 1$ tot 2% uitgegaan van een dempingsconstante van circa $\alpha = 0,01 \text{ m}^{-1}$ voor prefab betonpalen en circa $\alpha = 0,015 \text{ m}^{-1}$ voor vibropalen.

5.4. Trillingsoverdracht

In tabel 5-1 is een overzicht van de waarden van de trillingsversnelling in de ondergrond als functie van de afstand gepresenteerd. De versnellingen zijn bepaald bij een dominante frequentie voor het heien van prefab betonpalen van 15 Hz en van vibropalen van 25 Hz.

Tabel 5-1: Trillingsversnelling als functie van afstand tot trillingsbron, **heien**

afstand tot werkzaamheden [m]	prefab betonpalen E = 35 kNm Freq. = 15 Hz ondergrond [m/s ²]		vibropalen E = 25 kNm Freq. = 25 Hz ondergrond [m/s ²]	
	50%	99%	50%	99%
	5	0,59	1,40	0,82
10	0,39	0,94	0,55	1,33
15	0,31	0,73	0,43	1,03
20	0,25	0,60	0,35	0,85
25	0,21	0,51	0,30	0,72
30	0,19	0,45	0,26	0,63
35	0,16	0,39	0,23	0,55
40	0,15	0,35	0,21	0,49
45	0,13	0,31	0,18	0,44
50	0,12	0,28	0,17	0,40
55	0,11	0,26	0,15	0,36
60	0,10	0,23	0,14	0,33
65	0,09	0,21	0,13	0,30
70	0,08	0,20	0,12	0,28
75	0,08	0,18	0,11	0,25
80	0,07	0,17	0,10	0,23

Afstand = afstand tussen trillingsbron en object

De 50% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 50% op overschrijding

De 99% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 1% op overschrijding

6. RISICOBESCHOUWING WATERKERING

6.1. Algemene risicobeschuwing

In dit hoofdstuk is een algemene risicobeschuwing opgenomen over in hoeverre de bouw en aanwezigheid van het transformatorstation en het kabeltracé effect hebben op de standzekerheid van de primaire waterkering. Naast stabiliteit zijn er nog andere aspecten die van invloed zijn op de standzekerheid van de waterkering. De complete uitwerking van de beschouwing is opgenomen in bijlage A6.

De Afsluitdijk is een primaire waterkering waarvoor een legger is vastgesteld. De legger is een register waarin wordt aangegeven aan welke minimumeisen de waterkering moet voldoen voor wat betreft ligging, vorm, afmeting en constructie. In een legger worden ook de beheergrenzen en de beschermingszones van de kering aangegeven. In deze beschermingszones mogen alleen onder strikte voorwaarden activiteiten plaatsvinden, zodat de veiligheid van de kering niet in gevaar wordt gebracht.

De gehele Afsluitdijk, inclusief de verbreding bij Breezanddijk, valt binnen de 'kernzone' van de legger. Hiervoor gelden de meeste beperkingen aan de activiteiten die worden toegestaan. Voor het uitvoeren van werkzaamheden binnen de beheergrenzen van de waterkering dient een (water)vergunning te worden aangevraagd. De vergunningaanvraag wordt vaak getoetst aan het beleidsplan van de waterkering. Voor de Afsluitdijk is het vigerende beleidsplan het Beheerplan Waterkering Afsluitdijk van Rijkswaterstaat uit 2006.

Uit de algemene risicobeschuwing volgt dat de risico's van de bouw van een transformatorstation op de standzekerheid van de waterkering klein en beheersbaar zijn. Onderscheid is gemaakt tussen een bouwfase, een gebruiksfase en een sloopfase. Per risico zijn de volgende aspecten opgenomen:

- mogelijke gevolgen bij optreden van het risico;
- een motivatie waaruit blijkt dat elk risico een beperkte kans van optreden heeft;
- beheersmaatregelen om te garanderen dat de risico's inderdaad beperkt blijven. Dit kunnen beheersmaatregelen zijn die in de voorbereiding moeten worden getroffen, maar kunnen ook maatregelen zijn die tijdens de uitvoering of door middel van beheer en onderhoud moeten worden genomen.

Bij de **bouwfase** is onderscheid gemaakt tussen de risico's bij de bouw van het transformatorstation en de risico's bij de aanleg van de verschillende delen van het kabeltracé. Dit zijn de gestuurde boringen van het windpark naar het transformatorstation en / of onder het spuicomplex bij Kornwerderzand door en de gegraven kabelstrook tussen Breezanddijk en Friesland (excl. passage sluiscomplex). De risico's voor de waterkering blijven beperkt, omdat deze met eenvoudige en gangbare werkmethodes (bv. HDD-boring) goed beheersbaar zijn. Indien in een latere fase voor een andere werkmethode wordt gekozen, dient geverifieerd te worden of dit tot andere risico's leidt.

In het algemeen kunnen de bouwrisico's voor de kering worden beperkt door in het open seizoen te werken en niet tijdens hoog water of andere extreme weersomstandigheden. Het open seizoen betreft de periode van april tot oktober. Buiten deze periode is sprake van het 'stormseizoen' en is er een hogere kans op hoog water of andere extreme weersomstandigheden. Werkzaamheden in het stormseizoen worden veelal door de beheerder van de kering alleen onder strenge voorwaarden toegestaan en alleen als vooraf

aangetoond kan worden dat de risico's voor de waterkerende veiligheid voldoende beheerst worden.

Bij de **gebruiksfase** is onderscheid gemaakt tussen beheer, de versterking van de waterkering en calamiteiten. Bij "beheer" zijn risico's vermeld die gepaard gaan met beheer, onderhoud en reparatie van onderdelen van de aangebrachte infrastructuur. Een deel van deze risico's wordt beperkt door in het ontwerp al te anticiperen op beheersaspecten. Dit is verwoord in een aantal aandachtspunten. Bij "damversterking" zijn risico's genoemd die verband houden met het feit dat de Afsluitdijk de komende jaren versterkt gaat worden. Dit vereist mogelijk afstemming tussen beide projecten. Naast risico's biedt dit ook kansen. Bij "calamiteiten" is gemotiveerd waarom een mogelijke schade aan de infrastructuur (het transformatorstation en de kabels) niet zal leiden tot een verminderde standzekerheid van de waterkering.

Bij de **slooffase** zijn enkele risico's vermeld die betrekking hebben op het ontmantelen van de aangebrachte infrastructuur na beëindiging van de planperiode van het windenergieproject. Dit betreft met name enkele aandachtspunten bij het zorgvuldig verwijderen van de materialen en het vastleggen van in de waterkering achterblijvende funderingselementen.

6.2. Risico's windturbines

De windturbines in het IJsselmeer vormen geen risico voor de waterkering. In de risicotabel wordt dan ook niet nader ingegaan op risico's van de windturbines zelf op de waterkering. De afstand van de windturbines tot de waterkering is zodanig groot (meer dan 600 m), dat deze geen effect hebben op de waterkerende veiligheid van de waterkering. Het type en de inheidiepte van de funderingspalen is nog niet vastgesteld. Echter, de trillingsintensiteiten die gepaard gaan met de aanleg van de funderingen en het in gebruik zijn van de windturbines, zijn op een afstand van meer dan 600 m ondergeschikt aan de regulier optredende trillingsintensiteiten door b.v. het passerende verkeer over de snelweg gelegen op de waterkering. Als bij een calamiteit van de windturbine (afbreken / omvallen van een onderdeel etc), dan valt dit niet in de nabijheid op de grond of in het water van de waterkering.

De eventuele invloed van de funderingspalen op kwel uit de Waddenzee kan pas worden vastgesteld als het ontwerp van de funderingspalen bekend is. Kweltoename kan sowieso worden voorkomen door een grondverdringend paaltype te kiezen. Er is geen effect op piping onder de Afsluitdijk, omdat bij het maatgevende verval over de Afsluitdijk een kwelweglengte van 600 m ruim voldoende is. Bovendien zal de maatgevende kwelweglengte in de huidige situatie aanzienlijk korter zijn.

Korte toelichting effect trillingen windturbine op Afsluitdijk

Bij het heien van palen voor de windturbines treden tevens trillingen op. Tijdens de installatie van monopiles treden de grootste trillingen op. De trillingsamplitude in combinatie met een optredende wateroverspanning is beoordeeld in relatie tot een van de faalmechanisme (zie figuur 3-1) voor de waterkering. In het algemeen geldt dat een minimale versnelling (trilling) van ca. $0,5 \text{ m/s}^2$ benodigd is als trillingsamplitude om te kunnen spreken van een kans op een negatieve effect. Op basis van ervaring (expert judgement) met vergelijkbare heiprojecten bedraagt het invloedsgebied van trillingen (versnellingen) ten gevolge van heiwerkzaamheden minder dan 100 m. De turbines zijn voorzien op een afstand van minimaal 600 meter tot de Afsluitdijk. Versnellingen van $0,5 \text{ m/s}^2$ of hoger zijn daarom uit te sluiten bij de primaire waterkering.

6.3. Risico's transformatorstation

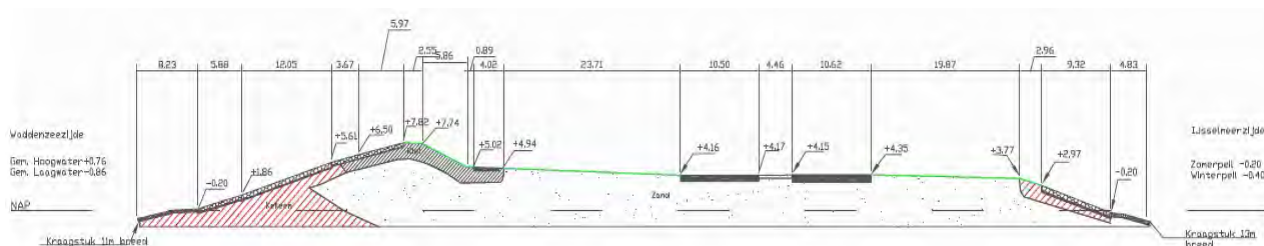
Enkele risico's van de bouw van transformatorstation uit de risicotabel hebben betrekking op de stabiliteit van de Afsluitdijk en de taluds van het achterland. Hier wordt in het volgende hoofdstuk (hoofdstuk 6) verder op ingegaan.

Opgemerkt wordt dat volgens de beschouwde sonderingen in de toplagen (dikte circa 3 m) minder verdichte zandlagen aanwezig zijn. Door heiwerkzaamheden kunnen deze lagen verdichten en daarmee een maaiveldzakking teweeg brengen. Bij een minimale grenswaarde voor verdichting van 1 m/s² wordt een invloedsgebied verwacht van circa 10 tot 15 m uit de heiwerkzaamheden. Buiten het invloedsgebied zijn de maaiveldzakkingen nihil. Gezien de geplande locatie van het trafostation op ruim grotere afstand dan 15 m uit de kruin van de kering geeft dit geen risico voor de stabiliteit en hoogte van de waterkering. Derhalve zijn er geen gevolgen voor de waterveiligheid.

Terreinbeheer binnen de begrenzing van het terrein van het trafostation (gras/verharding) is de verantwoordelijkheid van windpark Fryslân. De aanwezigheid van het station heeft geen invloed op beheers- en onderhoudswerkzaamheden door de dijkbeheerder. Door het aanhouden van voldoende afstand tot het IJsselmeertalud wordt dit zeker gesteld. Een afstand van 10 meter tot het IJsselmeertalud wordt daarbij geadviseerd als ruim minimum om voldoende werkafstand voor werktuigen te behouden.

6.4. Risico's kabels

De beoogde locatie voor de hoogspanningskabels van het transformatorstation naar het landelijk hoogspanningsnet is onder het fietspad op de Afsluitdijk. De aanwezigheid van twee, parallel gelegen, hoogspanningskabels over een lengte van ca. 15 km in de kering kan van invloed zijn op het waterkerend vermogen van de Afsluitdijk.



Figuur 6-1: Doorsnede Afsluitdijk nabij Breezanddijk, km 16.9

Op deze locatie in het dwarsprofiel is volgens de beschikbare informatie over de gehele Afsluitdijk tussen Breezand en Friesland geen keileemlaag aanwezig, behalve in dijkvak 11. Hier wordt geadviseerd de keileem ter plaatse van de ontgraving te vervangen door goed verdichte klei van categorie 1. In het algemeen wordt geadviseerd de kabels onder het fietspad te leggen, omdat na reparatiewerkzaamheden de bekleding snel kan worden hersteld. Bij het herstel van het asfalt is de bekleding van de waterkering meteen op volledige sterkte, terwijl een grasbekleding een paar jaar tijd nodig heeft om een goede wortelstructuur te ontwikkelen.

De kabels zijn onderhoudsvrij, derhalve is gedurende de levensduur (40 jaar) van de kabels geen regulier onderhoud nodig waarbij ontgravingen in de waterkering aan de orde zijn. Bij calamiteiten (storingen, beschadigingen t.g.v. graafschade) kan onder andere door middel

van 'pulsen' nauwkeurig vastgesteld worden waar het probleem zich bevindt en hoeft er slechts een beperkte lengte opengelegd worden (10 à 15 m). Indien de kabels onder een harde bekleding (zoals asfalt van het fietspad) gelegd worden, is de bekleding meteen op volledige sterkte na herstel van de bekleding. Een grasmat kan na opengraven versterkt worden met een geotextiel, waardoor de sterkte met name in de eerste jaren toeneemt.

Een reparatie zal ook in het stormseizoen moeten kunnen plaatsvinden, omdat de stroomvoorziening van de windturbines aan het vaste land niet enkele maanden kan worden stilgelegd.

Als procedure voor een werkwijze, waarbij een minimaal veiligheidsniveau van de dijk wordt gehandhaafd, wordt het volgende geadviseerd: de waterkeringbeheerder zal bij een storing in de kabel direct worden ingelicht. De weersomstandigheden worden vooraf en gedurende de werkzaamheden gevolgd. Werkzaamheden starten alleen indien binnen afzienbare tijd geen relevante hoogwatercondities worden verwacht. Dit dient in overleg met de dijkbeheerder nader te worden gespecificeerd. Vervolgens wordt er een reparatiesleuf gemaakt. Hoewel deze sleuf niet groter wordt gemaakt dan strikt noodzakelijk, zal dit tijdelijk een zwakke plek opleveren. Daarom zal er dan 24 uur per dag gewerkt worden om de zwakke plek in de bekleding zo kort mogelijk aanwezig te laten zijn. Bij dreigend hoogwater zal de ontgraving direct afgedekt worden met erosiebestendig materiaal dat paraat wordt gehouden. Er wordt alleen met de werkzaamheden begonnen als de voorspellingen geen aanleiding geven dat binnen de uitvoering van de werkzaamheden een relevante hoogwaterstand te verwachten is.

De kabels kunnen eventuele kleine vervormingen (zettingen) van de Afsluitdijk volgen. Deze zettingen zullen beperkt zijn, omdat de Afsluitdijk meer dan 80 jaar geleden is aangelegd; eventuele zettingen zijn in deze periode inmiddels opgetreden.

Voor de risicobeoordeling is zoveel mogelijk aangesloten bij het Beheerplan Waterkering Afsluitdijk van Rijkswaterstaat uit 2006. De beleidsregel voor kabels en leidingen in de kering is: 'Ja, mits er aan een aantal voorwaarden wordt voldaan.' Deze voorwaarden zijn niet gespecificeerd in het beheerplan, maar de algemene regel is dat aan landelijke regelgeving moet worden voldaan.

Algemene risico's m.b.t. kabels en leidingen die benoemd zijn in het beheerplan zijn tevens opgenomen in de risicobeschouwing in bijlage A6. Relevant om te vermelden is dat een deel van de risico's van kabels en leidingen in waterkeringen alleen gelden voor leidingen: risico's op explosie (leidingen onder druk) en uitstromen van vloeistoffen (bijvoorbeeld water). Hiervan is bij elektriciteitskabels geen sprake.

6.5. Risico's bij sluizen Kornwerderzand

Voor het passeren van het kabeltracé bij de sluizen bij Kornwerderzand is een horizontaal gestuurde boring voorzien, conform tekening TP14182-K-X-02. In het voorland is relatief veel ruimte aanwezig voor zo'n boring. Na aanleg heeft de kabel een verwaarloosbare invloed op de waterkerende veiligheid, omdat deze aan de buitenkant van de waterkering is gelegen, parallel aan de Afsluitdijk. Aan het begin en eind van de horizontaal gestuurde boring is een kruising met de tuimeldijk nodig om aan te sluiten op het langstracé onder het fietspad. Dit vergt een zorgvuldige aanpak, omdat de tuimeldijk een belangrijke functie heeft bij het beperken van de golfoverslag. Er worden twee varianten beschouwd:

1. Een kruising over de tuimeldijk heen, die het profiel van de tuimeldijk volgt.
2. Een horizontaal gestuurde boring onder de tuimeldijk door.

Ad 1. Een kruising over de tuimeldijk heen, die het profiel van de tuimeldijk volgt, leidt tot de minste verstoring van de tuimeldijk. Door de hoge ligging van de kabels kan er geen piping optreden langs de kabel. De kabels blijven verder goed bereikbaar voor reparatie en onderhoud door haar ondiepe ligging. Nadelen zijn dat er een aantal scherpe hoeken in de kabels komen en dat er lokaal een overmaat aan grond en bekleding nodig is om de kabels voldoende af te dekken (ter beschermen van de kabel). Dit zal duidelijk herkenbaar zijn door een lokale overhoogte van de tuimeldijk en/of een afwijkende bekleding.

Ad 2. Het voordeel van een horizontaal gestuurde boring is dat er niet in de tuimeldijk hoeft te worden gegraven en dat de bekleding van de tuimeldijk niet hoeft te worden aangetast. Een nadeel van deze sleufloze techniek is dat er haaks op de dijk, deels onder maatgevend hoogwaterpeil, een kabel wordt geïntroduceerd waarlangs een geconcentreerde kwelstroom kan plaatsvinden. Dit dient te worden voorkomen door het tracé onderbouwd te kiezen, door het in- en uitteerpunt van de leiding boven maatgevend hoog waterpeil te realiseren en door plaatselijk de aansluiting met de omliggende grond te bevorderen met manchetten. Aangezien er aan de binnenzijde van de tuimeldijk weinig ruimte beschikbaar is, wordt geadviseerd om de beginschacht van de 'rig' die de leiding de grond inperst op het voorland te realiseren. Het ontwerp van de boring, specifiek de boorvloeistofdruk, dient erop gericht te zijn dat geen verzwakking van de tuimeldijk optreedt door de overdruk waarmee de boorvloeistof uit de boorkop komt. Dit wordt met berekeningen aangetoond in het boorplan van het definitieve ontwerp.

In het algemeen kan worden gesteld dat de technische risico's van de kruising met de tuimeldijk beheersbaar zijn. Een detailbeschouwing van de benodigde beheersmaatregelen moet plaatsvinden zodra het definitieve ontwerp van de kruising beschikbaar is. Algemene risico's m.b.t. kabels zijn tevens opgenomen in de risicobeschouwing in bijlage A6.

7. STABILITEIT

Indicatieve stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de invloed van het transformatorstation op de macrostabiliteit van de waterkering. Voor de bovenbelasting bij (de bouw van) het transformatorstation is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Het effect van zwaar transport op de stabiliteit van de waterkering is onderzocht. Deze inzichten zijn gebruikt om randvoorwaarden voor de uitvoering van het transformatorstation en de bouwwerkzaamheden te formuleren.

7.1. Uitgangspunten

Geometrie

De geometrie van het dwarsprofiel aan de zijde van de Waddenzee is gebaseerd op de leggerprofielen van de Afsluitdijk. De waterbodempligging aan weerszijden van de Afsluitdijk is gebaseerd op lodingen en waterdieptekaarten. De geometrie van de verbreding van de Afsluitdijk bij Breezanddijk is gebaseerd op het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN-viewer).

De maximale ontgraving ten behoeve van de bouw van het transformatorstation is gesteld op maximaal circa 1,5 m diep en heeft als oppervlakte maximaal 45 x 25 m. Omdat het maaiveld van het terrein op NAP +4,2 m ligt en omdat de verbreding bij Breezanddijk vanaf oorspronkelijk maaiveld op circa NAP -3 m met zand is opgehoogd, is geen risico dat de ontgraving tot in de kleilaag wordt doorgezet.

Bodemopbouw

De kern is geschematiseerd met behulp van bestekstekeningen. Voor de bepaling van de verdere grondopbouw zijn meerdere sonderingen beschikbaar. Sondering DKM39 is maatgevend gesteld ten opzichte van de naastgelegen sonderingen. Van het achterland ter hoogte van Breezanddijk zijn geen grondgegevens beschikbaar. Op basis van de aanlegtekeningen van de uitbreiding van Breezanddijk kan worden aangenomen dat dit uit opgespoten, losgepakt zand bestaat.

Grondparameters

De representatieve parameters zijn geschat volgens tabel 2b van NEN 9997-1:C1:2012 (nl), de parameters zijn globaal bepaald over de gehele laag en zijn niet specifiek gekoppeld aan een profiel.

De rekenwaarden zijn verkregen door de representatieve waarde van de effectieve cohesie te delen door een materiaalfactor van 1,25 en de tangens van de hoek van inwendige wrijving door een materiaalfactor van 1,2 (conform tabel 5.3.1 van het Addendum uit het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies).

Tabel 7-1: Rekenwaarden sterkteparameters op basis van tabel 2b van NEN 9997-1:C1:2012 (nl)

Grondlaag	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Zand dijk	17/19	0,0	25,7
Klei dijk	16/18	0,8	19,0
Zand/wadafzetting zand	17/19	0,0	27,7
Klei/wadafzetting klei	15/15	0,8	16,0
Klei humeus	14/14	0,0	15,0
Opgespoten zand	17/19	0,0	25,0
Veen	12/12	0,0	15,0

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
- δ = wandwrijvingshoek

Hydraulische randvoorwaarden

Voor de waterstanden zijn de volgende waarden aangehouden:

- Waddenzee:

Bij Breezanddijk is het toetspeil NAP +5,1 m; [Hydraulische Randvoorwaarden 2006];

- IJsselmeer:

De waterstand is NAP -0,4 m (winterpeil) en NAP -0,2 m (zomerpeil).

Voor een situatie met een hoge waterstand aan de IJsselmeerszijde door opstuwing wordt een waterstand van NAP +1,4 m aangehouden. Dit is het toetspeil bij Makkum (Friesland) volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 en komt overeen met een windopzet van 1,6 m ten opzichte van het zomerpeil en 1,8 m ten opzichte van het winterpeil. Dit is naar verwachting conservatief, omdat het water bij Makkum extra wordt opgestuwd door de trechtersvorm van het IJsselmeer op die locatie in vergelijking met Breezanddijk.

Voor een situatie met extreem laagwater wordt gerekend met een waterstand van NAP -1,4 m. Dit komt overeen met een afwaaiing van 1,0 m ten opzichte van winterpeil.

Opgemerkt wordt dat de randvoorwaarden uit VTV2006 en HR2006 zijn aangehouden. Dit zijn formeel toetsrandvoorwaarden voor de huidige situatie en geen ontwerp-randvoorwaarden voor de ontwerpperiode (van bijv. 50 jaar). Er is niet gerekend met de ontwerp-randvoorwaarden, omdat deze (nog) niet beschikbaar waren. Zodra de ontwerp-randvoorwaarden door Rijkswaterstaat ter beschikking gesteld worden, kunnen deze gebruikt worden in de stabiliteitsbeschouwing. Er is geen aanleiding te veronderstellen dat deze van invloed zijn op de resultaten van de berekeningen, gezien de aanwezige overmaat aan stabiliteit ter plaatse van Breezanddijk.

Hoogteligging grondwaterstand

Omdat het grondprofiel voornamelijk uit zand bestaat, opgebracht op een kleilaag, zal de waterstand in het pakket vrij kunnen "nauwlijzen" al naar gelang de buitenwaterstanden op de Waddenzee dan wel IJsselmeer. De waterstand op het IJsselmeer is tot in de kern van de waterkering doorgetrokken (inclusief een opbolling). Vanaf de kern loopt de waterstand op tot aan de waterstand op de Waddenzee.

Toelichting peilen

Veelal mogen werkzaamheden aan de Afsluitdijk enkel uitgevoerd worden buiten het stormseizoen (winterperiode). Het stormseizoen is grofweg tussen de periode van oktober tot april. In de analyses is gerekend met het zomerpeil. De situatie met een hoog peil aan de IJsselmeerzijde hoeft formeel niet getoetst te worden, omdat de Afsluitdijk vanuit de IJsselmeerzijde gezien geen primaire waterkering is.

Overig

- Als verkeersbelasting is over een breedte van 2,5 m een ongedraineerde belasting van $13,3 \text{ kN/m}^2$ aangehouden. De belasting is gesitueerd ter plaatse van de kruin van de waterkering of net daarnaast, afhankelijk van welke locatie maatgevend is.
- Indien belasting door trillingen is meegenomen (uitgaande van een paalfundering) zijn hiervoor op basis van de trillingsberekeningen de volgende waarden gebruikt: horizontaal $0,23 \text{ m/s}^2$ (vibropalen is maatgevend) en verticaal $0,12 \text{ m/s}^2$.
- Voor de belasting door de kraan is over een breedte van 5 m indicatief 40 kN/m^2 aangehouden. Deze belasting is sterk afhankelijk van de uitvoeringswijze van de aannemer, met het door hem ingezette materieel.
- Voor de belasting door het transformatorstation is over een breedte van 45 m conservatief 10 kN/m^2 aangehouden (uitgaande van een fundering op staal) op de aanleghoogte van de kelder van het transformatorstation.

7.2. Toegepaste partiële veiligheidsfactoren

De standzekerheid van een waterkering wordt volgens de vigerende richtlijnen bepaald met een semi-probabilistische methode op basis van partiële veiligheidsfactoren. De volgende partiële veiligheidsfactoren worden onderscheiden:

- de materiaalfactor;
- de modelfactor;
- de schadefactor;
- de schematiseringsfactor.

De materiaalfactor wordt over de sterkte eigenschappen van de grond gezet. Het product van de overige drie factoren bepaalt de minimale stabiliteitsfactor waaraan de waterkering moet voldoen.

De aangehouden eisen ("Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006") die aan de stabiliteitsfactoren zijn gesteld zijn hierin terug te vinden. Omdat in het VTV geen materiaalfactoren zijn gedefinieerd voor representatieve grondparameters, zijn de materiaalfactoren gebaseerd op NEN 9997-1:C1:2012 (nl). De gevolgde werkwijze is ook conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies. Het VTV 2006 biedt de mogelijkheid om gebruik te maken van het in 2007 verschenen Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, waarin nieuwe partiële veiligheidsfactoren zijn geïntroduceerd.

Toetsfactor stabiliteit

- De modelfactor (γ_d) bedraagt 1,0 (methode Bishop zonder opdrijven);
- De schadefactor (γ_n) corrigeert voor de hogere vereiste betrouwbaarheid van een waterkering ten opzichte van de basisbetrouwbaarheid. Conform het Addendum bij het Technisch Rapport Grondconstructies bedraagt de schadefactor in de:
 - Uitvoeringsfase
Gedurende de uitvoeringssituatie, bij gebruik van rekenwaarden, bedraagt de

schadefactor 0,9, mits het waterkerend vermogen niet in gevaar komt. Als een afschuiving wel het waterkerend vermogen in gevaar brengt, dient van een schadefactor (γ_n) van 1,0 te worden uitgegaan;

- Gebruiksfase
In de gebruiksfase geldt een schadefactor van 1,11 binnenwaarts en 1,05 buitenwaarts;
- Met behulp van gevoeligheidsanalyses en berekeningen is onderbouwd dat een schematisatiefactor (γ_b) van 1,1 kan worden gehanteerd;
- Conform het Addendum bij het Technisch Rapport Grondconstructies is de toetsfactor voor de stabiliteit het product van de modelfactor, de schadefactor en de schematisatiefactor. De toetsfactor voor de macrostabiliteit bedraagt derhalve:
 - Uitvoeringsfase, binnen- en buitentalud
waterkerend vermogen niet in het geding, factor van **0,99** ($1,0 * 0,9 * 1,1$);
waterkerend vermogen wel in het geding, factor van 1,10 ($1,0 * 1,0 * 1,1$);
 - Gebruiksfase
Voor het binnentalud geldt een toetswaarde van 1,22 ($1,11 * 1,0 * 1,1$);
Voor het buitentalud geldt een toetswaarde van 1,16 ($1,05 * 1,0 * 1,1$);

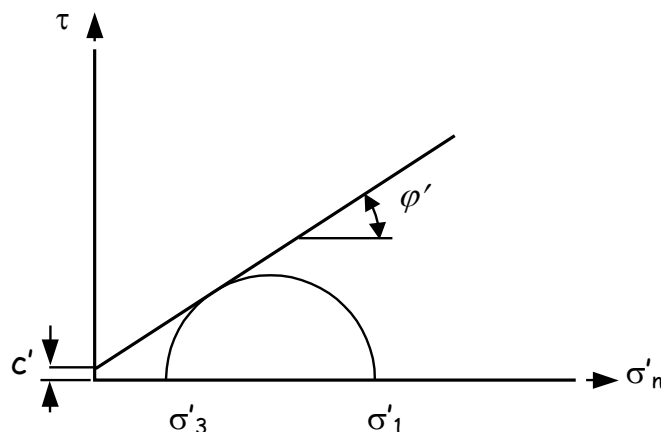
7.3. Stabiliteitsberekeningen

Methode Bishop

De stabiliteit van de waterkering is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop (computerprogramma DGeoStability). Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend. De stabiliteit van het talud is afhankelijk van:

- de sterkte van de grond;
- de hoogte van de dam;
- de waterspanningen in de dam en de ondergrond;
- de taludhelling, inclusief de aanwezigheid van een steunberm;

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volume gewicht en de wrijvingseigenschappen (hoek van inwendige wrijving φ' en de cohesie c') worden opgegeven, zie figuur 7-1. Deze parameters zijn o.a. bepaald aan de hand van interpretatie van het grond- en laboratoriumonderzoek alsmede aan de hand van ervaring. In de berekeningen zijn rekenwaarden van de grondparameters gebruikt.



Figuur 7-1: Schuifweerstand

Macrostablieiteit

Een indicatieve bepaling van de macrostablieiteit (bouwfase en gebruiksfase) is berekend voor zowel de Tuimeldijk als het talud aan de IJsselmeerzijde van de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk voor de volgende verschillende scenario's:

- Scenario 1: De huidige situatie (gebruiksfase).
- Scenario 2: De toekomstige situatie met belasting van op staal gefundeerd transformatorstation (gebruiksfase).
- Scenario 3: De toekomstige situatie met belasting van een op staal gefundeerd transformatorstation bij een hoogwaterpeil op het IJsselmeer (gebruiksfase).
- Scenario 4: De toekomstige situatie met belasting van een op staal gefundeerd transformatorstation bij een extreem laagwaterpeil op het IJsselmeer (gebruiksfase).
- Scenario 5: Uitvoeringsfase met ontgraving van 1,5 m diep bij het transformatorstation.
- Scenario 6: Uitvoeringsfase met zware kraan (ten tijde van plaatsen transformator).
- Scenario 7: Uitvoeringsfase met trillingen door installatie van palen bij een op palen gefundeerd transformatorstation.

Gelijktijdig optreden van de scenario's tijdens de bouw is niet aan de orde. Bijvoorbeeld: ten tijde van het heien van de palen zal geen zware kraan aanwezig zijn die de transformator aan het plaatsen is.

Het maakt voor de stabiliteitsberekeningen niet uit of de bovenbelasting (op staal gefundeerd transformatorstation) op het maaiveld of in een ontgraving van 1,5 m diep geplaatst wordt (aanlegniveau kelder). Het verschil in berekende stabiliteitsfactor is verwaarloosbaar klein.

De berekeningsresultaten zijn grafisch gepresenteerd in bijlage A7 en in tabel 7-2 samengevat.

Tabel 7-2: Berekende stabiliteitsfactoren scenario's bouwwerkzaamheden (rekenwaarden van de grondparameters)

Scenario	Situatie	Stabiliteitsfactor tuimeldijk [-]	Stabiliteitsfactor IJsselmeertalud [-]	Minimaal vereiste stabiliteitsfactor [-]
1	Referentie	1,29	1,82	1,22
2	Transformatorstation	1,29	1,80	1,22
3	Trafo + hoogwater	1,29	1,96	1,22
4	Trafo + extreem laagwater	1,29	1,53	1,22
5	Ontgraving	1,29	1,88	1,10 / 0,99 *
6	Zware kraan	1,29	1,61	1,10 / 0,99 *
7	Trillingen	1,21	1,53	1,10 / 0,99 *

* Eerste waarde geldt voor glijcirkels die het waterkerend vermogen aantasten, tweede waarde geldt voor glijcirkels die het waterkerend vermogen niet aantasten.

Uit de indicatieve berekeningen volgt dat de macrostablieiteit van de waterkering slechts in beperkte mate afneemt door de bouw van het transformatorstation. Aan de gestelde stabiliteitseisen blijft voldaan worden.

Uit een kwantitatieve beschouwing volgt dat indien uitgegaan wordt van een hoog peil op het IJsselmeer (gerekend is met het toetspeil bij Makkum van NAP +1,4 m), dit leidt tot een hogere stabiliteitsfactor dan bij zomerpeil (scenario 3 vs. scenario 2 in tabel 6-2). Een hoog

peil ten gevolge van opwaaiing heeft derhalve geen negatieve invloed op de stabiliteit van de het IJsselmeertalud in combinatie met een belasting uit het transformatorstation.

7.4. Gevoeligheidsanalyse bovenbelasting transformatorstation

Zowel over de (funderings)druk van de transformatoren als de stempeldruk(ken) van de kraan om de transformatoren te verladen, is nog geen detailinformatie bekend. De stempeldrukken zijn afhankelijk van het te verladen gewicht. Derhalve is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de invloed van de bovenbelasting op de stabiliteit van de waterkering. Daarbij is conservatief naar maximale belastingen gekeken.

Algemeen

Er is nog niet bekend welke type belasting maatgevend is: stempeldruk van de kraan of funderingsdruk van de transformatoren. Grootte en ligging van de belasting zijn niet bekend. Als vuistregel voor de maximaal toelaatbare belasting worden vaak de volgende waarden gehanteerd:

- Siltige ondergrond: 50 – 100 kPa
- Zandondergrond: 100 – 200 kPa
- Asfaltondergrond: 500 – 600 kPa

Benadrukt wordt dat de vuistregel slecht als indicatie mag worden gebruikt, omdat zaken als bodemopbouw, grondwaterstand en omvang van de belasting van invloed zijn op de maximaal toelaatbare belasting.

De oorspronkelijke scenario's waarmee vergeleken wordt:

- Situatie met belasting van op staal gefundeerd transformatorstation.
- Situatie met zware kraan.

Deze situaties zijn mogelijk maatgevend voor de stabiliteit van de kering.

De volgende aanvullende scenario's zijn beschouwd:

- Scenario I: Bovenbelasting van 100 kPa over een breedte van 5 m;
- Scenario II: Bovenbelasting van 150 kPa over een breedte van 5 m;
- Scenario III: Bovenbelasting van 200 kPa over een breedte van 5 m;
- Scenario IV: Bovenbelasting van 200 kPa over een breedte van 5 m, 10 m uit het talud.
- Scenario V: Bovenbelasting van 100 kPa over een breedte van 40 m (fictieve belasting transformatorstation gefundeerd op staal).

Uitgangspunten

Voor de gevoeligheidsanalyse zijn dezelfde uitgangspunten (excl. bovenbelasting) gehanteerd als de eerder gemaakte berekening voor de locatie Breezanddijk. De kraanbelasting grijpt aan op 5 m uit het talud, behalve bij scenario 4 (10 m afstand).

Resultaten gevoeligheidsanalyse

De berekeningsresultaten zijn in tabel 7-3 samengevat.

Tabel 7-3: Berekende stabiliteitsfactoren gevoeligheidsanalyse bovenbelasting (met rekenwaarden van de grondparameters)

Scenario	Situatie	Stabiliteitsfactor IJsselmeertalud [-]
-	Transformatorstation	1,80
-	Zware kraan (40 kPa)	1,61
I	Bovenbelasting 100 kPa, 5 m breed, 5 m uit talud	1,38
II	Bovenbelasting 150 kPa, 5 m breed, 5 m uit talud	1,24
III	Bovenbelasting 200 kPa, 5 m breed, 5 m uit talud	1,11
IV	Bovenbelasting 200 kPa, 5 m breed, 10 m uit talud	1,20
V	Bovenbelasting 100 kPa, 45 m breed, ca. 8 m uit talud	1,28

Uit de indicatieve berekeningen volgt dat de macrostabiliteit van dit deel van de waterkering afneemt bij grotere bovenbelastingen. De macrostabiliteit voldoet ($>1,2$ à $1,3$) bij een bovenbelasting tot 150 kPa op 5 m uit het IJsselmeertalud. Daarboven daalt de stabiliteitsfactor tot lagere waarden. Bij een bovenbelasting van 100 kPa over een breedte van 45 m (fictieve funderingsdruk transformatorstation) neemt de stabiliteitsfactor af tot 1,38. Benadrukt wordt dat de stabiliteit van de kern van dijk (ter plaatse van de rijksweg en het fietspad) door de beschouwde bovenbelasting niet afneemt en dat een eventuele instabiliteit van het IJsselmeertalud door wat voor een oorzaak ook geen gevolgen heeft op de kern van de waterkering.

Geadviseerd wordt om in het voorontwerp de stempeldrukken vanuit kraanbelastingen te limiteren op 100 kPa of de stempels op meer dan 10 m uit het talud te houden. Verwacht wordt dat binnen deze beperkingen een kraanontwerp mogelijk is.

7.5. Effect zwaar transport op stabiliteit Afsluitdijk

Als uitgangspunt is genomen dat de zware transformatoren via de weg met een zwaar transport vervoerd worden. Dit zware transport rijdt over een deel van de Afsluitdijk.

Algemeen

Een zwaar transport met een lading van 200 – 250 ton vindt doorgaans plaats met speciale voertuigen voorzien van veel assen om de aslast cq. de contactspanning (per band) te beperken. Doorgaans is de aslast bij zware transporten lager dan de maximale aslast bij gewone, (over)beladen vrachtwagens. De wettelijk toegestane aslast op openbare wegen bedraagt 10 ton.

Een indicatieve stabiliteitsberekening is uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de invloed van het transport op de macrostabiliteit van de waterkering.

Uitgangspunten

Verkeersbelasting

Op basis van specificaties van een bedrijf gespecialiseerd in zwaar transport, bedraagt de maximaal toelaatbare aslast van trailers (met 8 wielen per as) 36 ton. De hart-op-hartafstand (h.o.h.-afstand) van de assen bedraagt 1,5 m en de breedte tussen de buitenste wielen 3 m. Dit wordt geschematiseerd als een gelijkmatig verdeelde belasting (per as) van 360 kN / (1,5

$x 3) = 80 \text{ kN/m}^2$. Bij een h.o.h.-afstand van 1,5 m bedraagt de verdeelde belasting ca. 53 kN/m^2 . Bij zwaar transport is over een breedte van 3,0 m een verkeersbelasting mogelijk van $50 - 80 \text{ kN/m}^2$. Dit is aanmerkelijk hoger dan de gebruikelijke ontwerpverkeersbelasting in stabiliteitsberekeningen van $13,3 \text{ kN/m}^2$ over een breedte van 2,5 m.

Maatgevend dwarsprofiel

Het maatgevend dwarsprofiel van de Afsluitdijk is overgenomen uit een eerdere geotechnische schematisatie van de Afsluitdijk door Fugro in 2008 (projectnummer 1207-0127-000). Dit betreft zowel de geometrie als de bodemopbouw en grondparameters. De geometrie betreft de standaard breedte van de Afsluitdijk, die veel smaller is dan bij Breezanddijk en dus maatgevend. Bij het maatgevende dwarsprofiel bij dijkpaal 10.2 komen relatief ondiepe slappe lagen voor. De rekenwaarden van de grondparameters zijn identiek aan de waarden in tabel 6-1.

Overig

Uitgangspunten die niet in deze paragraaf gespecificeerd zijn, zijn gelijk aan de uitgangspunten genoemd in paragraaf 6.1.

Scenario's

Voor het dwarsprofiel ter plaatse van dijkpaal 10,2 zijn de volgende verschillende scenario's beschouwd:

- Scenario 0: De huidige situatie zonder verkeersbelasting.
- Scenario 1: Situatie met verkeersbelasting van $13,3 \text{ kN/m}^2$ over een breedte van 2,5 m (gebruikelijke verkeersbelasting bij dijkberekeningen).
- Scenario 1: Situatie met verkeersbelasting van 80 kN/m^2 over een breedte van 3 m (één rijstrook bezet);
- Scenario 2: Situatie met verkeersbelasting van 80 kN/m^2 over een breedte van 6 m (breed transport, twee rijstroken bezet).

Berekeningsresultaten

De berekeningsresultaten zijn in tabel 7-4 samengevat.

Tabel 7-4: Berekende stabiliteitsfactoren zwaar transport Afsluitdijk (met rekenwaarden van de grondparameters)

Scenario	Situatie	Stabiliteitsfactor Ijsselmeertalud [-]
0	Huidige situatie (geen verkeer)	1,38
1	Verkeersbelasting $13,3 \text{ kPa}$; 2,5 m	1,38
2	Verkeersbelasting 80 kPa ; 3m	1,26
3	Verkeersbelasting 80 kPa ; 6m	1,26

Uit de indicatieve berekeningen volgt dat de macrostabiliteit van de waterkering slechts in beperkte mate afneemt door de belasting vanuit zwaar transport over de waterkering. De berekende stabiliteitsfactor inclusief verkeersbelasting ligt boven de minimaal vereiste stabiliteitsfactor van 1,2 en daarmee is de standzekerheid van de waterkering gewaarborgd.

7.6. Monitoring

In het algemeen geldt dat als gevolg van bouwactiviteiten (dynamische dan wel statische) belastingsituaties voor de primaire waterkering kunnen optreden die tot ontoelaatbare stabiliteitsfactoren kunnen leiden. Indien heiwerkzaamheden uitgevoerd gaan worden, is er ook risico op maaiveldzakkingen. Op basis van de gedane analyses is geconcludeerd dat de standzekerheid van de primaire waterkering niet in het geding is. Ondanks dat, wordt geadviseerd zekerheidshalve tijdens de bouwactiviteiten monitoring uit te (laten) voeren.

Geadviseerd wordt de monitoring te laten bestaan uit trillingsmetingen in combinatie met (hoog frequent) waterspanningsmetingen. Hierbij dienen de metingen in de te verwachte glijvlakken in 2 raaien op 2 verschillende locaties (per raai) op 2 verschillende diepten (per raai) uitgevoerd te worden. Ten tijde van eventuele heiwerkzaamheden dienen de trillingsmetingen zowel op diepte als aan het maaiveld uitgevoerd te worden.

Aanvullend op de trillings- en waterspanningsmetingen wordt geadviseerd ten tijde van de bouwactiviteiten een hoogtemeting van het terrein uit te voeren, omdat heiwerkzaamheden tot lokale maaiveldzakkingen kunnen leiden.

Geadviseerd wordt een en ander op te nemen in een monitoringsplan, waar ook een meetprotocol in is opgenomen.

WONSERADEEL

WADDENZEE



dp 15.5



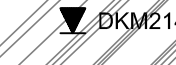
dp 15.6

dp 15.7



dp 15.8

dp 15.9



dp 16.0



dp 16.1



dp 16.2



dp 16.3

dp 16.4

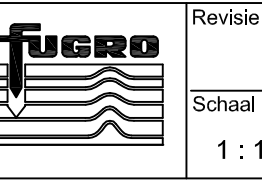


dp 16.5



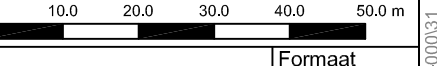
DKM218

Fugro GeoServices B.V.
Kantoor Leidschendam
Vlaarse Achterweg 10
2264 SG Leidschendam
Tel: 070 - 3 111 333
Fax: 070 - 3 277 081
www.fugro-nederland.nl



Revisie
Schak
1 : 1000

SITUATIE



BREEZANDDIJK
Gedetailleerd
KGR

12-08-2013

CONCEPT

1013-0220-000

Formaat
A0
Blz
1

dp 15.4

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

BORINGEN / PEILBUIZEN

●	mechanische boring (B)
◐	handboring (HB)
○	niet uitgevoerde boring
◌	niet uitgevoerde handboring
●	boring met peilbuis
●	boring met peilbuis, ondiep en diep filter
●	boring met peilbuis, ondiep, middeldiep en diep filter
◌	handboring met peilbuis
⊕	hellingmeterbuis (HMB)
⌵	gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF)
⊙	boring derden
⊙	boring derden met peilbuis

SONDERINGEN

▼	diep-/diepzware sondering
▽	middelzware sondering
▼	diep-/diepzware sondering met plaatselijke kleefmeting
▽	middelzware sondering met plaatselijke kleefmeting
⊕	slagsondering
▽	niet uitgevoerde sondering
⊕	waterspanningsmeter (WSM)
▽	sondering derden
▽	sondering derden met plaatselijke kleefmeting

Type sonderingen

M	middelzware sondering
D	diepsondering
DZ	diepzware sondering
S	slagsondering

Toegevoegde metingen

KM	meting van de plaatselijke kleef
P	meting van waterspanning
M	meting van de magnetische veldsterkte
G	meting van de geleidbaarheid
S	meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	meting van de temperatuur

LEGENDA / TERMINOLOGIE

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

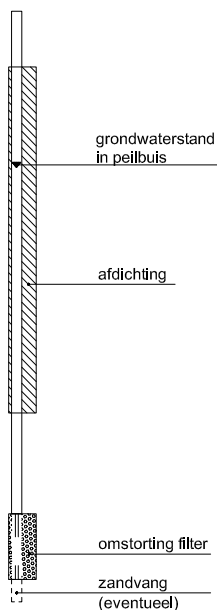
leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

Peilbuis



Monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster

Overig

	gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	verharding / kern / asfalt
	puin

Meettechniek

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm² met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm² boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm² variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm² en een manteloppervlak van 20000 mm².

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in *NEN-EN-ISO 22476-1* vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen een lengte heeft van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹⁾ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepteaanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *beneden* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal in %	grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

¹⁾ Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Presentatie sondeergegevens

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangspanparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

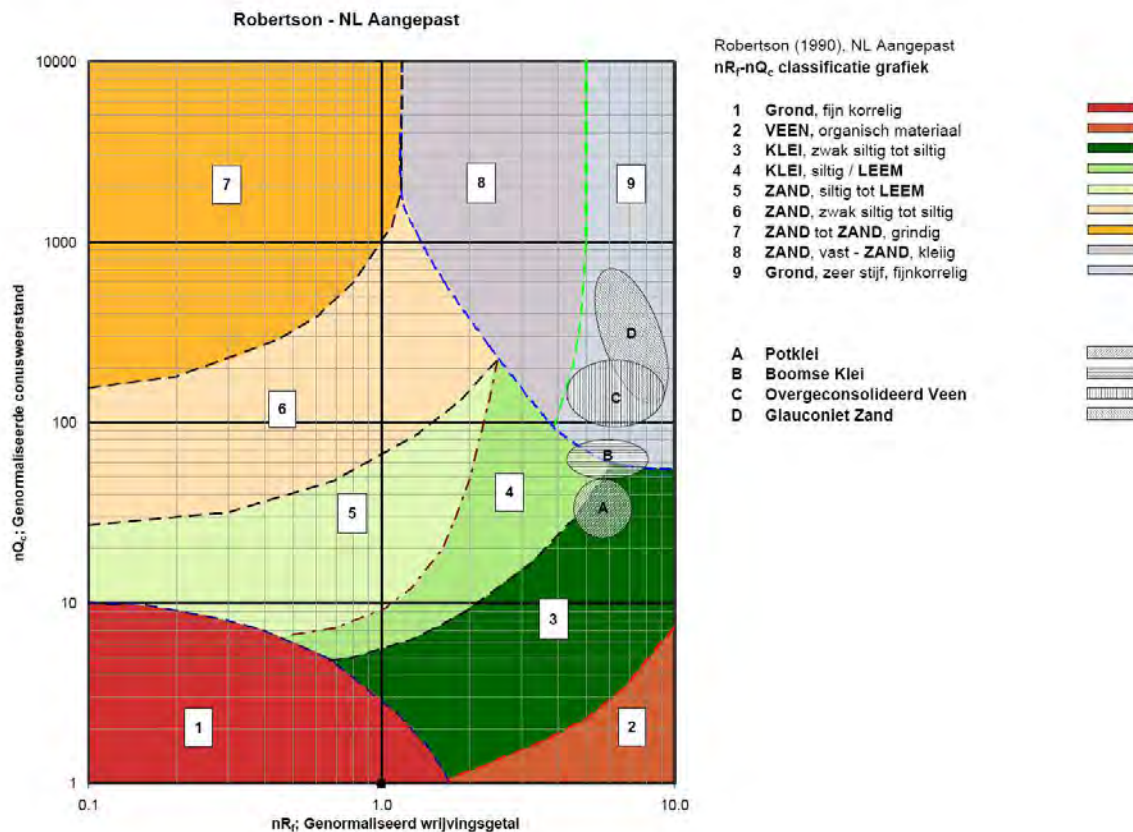
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Genormaliseerd wrijvingsgetal:
$$nR_f = \frac{100 \times f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- Gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5$ MPa en $R_f > 5$ % wordt de grond als veen geïnterpreteerd.



² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

Andere conustypen

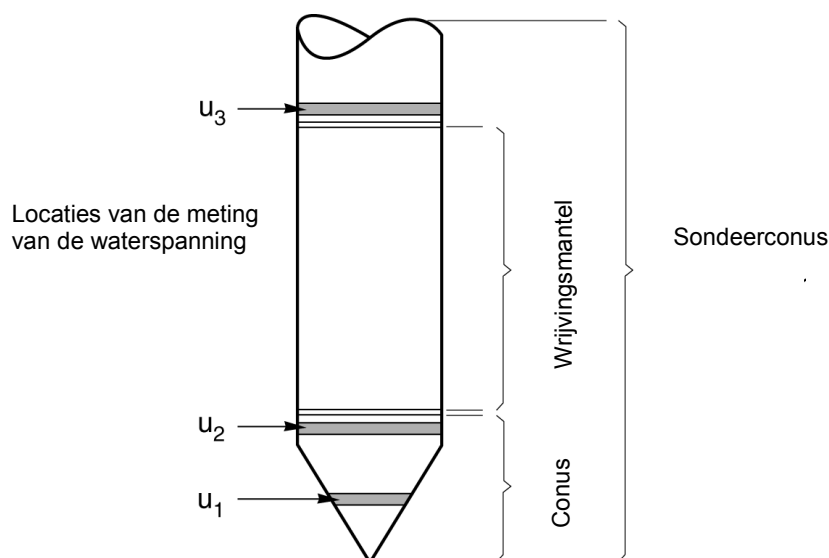
Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van)

type meting	Meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machiefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

Waterspanningssonderingen

Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen. Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontlucht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraan verkleind.

Interpretatie

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is.

Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke

wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

Wateroverspanningindex B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \times (u_1 - u_0) / q_{net} \text{ of } B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \times \{ \beta \times (u_1 - u_0) + u_0 \}$ voor een filter in de conuspunt;
 = $q_c + (1-a) \times u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m^3 en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0 ¹⁾ - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dillatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

¹⁾ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

Dissipatietest

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt.

Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur.

Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond.

Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld, welke de oorspronkelijke NEN 5140 heeft vervangen. De nieuwe elektrische sondeernorm **EN-ISO 22476-1** is in opzet vergelijkbaar met de oude Nederlandse norm NEN 5140 voor elektrische sonderingen. Een verschil tussen norm **EN-ISO 22476-1** met NEN 5140 is dat in de nieuwe norm de nauwkeurigheid van de meetresultaten wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd.

In de Europese tabel van sondeerclassen worden de sondeerclassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

Toepassing klassen volgens NEN-EN-ISO 22476-1:2012

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE 2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning ^d Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conus weerstand Mantel wrijving Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*
NOOT 1 Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.						
NOOT 2 Voor uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.						
^a De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik. ^b Volgens ISO 14688-2: A Homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) ($q_c < 3$ MPa) B Gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$) ^c G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid ^d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.						

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand onmogelijk om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm tenminste in toepassingsklasse 3 vallen en voor een groot deel binnen klasse 2. Sonderingen volgens toepassingsklasse 3 in de nieuwe norm zijn vergelijkbaar met sonderingen volgens klasse 2 van de oude NEN 5140.

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met $q_c < 3$ MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingklasse 1 is in deze bodem niet haalbaar. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van calibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) behoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan **EN-ISO 22476-1**.

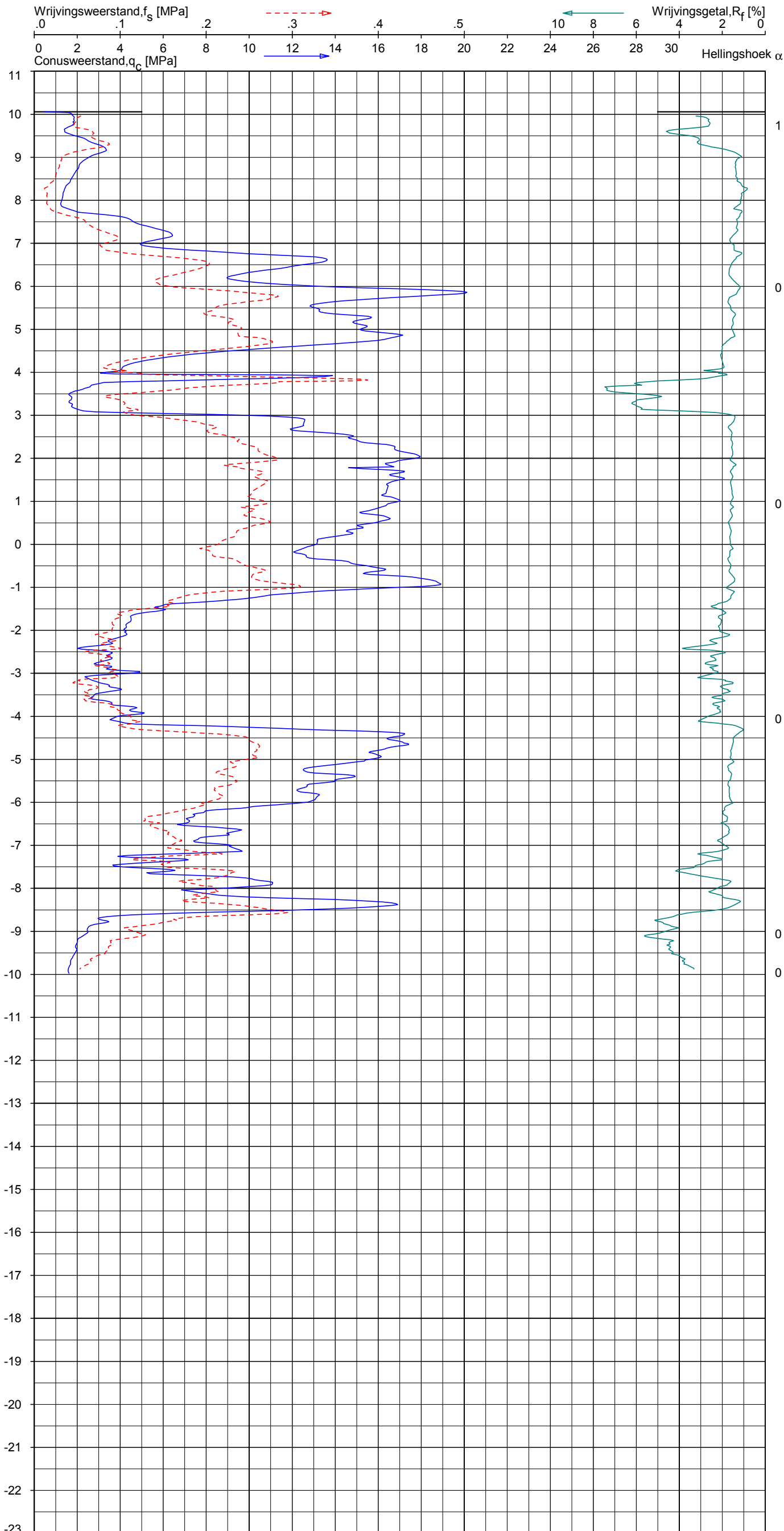
Klassenindeling NEN 5140

De norm NEN 5140 ging uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

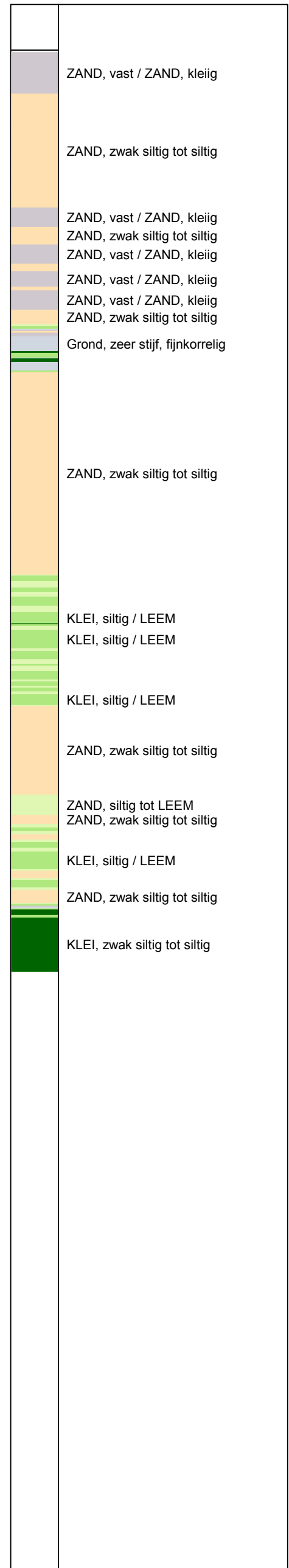
klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	

Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.

Vergelijking van de gespecificeerde nauwkeurigheden van de NEN 5140 en NEN-EN-ISO 22476-1 laat zien dat de nauwkeurigheid van de meest in NL gehanteerde sondeerklasse 2 volgens NEN 5140 iets hoger ligt dan die van de toepassingklasse 3 volgens de ISO norm.



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : GAV-GSM d.d. 21-nov-2000 Coord.: X=143200.9m Y= 559600.1m Systeem: RD
 Get. : 01.20.nl d.d. 6-dec-20 0 MV = NAP +10.06m Conus: F7.5CKE/V 1232
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 20002mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 GRONDONDERZOEK AFSLUITDIJK, KORNERWERDERZAND-DEN OEVER

Opdr. Q-1837
 Sond. DKM39

FUNDERINGSADVIES – OP PALEN

Algemeen

Dit advies is verzocht om uitgangspunten te bepalen ten behoeve van de risicobeschouwing. Het aangetroffen bodemgesteldheid en de aard van de bebouwing komt een fundering op palen in aanmerking.

In overleg met de opdrachtgever is uitgegaan van een funderingsoplossing met prefab betonpalen of vibropalen.

Tijdens de heiwerkzaamheden worden trillingen in de ondergrond opgewekt waardoor een extra belasting op het dijklichaam optreedt. Deze belasting is meegenomen in de risicoanalyse van het dijklichaam.

Het voorlopig funderingsadvies voor dit project is opgesteld gebaseerd op de norm geotechniek NEN 9997-1. Conform 1.5.2.127 van NEN 9997-1 dient de minimale paallengte ten minste $5 \times D_{eq}$ te bedragen. Voor het uiteindelijke funderingsontwerp moet nog grondonderzoek worden uitgevoerd.

In het ontwerpstadium zijn in het algemeen geen gedetailleerde gegevens beschikbaar met betrekking tot het palenplan, de exacte paalbelastingen, de gebouwstijfheid en de vervormingseisen. Derhalve wordt in dit stadium van het project volstaan met de toetsing van de uiterste grenstoestand (UGT) type B op sterkte. Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen met relatief kleine diameter, is deze grenstoestand veelal maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstoestanden worden ondervangen.

Voor de paalfundering is uitgegaan van verticaal, centrisc en op druk belaste palen. Momenten, trekbelastingen, dynamische belasting en horizontale belastingen zijn niet beschouwd.

Uitgangspunten

Voor de uitwerking van het funderingsadvies voor dit project zijn de volgende door de opdrachtgever verstrekte uitgangspunten gehanteerd:

- De rekenwaarden (UGT) voor de paalbelastingen vanuit de constructie ($F_{c,d}$) is niet opgegeven. Opgave van paalbelastingen worden opgegeven door de constructeur en belasting per paal is afhankelijk van het aantal palen. Uitgegaan wordt van een reguliere paalbelasting van 500 kN (50.000 kg), rekenwaarde (UGT).
- Het constructief aanlegniveau van de fundering is onbekend, aangenomen is dat maaiveldniveau NAP +4,2 m bedraagt (de kabelkelder is gelegen op NAP +2,7 m).
- Aangenomen is dat het terrein niet significant zal worden opgehoogd of ontgraven.

FUNDERINGSADVIES

Op druk belaste palen

Voor het funderingsadvies voor op druk belaste palen is voor diverse schachtafmetingen van prefab betonpalen of vibropalen op gekozen paalpuntniveaus de rekenwaarde van de draagkracht van de palen bepaald. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 1 en 2.

Tabel 1: Paalpuntniveaus en rekenwaarden van de paal draagkracht, **prefab betonpalen**

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$R_{net;d}$ in kN Prefab beton - geheid		
			∅ 220 mm	∅ 250 mm	∅ 290 mm
DKM39	+10,06	+2,00	390	480	620
		+1,50	480	580	720
		+1,00	520	615	750

Tabel 2: Paalpuntniveaus en rekenwaarden van de paal draagkracht, **vibropalen**

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$R_{net;d}$ in kN Vibropaal - heidend getrokken buis		
			∅ 271/310 mm	∅ 323/365 mm	∅ 380/435 mm
DKM39	+10,06	+2,00	570	755	1010

Opmerkingen bij de tabel:

Aangenomen dat ter plaatse van trafostation maaiveld NAP +4,2 m bedraagt en positieve schachtwrijving vanaf NAP +2,7 m.

$R_{c;net;d}$ = rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal,.

∅ 271/310 = diameter schacht (d) = ∅ 271 mm; diameter voetplaat (D) = ∅ 310 mm. Hierbij wordt voldaan aan 7.6.2.3(g) van NEN 9997-1: $D_{eq}^2 / d_{eq}^2 \leq 1,5$

Voor de aangehouden belastingen kunnen prefab betonpalen met een schachtafmeting ca. ∅ 250 à 290 mm worden toegepast, waarbij een paalpuntniveau van NAP +2,0 m dient te worden aangehouden, zie tabel 1.

Aangezien uitgevoerde sondering niet op beoogde projectlocatie is uitgevoerd en ontwerp niet definitieve is, is derhalve uitgegaan van een schachtafmeting **∅250 mm** met een paalpuntniveau van **NAP +2,0 m**.

Voor de aangehouden belastingen kunnen vibropalen met een schachtafmeting van **∅ 271/310 mm** worden toegepast, waarbij een paalpuntniveau van **NAP +2,0 m** dient te worden aangehouden, zie tabel 2.

Bij het indelen van het palenplan, dient het verschil in paalpuntniveau van naast elkaar gelegen vakken bij voorkeur niet groter dan ca. 2,0 m te worden gekozen.

De in de tabel gepresenteerde waarden voor de paal draagkracht zijn grondmechanische waarden. Door de constructeur dient te worden gecontroleerd of de bijbehorende paalschachtspanningen toelaatbaar zijn. Bij heiafwijkingen kunnen de schachtspanningen in de paal maatgevend worden.

FUNDERINGSADVIES

Voorbeeldberekeningen van de rekenwaarde van de netto draagkracht van een paal en de toetsing van UGT type B zijn gegeven in de bijlage A3.

Voor de berekening van de rekenwaarde van de maximale draagkracht en de toetsing van de UGT type B volgens 7.6.2.3 van NEN 9997-1 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Het project is geplaatst in geotechnische categorie 2.
- Omdat in dit stadium van het ontwerp de stijfheid van de constructie nog niet exact bekend is, is de stijfheid van de constructie niet in rekening gebracht. Volgens tabel A.10a van NEN 9997-1 is voor de factoren ξ_3 en ξ_4 een waarde van 1,39 gehanteerd.
- Aangezien geen terreinzakkingen groter dan 0,02 m verwacht worden is conform 7.3.2.2(a) van NEN 9997-1 in de berekeningen geen negatieve kleefbelasting verdisconteerd.
- Bij de draagkrachtberekeningen zijn de volgende paalfactoren aangehouden;

Vibropalen	Prefab betonpalen
$\alpha_p = 1,0$	$\alpha_p = 1,0$
$\alpha_s = 0,014$	$\alpha_s = 0,010$
$\beta = 1,0$	$\beta = 1,0$
$s = 1,0$	$s = 1,0$
- Toetsing volgens de UGT type B houdt in dat voldaan moet worden aan:
 $F_{c;d} \leq (R_{c;d} - F_{nk;d})$. De vervormingsgrenstoestanden zijn, gezien de zeer geringe zakking van de palen onder invloed van de belasting, niet maatgevend.

FUNDERINGSADVIES

UITVOERING – FUNDERING OP PALEN

Prefab betonpalen

Het heiwerk van de prefab betonpalen dient te worden uitgevoerd door een gerenommeerd en op dit terrein gespecialiseerd bedrijf, bij voorkeur conform de KIWA beoordelingsrichtlijn BRL 2357 2002-03-14 (*"Heien van geprefabriceerde betonpalen"*). Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

Vibropalen

Het heiwerk van de vibropalen dient te worden uitgevoerd door een gerenommeerd en in dit paaltype gespecialiseerd bedrijf, bij voorkeur conform de KIWA beoordelingsrichtlijn BRL 2356 1992-06-01, bijlage C (*"Werkwijze bij het vervaardigen van ingeheide en schokkend of trillend getrokken palen"*) en de Nederlandse voornorm NVN 6724, maart 2001, (*"Voorschriften Beton –In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel"*). Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

De volgende aanbevelingen zijn van toepassing tijdens het heiwerk:

- Bij het installeren van de palen moet een zodanige volgorde worden aangehouden, dat beschadiging van nog niet verharde palen wordt voorkomen. In principe mag geen paal geïnstalleerd worden op een afstand kleiner dan 4 x de voetdiameter van een nog niet voldoende verharde paal. De paal kan als voldoende verhard worden beschouwd na 20 uur verhardingstijd. De verhardingstijd is mede afhankelijk van de gebruikte hulpstoffen.
- Wordt na het bereiken van de gewenste diepte grond en/of water in de buis aangetroffen, dan dient in principe de paal te worden afgekeurd.
- De hoeveelheid beton die per paal gebruikt wordt, dient te worden geregistreerd;
- Het trekken van de buis dient heidend te geschieden teneinde een goede verdichting van de betonmortel te verkrijgen.
- Horizontale belastingen op de palen, door b.v. het verplaatsen van de stelling in de bouwput en/of het ontgraven van de bouwput, dienen te worden vermeden in verband met de kans op het ontstaan van schade aan de palen. Dit geldt vooral bij gedeeltelijk gewapende palen.
- De kwaliteit van de geïnstalleerde paalschacht dient door middel van akoestische metingen te worden gecontroleerd. Fugro beschikt hiervoor over de benodigde apparatuur en expertise.

Door het heien van prefab betonpalen danwel vibropalen zullen trillingen worden opgewekt. De invloed van deze trillingen op het dijklichaam is nader beschouwd in de risicoanalyse van het dijklichaam.

FUNDERINGSADVIES

	Opdr. :	1013-0226-004
Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan	Bijl. :	A2

FUNDERINGSADVIES – OP STAAL

Algemeen

Gevraagd is om een geotechnisch advies uit te brengen voor een fundering op staal. Tijdens de uitvoering zal grondverbetering noodzakelijk zijn. In bijlage "Richtlijnen grondverbetering" staat beschreven wat de benodigde maatregelen zijn.

Gezien de aangetroffen bodemgesteldheid en de aard van de bebouwing komt voor dit project een fundering op staal in aanmerking.

Het funderingsadvies voor dit project is opgesteld conform de norm geotechniek NEN 9997-1. Het mede op basis van dit advies gemaakte funderingsontwerp dient achteraf te worden getoetst aan de geldende geotechnische normen. In dit stadium van het project wordt volstaan met het verstrekken van die gegevens die nodig zijn om het ontwerp van de fundering mogelijk te maken.

De constructie dient te voldoen aan:

- Uiterste Grenstoestand (UGT op draagkracht): bij deze toetsing dient de rekenwaarde van de belasting (V_d) kleiner te zijn dan de rekenwaarde van de draagkracht (R_d).
- Uiterste Grenstoestand type B (UGT in bovenbouw door te grote vervorming fundering): bij normale bouwconstructies, waarvan hier sprake is, is de bruikbaarheids-grenstoestand (BGT) maatgevend.
- Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT, vervormingen): getoetst wordt of de berekende zakkingen van de bovenzijde van de fundering toelaatbaar zijn.

Ten tijde van het opstellen van dit rapport waren nog geen gedetailleerde gegevens over de krachtsafdracht van de constructie naar de fundering bekend.

Voor de uitwerking van het funderingsadvies voor dit project zijn de volgende door de Fugro verstrekte uitgangspunten gehanteerd:

- Het maaiveldniveau is aangenomen op NAP +4,2 m het constructief aanlegniveau van de fundering bedraagt NAP +2,7 m (niveau kabelkelder). De totale gronddekking bedraagt 1,5 m.
- De rekenwaarde (UGT) van de belasting op de plaatfundering is onbekend.

Uitgegaan is van een horizontaal maaiveld, alsmede van een statische, verticaal en centrisch aangrijpende belastingen.

Aanlegniveau en draagkracht fundering (UGT)

Voor een fundering op staal dient conform 6.4(c) van NEN 9997-1 in het algemeen uitgegaan te worden van een minimaal aanlegniveau van 0,8 m beneden het toekomstige maaiveld ter plaatse van de buitenwanden en 0,6 m beneden het toekomstige maaiveld ter plaatse van de binnenwanden. Bij de toepassing van een plaatfundering dient een vorstrand tot een dergelijk niveau te reiken.

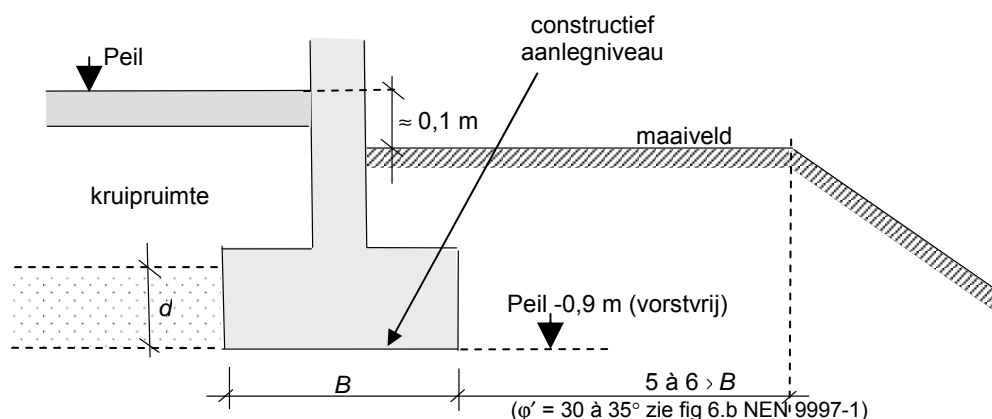
Wanneer op het aanlegniveau van de fundering los gepakte /kleiige /humeuze /kleilaagjes aanwezig zijn, dient deze te worden verwijderd en een grondverbetering te worden uitgevoerd.

FUNDERINGSADVIES

Het ontgravingsniveau dient, ook indien geen grondverbetering hoeft te worden aangebracht, met een lichte trilplaat in meerdere gangen te worden afgetrild en verdicht. Na ontgraven dient ervoor zorg gedragen te worden dat het materiaal niet verweekt of wordt verkleed.

Strookfundering

In tabel 3 zijn de rekenwaarden voor de draagkracht van de fundering ($\sigma'_{\max;d} \cdot b'$) als functie van de strookbreedte B en de gronddekking d naast de fundering, zie figuur 1.



Figuur 1: Maatgevende gronddekking $-d-$ naast funderingselement(strook)

Tabel 3: Rekenwaarde draagkracht strookfundering (UGT)

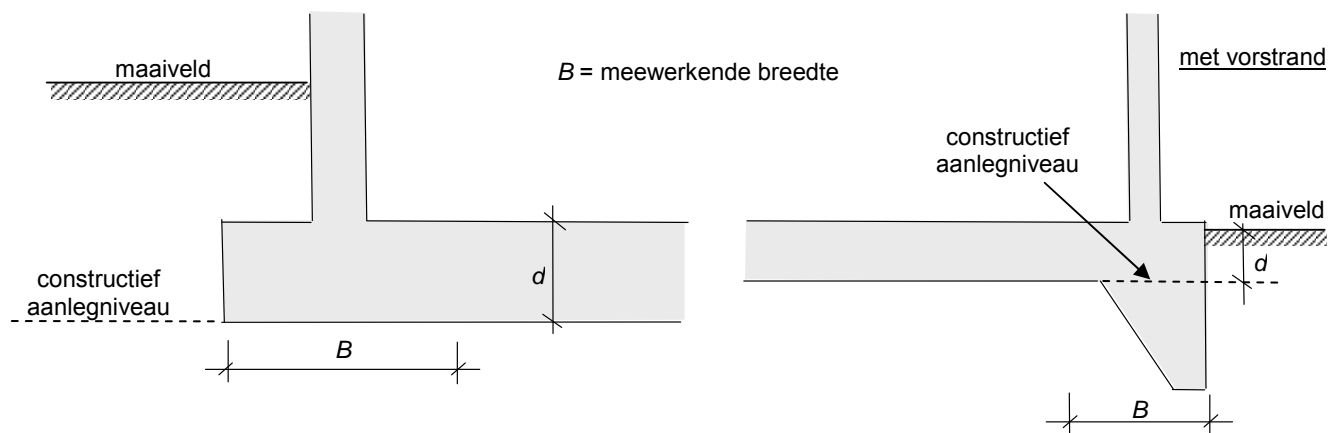
Strookbreedte B [m]	Draagkracht $\sigma'_{\max;d}$ in kN/m^2		
	gronddekking $d = 0,2 \text{ m}$	gronddekking $d = 0,5 \text{ m}$	gronddekking $d = 0,8 \text{ m}$
0,75	115	180	240
1,00	140	205	265
1,25	165	230	290

Aangenomen is dat de bodem uit zand bestaat, volgens hoofdstuk 6 van NEN 9997-1 de rekenwaarde van de maximale funderingsdruk ($\sigma'_{\max;d}$ of R_d) van de funderingsgrondslag berekend. Verder is uitgegaan dat het grondwater onder het invloedsgebied ligt. Een voorbeeldberekening is gegeven in bijlage A4.

Plaatfundering

In tabel 4 zijn de rekenwaarden voor de maximale funderingsdruk ($\sigma'_{\max;d}$) als functie van de meewerkende (strook)breedte B en de dekking d naast de fundering weergegeven, zie figuur 2.

FUNDERINGSADVIES



Figuur 2: Maatgevende dekking -d- naast vloer zonder vorstrand (links) / met vorstrand (rechts)

Tabel 4: Rekenwaarde draagkracht plaatfundering (UGT)

	Rekenwaarde maximale funderingsdruk $\sigma'_{\max;d}$ in kN/m ²		
dikte betonvloer	d= 0,15 [m]	d= 0,20 [m]	d= 0,25 [m]
	Meewerkende breedte * b= 0,75 [m]	Meewerkende breedte * b= 1,00 [m]	Meewerkende breedte * b= 1,25 [m]
	115	155	195

*) = Onder meewerkende breedte wordt bij een plaatfundering bedoeld het gedeelte van de plaat dat belast wordt conform 6.8(c) van NEN 9997-1. In de praktijk komt dit veelal overeen met een strookbreedte van circa 5 x de vloerdikte. Vooral nog is de vloerdikte van het trafostation onbekend, waardoor in de tabel een var. vloerdikte tussen 0,15 en 0,25 m is aangehouden en geen gronddekking wanneer ontgraving naast trafostation tot aanlegniveau.

Voor de berekening van de rekenwaarden van de draagkracht onder de plaatfundering zijn denkbeeldige stroken beschouwd. De "gronddekking" naast een dergelijke strook bestaat uit de daar aanwezige betonplaat. Behalve door het eigen gewicht, levert de betonvloer ook weerstand door buiging. In de berekeningen is voor de dekking veiligheidshalve alleen het effectieve gewicht van de betonvloer in rekening gebracht.

FUNDERINGSADVIES

Maximale funderingsdruk

Om te voldoen aan de UGT dienen de fundamentafmetingen zodanig gekozen te worden, dat de rekenwaarde voor de funderingsbelasting (q_d of V_d) kleiner is dan of gelijk is aan de rekenwaarde voor de draagkracht ($\sigma'_{\max;d} * b'$ of R_d).

Zakking van de fundering (BGT)

In dit stadium zijn (nog) geen eisen bekend m.b.t. zakkingen van het transformatorstation.

Aan de BGT zijn eisen geformuleerd ten aanzien van de maximaal toelaatbare vervormingen. Bij overschrijding van de BGT kunnen grote vervormingen optreden waardoor het gebruiksgemak verlaagd wordt zoals klemmende deuren.

FUNDERINGSADVIES

Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan

Opdr. : 1013-0226-004

Bijl. : A2

UITVOERING – FUNDERING OP STAAL

De ontgravingsniveaus dienen nauwgezet te worden geïnspecteerd op geroerde en/of verweekte zones. In geval van twijfel omtrent het aan te houden niveau kunt u contact opnemen met Fugro.

Een eventuele grondverbetering dient te bestaan uit goed gegradeerd zand dat laagsgewijs wordt verdicht. Om een goede spreiding van de funderingsdrukken mogelijk te maken moet de grondverbetering onder een hoek van 45° met de verticaal gerekend vanaf de rand van de stroken of poeren worden aangebracht.

De breedte van de grondverbetering dient ten minste 4B te bedragen, dat wil zeggen in dit geval ten minste 4 m rond de funderingsplaat moet worden toegepast. Voor materiaalkeuze en aanbevelingen ten behoeve van de uitvoering van de grond-verbetering wordt verwezen naar de bijlage "*Richtlijnen Grondverbetering*".

FUNDERINGSADVIES

	Opdr. :	1013-0226-004
Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan	Bijl. :	A2

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering	:	DKM39
- paaltype	:	Vibropaal - heidend getrokken buis
- paalpuntniveau	:	NAP +2.00 m
- schachtdiameter	:	Ø 271 mm
- puntafmeting	:	Ø 310 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De *maximale puntweerstand* volgens art. 7.6.2.3(e) bedraagt:

$q_{b,max}$	=	$\frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot ((q_{c,I,gem} + q_{c,II,gem})/2 + q_{c,III,gem})$	
	=	11.1 MPa. (≤ 15 MPa, limietwaarde conform NEN 9997-1)	
waarin:			in dit geval:
$q_{c,I,gem}$	=	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	16,4 MPa
$q_{c,II,gem}$	=	de minimale waarde van de conusweerstand over traject II (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	14,6 MPa
$q_{c,III,gem}$	=	de gemiddelde minimale waarde van de conusweerstand over traject III (8 x D_{eq} boven de punt)	6,6 MPa
α_p	=	paalklassefactor (tabel 7.c, NEN 9997-1)	1,0 -
β	=	factor voor de paalvoetvorm (art. 7.6.2.3(g))	1,0 -
s	=	factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet (art. 7.6.2.3(h))	1,0 -

De *maximale draagkracht* van de paalpunt volgens art. 7.6.2.3(c) bedraagt:

$R_{p,cal,max}$	=	$A_{punt} \cdot q_{b,max} \cdot 1000$	
	=	836 kN.	
waarin:			in dit geval:
A_{punt}	=	oppervlak van de paalvoet	0,0755 m ²

Maximale paalschachtwrijving

De *maximale paalschachtwrijving* volgens art. 7.6.2.3(i) bedraagt:

$$q_{s,max} = \alpha_s \cdot q_{c;z;a}$$

$$= 0.190 \text{ MPa.}$$

waarin:		in dit geval:
α_s	= factor voor de invloed van de uitvoering en het paaltype (tabel 7.c, NEN 9997-1)	0,014 -
$q_{c;z;a}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	14,3 MPa

De *maximale schachtwrijvingskracht* volgens art. 7.6.2.3(c) bedraagt:

$$R_{s;cal,max} = O_s \cdot \Delta L \cdot q_{s,max} \cdot 1000$$

$$= 116 \text{ kN.}$$

waarin:		in dit geval:
O_s	= omtrek van de paalschacht	0,8514 m
ΔL	= traject voor berekening schachtwrijving	0,68 m

Maximale draagkracht

De *maximale draagkracht* van de paal volgens art. 7.6.2.3(c) bedraagt:

$$R_{c,cal} = R_{b;cal,max} + R_{s;cal,max}$$

$$= 952 \text{ kN.}$$

De *karakteristieke waarde* van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 7.6.2.3(5) bedraagt:

$$R_{c;k} = R_{c,cal} / \xi$$

$$= 685 \text{ kN.}$$

waarin:		in dit geval:
ξ_3 of ξ_4	= factor volgens tabel A.10 van NEN 9997-1	1,39 -

Voor de *rekenwaarde* van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 7.6.2.3(3) en (4) worden aangehouden:

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_R$$

$$= 571 \text{ kN.}$$

waarin:		in dit geval:
γ_R	= partiële materiaalfactor volgens tabellen A.6, A.7 en A.8 van NEN 9997-1	1,2 -

Voor de uiterste grenstoestand (UGT) geldt volgens art. 2.4.7.3.1(1) van NEN 9997-1 dat de rekenwaarde van de belasting E_d kleiner/gelijk moet zijn aan de rekenwaarde van de weerstand R_d :

$$E_d \leq R_d.$$

Uitgegaan wordt van een verticale belasting, d.w.z. $E_d = V_d$.

Voor de uiterste grenstoestand type B kan het zakkingscriterium dat in art. 2.4.9(a) is gegeven, worden vervangen door:

$$V_d + F_{nk;d} \leq R_{c;d}$$

waarin:		in dit geval:	
V_d	=	rekenwaarde van de belasting in kN	
$F_{nk;d}$	=	rekenwaarde van de negatieve kleefbelasting	0 kN
$R_{c;d}$	=	rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal	571 kN

Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen met relatief kleine diameter, is UGT type B maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstoestanden worden ondervangen.

Bovenstaande formule kan worden bewerkt tot de volgende voorwaarde:

$V_d \leq R_{net;d}$		in dit geval:	
waarin:			
$R_{net;d}$	=	$R_{c;d} - F_{nk;d}$	
	=	de rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal, rekening houdend met de negatieve kleefbelasting	571 kN

Indien aan de bovenstaande voorwaarde wordt voldaan, dan bezwijkt de grond rondom de paal niet. De vervormingen van de paalkop zullen hierbij ook beperkt zijn.

In tabel 4-2 zijn de waarden gepresenteerd van $R_{net;d}$, de rekenwaarde van de netto draagkracht, rekening houdend met de negatieve kleef.

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : DKM39
- grondwaterstand : NAP +2,7 m / dieper dan invloedsdiepte t_e onder funderingselement.
- aanlegniveau : NAP +2,7 m
- gronddekking : 0,15 m
- rekenwaarde
wrijvingshoek ϕ'_d : 26,7°

In de berekening is uitgegaan van een gedraineerde situatie (lange termijn gedrag) en gewogen parameters voor de grondslag tussen het funderingsoppervlak en de maatgevende invloedsdiepte. De invloedsdiepte z_e is volgens 6.5.2.2(d) en figuur 6.b van NEN 9997-1 bepaald op 1,5 maal de effectieve funderingsbreedte b' .

De rekenwaarde van de maximale funderingsdruk op het effectieve funderingsoppervlak in de gedraineerde toestand volgens 6.5.2.2(i) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$\sigma'_{\max;d} = \sigma'_{v,z;d} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma'_{\text{gem};d} \cdot b' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 38 \text{ kPa}$$

waarin:

in dit geval:

$\sigma'_{v,z;d}$	= rekenwaarde van de verticale korrelspanning op het aanlegniveau	1,0	kPa
N_q	= draagkrachtfactor voor de invloed gronddekking	12,7	-
s_q	= vormfactor voor de invloed van de gronddekking	1,3	-
i_q	= reductiefactor belastinghelling	1,0	-
$\gamma'_{\text{gem};d}$	= rekenwaarde van het (gewogen) effectieve volumieke gewicht van de grond onder aanlegniveau	6,4	kN/m ³
b'	= effectieve breedte funderingsoppervlak	0,8	m
N_γ	= draagkrachtfactor voor de invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder aanlegniveau	11,8	-
s_γ	= vormfactor voor de invloed van het effectieve gewicht van de grond onder aanlegniveau	0,8	-
i_γ	= reductiefactor belastinghelling	1,0	-

De rekenwaarde van de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak bedraagt:

$$\text{strook} = \sigma'_{\max;d} \cdot b' = 28 \text{ kN/m}^1$$

waarin:

in dit geval:

b'	= effectieve funderingsbreedte	0,8	m
l	= effectieve funderingslengte	1,0	m

BEREKENING REKENWAARDE DRAAGKRACHT PLAATFUNDERING

Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan

Opdr. : 1013-0226-00
Bijl. : A4

Modellering conform CUR 166

De modellering en het opstellen van de trillingsrisicoanalyse vindt plaats op basis van CUR - publicatie 166 ‘*Damwandconstructies*’. In genoemde CUR - publicatie wordt onderscheid gemaakt in verschillende bodemkarakteristieken en verschillende palen en planken alsmede de verschillende wijzen van inbrengen.

Wanneer een paal of plank in een grondmassief doordringt, veroorzaakt deze langs en aan de onderzijde van de paal plastische en elastische vervormingen. Door de snelle introductie van deze vervormingen ontstaan golfverschijnselen in de grond. De plastische golfverschijnselen blijven beperkt tot een gebied rondom de paal/plankpunt met een doorsnede van ongeveer 1,5 tot 2,5 maal de equivalente paal/plankdiameter.

Voor de trillingen in de omgeving zijn alleen de elastische golven van belang. Wanneer de paal/plank enige meters diep in de grond is doorgedrongen, ontstaan trillingsgolven die zich in alle richtingen (kunnen) voortplanten. Komen deze golven aan de oppervlakte, bij een laagovergang of bij een bouwwerk, dan vindt hier reflectie en omzetting van de trillingsgolven plaats, zodat een interferentiepatroon van bodembewegingen ontstaat. Gezien de complexiteit van dit interferentiepatroon kan de bodembeweging slechts in benaderende zin beschreven worden.

De factoren die invloed hebben op de intensiteit van de trillingen die door installatie van de palen / planken aan de bodem worden afgegeven zijn:

- eigenschappen van de ondergrond;
- afmetingen van de paal/plank;
- energie / slagkracht die nodig is om de paal / plank op diepte te krijgen.

Bronsterkte

CUR 166 hanteert voor Nederland enkele karakteristieke bodemprofielen. Voor deze karakteristieke bodemprofielen is voor de verschillende wijze van inbrengen van palen en planken, een bronintensiteit gegeven op een referentie afstand van 5 m tot de bron. De bronsterkten zijn gerelateerd aan een lognormaal verdeling. In de analyse wordt gebruik gemaakt van een normale verdeling. Op basis van praktijkervaringen, waarbij prognoses met metingen vergeleken zijn, is gebleken dat prognose waarden, waarbij een normale verdeling is gehanteerd, beter aansluit op de meetwaarden.

Voor de karakteristieke bodemprofielen zijn indicatiewaarden gegeven voor de demping, de referentiesnelheid (u_0) op 5 m en de variatiecoëfficiënt van de trillingsbron voor het in- en uittrillen van damwandplanken of het heien van stalen buispalen. Voor de meeste situaties zijn geen indicatiewaarden gegeven en dient de referentiesnelheid geschat te worden. Voor het trillingsniveau zijn het noodzakelijke inheinniveau en de grondopbouw van grotere invloed dan het paal/planktype of –lengte. Deze factoren worden in rekening gebracht.

“TOELICHTING MODELLERING TRILLINGEN”

	Opdr. :	1013-0226-00
Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan	Bijl. :	A5

Bepaling bronsterkte heien

De referentie trillingsintensiteit wordt bepaald met een empirische formule, welke afhankelijk is van het vermogen van het heiblok:

$$v_{o,(x=5m)} = u_0 \cdot \sqrt{\psi * E}$$

Waarin:

$v_{0(x=5m)}$	trillingsnelheid op referentieafstand van 5 meter	[mm/s];
u_0	referentie trillingsnelheid	[mm/s];
E	inhei-energieniveau	[Nm];
ψ	stootrendement	[-].

Op basis van deze relatie is de bronsterkte van de trillingssnelheid bepaald.

Bepaling bronsterkte trillen

De bronsterkte van het intrillen van stalen damwandelementen wordt bepaald met de volgende empirische relatie:

$$v_0(x = 5m) = u_0 + 0,002(F - 350)$$

Waarin:

v_0	bronsterkte van de trillingsintensiteit op 5 m afstand van de bron	[mm/s];
u_0	referentie trillingsnelheid op 5 m afstand	[mm/s];
F	slagkracht trilblok	[kN].

Bij uittrillen wordt voor de referentiesnelheid op 5 m afstand 1,5 maal de waarde voor intrillen gehanteerd.

Trillingsoverdracht in de ondergrond

Tijdens de installatie van de palen / planken wordt de omringende grond in beweging gebracht. Hierdoor ontstaan trillingen. Deze trillingen planten zich als golven door de ondergrond voort. Te onderscheiden zijn compressie-, afschuif- en Rayleigh-golven.

Bij compressiegolven (drukgolven) bewegen de gronddeeltjes zich in dezelfde richting als de voortplantingsrichting van de drukgolf. Ten gevolge van de afschuifgolf worden de gronddeeltjes zijdelings bewogen, loodrecht op de voortplantingsrichting van de golf. Aangezien zowel de compressie- als afschuifgolven zich bolvormig voortplanten wordt de trillingsenergie over een steeds groter volume verdeeld en zal dus vrij snel afnemen.

Ten gevolge van de afschuifgolven en compressiegolven aan het maaiveld ontstaan zogenaamde oppervlaktegolven (Rayleigh-golven). Deze golven nemen het grootste deel van de totale trillingsenergiebron op en kenmerken zich door een geringe dieptewerking, waardoor deze golven op grotere afstand van de bron nog steeds een behoorlijke trillingssterkte kunnen bezitten.

De afname van de amplitude van de golven wordt veroorzaakt door geometrische demping. Tevens vertoont de grond door inwendige wrijving een dissipatief gedrag (energieverlies) bij vervormingen, wat materiaaldemping wordt genoemd. Dit energieverlies wordt gemodelleerd door hysteretische demping.

“TOELICHTING MODELLERING TRILLINGEN”

	Opdr. :	1013-0226-00
Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan	Bijl. :	A5

Indien de geometrische verzwakking en de materiaaldemping worden samengenomen kan met onderstaande relatie de amplitude van een trilling op een afstand x van de bron bepaald worden:

$$v(x) = v_0 \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarin:

$v(x)$	trillingssnelheid op afstand x van de bron [mm/s];
v_0	bronsterkte van de trillingsintensiteit op 5 m afstand van de bron [mm/s];
x_0	referentieafstand van 5 m tot de bron [m];
x	afstand tot de bron [m];
α	karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping [m^{-1}].

Verwijzend naar CUR-166 wordt in de tabellen een indicatieve waarde voor de dempingsconstante α gepresenteerd van 0,00 à 0,03 m^{-1} . Afhankelijk van de grootte van de golfsnelheden (oppervlakte golf) is een nadere indicatie voor de karakteristieke bodemdemping α te bepalen met:

$$\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \zeta}{c}$$

Waarin:

f	dominante frequentie [Hz];
ζ	dempingsmaat als functie van de vervormingshoek [-];
c	voortplantingssnelheid van de trilling in de bodem [m/s].

Ter indicatie zijn in CUR 166 voor zand snelheden van 100 tot 200 m/s, voor klei snelheden van 50 tot 100 m/s en voor veen snelheden van 75 tot 125 m/s aangegeven.

Trillingsoverdracht naar bebouwing

De optredende trillingen in de ondergrond worden overgedragen naar de fundering van de nabij gelegen gebouwen. De overdracht vindt plaats op verschillende manieren, zoals:

- overdracht van de trillingen in het zandpakket via de fundering;
- overdracht van de oppervlaktegolven direct onder het maaiveld op de funderingsconstructie.

Bij de overdracht van trillingen van de bodem naar de funderingselementen en de draagconstructie treedt een zekere mate van demping op. Voor de overdrachtsfunctie van de trillingsintensiteit van de ondergrond naar de fundering en draagconstructie is een schatting gemaakt, gebaseerd op CUR 166.

Trillingsoverdracht naar vloeren

Voor het bepalen van de hinderbeleving en bij beoordeling van trillingsgevoelige apparatuur zijn de trillingsintensiteiten op de vloeren van belang. Bij de overdracht van de trillingsintensiteit aan de draagconstructie naar die op vloeren en ondersteunende onderdelen treedt enige opslinger effect op. Het opslinger effect wordt met factoren in rekening gebracht. De maximale trillingsintensiteit in het midden van de vloer volgt door de trillingsintensiteit aan de

“TOELICHTING MODELLERING TRILLINGEN”

	Opdr. :	1013-0226-00
Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan	Bijl. :	A5

draagconstructie te vermenigvuldigen met dynamische vergrotingsfactoren C_{fc} . De vergrotingsfactoren berusten grotendeels op praktijkervaringen.

Bij trillingshinder zijn de maximale voortschrijdende effectieve waarde ($v_{eff,max}$) en de, per 30 sec, periodieke waarde (v_{per}) op vloeren van belang.

Bepaling $v_{eff,max}$

De maximale effectieve waarde van de trillingssnelheden op de vloeren wordt bepaald voor de toetsingsprocedure voor hinder voor personen in gebouwen. De effectieve waarde van de trillingssnelheid is dimensieloos. De waarde wordt bepaald door een omrekening van de maximale trillingssnelheid naar een gewogen momentane waarde voor de trillingssnelheid. Uit de gewogen momentane waarde kan de voortschrijdende effectieve waarde worden bepaald.

Binnen de gegeven beoordelingsperiode, dag, avond of nacht, is de maximale waarde $v_{eff,max}$ te bepalen als het maximum van de grootste effectieve waarden in de betreffende beoordelingsperiode. CUR-166 geeft als richtlijn voor het uit te voeren procédé, dat:

$$v_{eff,max} [-] = 0,42 \text{ à } 0,64 \times v_{piek} [\text{mm/s}]$$

In geval van trillen van damwanden (continue trillingen) geldt een factor van 0,64. In geval van heien van palen (of passages van verkeer) geldt een factor van 0,42. Bij hinderbeleving is eerder het meest waarschijnlijke trillingsniveau (50% waarde) van toepassing dan de incidentele extreme waarde. Derhalve wordt de factor bij de verwachtingswaarden gebruikt.

Bepaling v_{per}

De effectieve waarde, v_{per} , van de maxima $v_{eff,max}$, wordt bepaald over het aantal tijdsintervallen van 30 seconden binnen een beoordelingsperiode, dag, avond of nacht [-]. Uit gegeven aantallen per tijdsinterval en de maxima $v_{eff,max}$, voor ieder tijdsinterval van 30 sec wordt v_{per} bepaald volgens:

$$v_{per} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^n v_{eff,max,30,i}^2}$$

Waarin:

N aantal tijdsintervallen van 30 seconden, waarin gemeten is binnen een beoordelingsperiode [-]

“TOELICHTING MODELLERING TRILLINGEN”

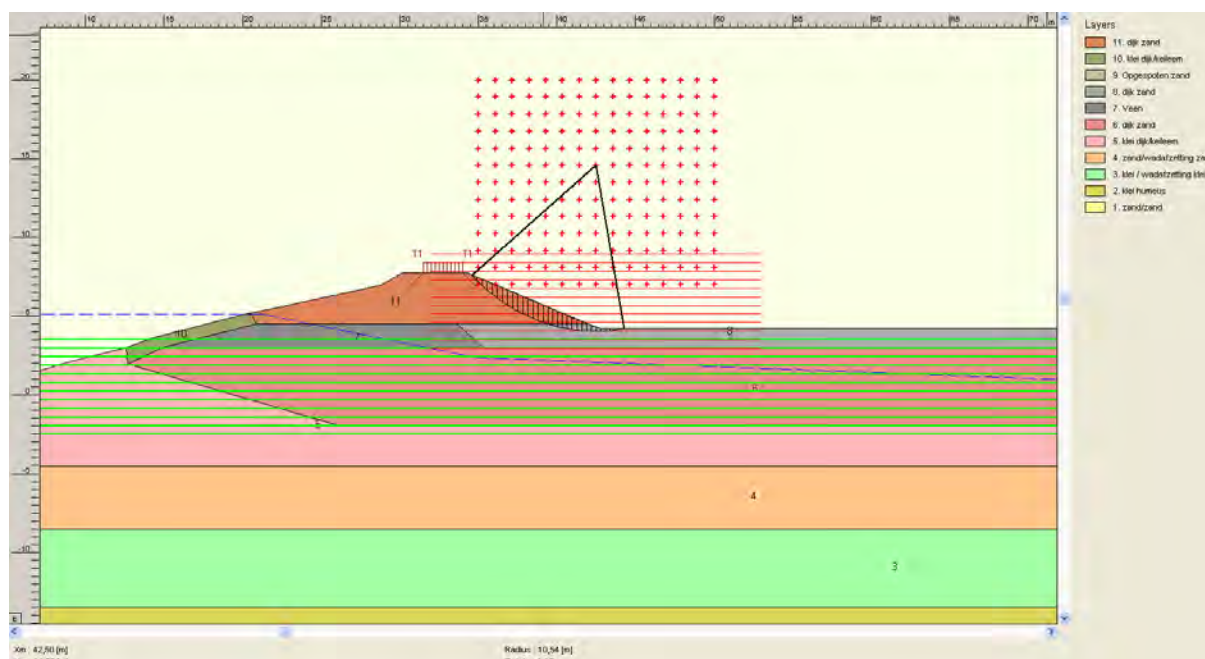
BIJLAGE A6 - RISICOANALYSETABEL WATERVEILIGHEID AFSLUITDIJK

ORZAAK/RISICO	GEVOLG	MOTIVATIE WAAROM RISICO VOOR VEILIGHEID WATERKERING BEPERKT IS	BEHEERSMAATREGELEN
BOUWFASE			
ALGEMEEN			
Trillingen/verzakkingen/spoorvorming door zwaar materieel.	Verlaagde stabiliteit van de dam. Verdichting van losgepakte zandlagen met zakking tot gevolg.	Trillingen zijn naar verwachting minder dan heitringingen.	Waar nodig rijplaten e.d. gebruiken, bekleding herstellen en/of maaiveld uitvlakken.
Aanleg transformatorstation en kabels valt samen met versterking waterkering.	Werkzaamheden kunnen elkaar belemmeren.	Eventuele knelpunten kunnen worden opgelost door aanpassingen van het werkproces.	Afstemming tussen beide projecten.
TRANSFORMATORSTATION			
Trillingen door aanleg fundering (heien, fundering op palen).	Verlaagde stabiliteit van de dam.	Volgens indicatieve stabiliteitsanalyse is effect verwaarloosbaar.	Meten van trillingen en waterspanningen. Keuze optimale heivolgorde.
Trillingen door aanleg fundering (heien, fundering op palen).	Verdichting van losgepakte zandlagen met zakking tot gevolg.	Trillingen bij damlichaam zijn beperkt doordat het trafostation op circa 80 m afstand komt te staan.	Meten van trillingen en waterspanningen. Keuze optimale heivolgorde.
Trillingen door aanleg fundering (heien, fundering op palen).	Zettingsvloeiing bij onderwatertalud	De waterdiepte is te beperkt voor zettingsvloeiing.	Niet van toepassing.
Trillingen door aanleg fundering (trilplaat).	Verdichting van losgepakte zandlagen met zakking tot gevolg in de toplaag	Trillingen zijn naar verwachting minder dan heitringingen. Materieel is kleiner, dus minder energie, dus minder risico tov heitringingen	Inzet lichte trilplaat. Meten van trillingen en waterspanningen.
Kraanbelasting tijdens de bouw.	Verlaagde stabiliteit van de dam.	Volgens indicatieve stabiliteitsanalyse is effect verwaarloosbaar, mits kraan niet te dicht bij waterkant wordt geplaatst ($\leq 10m$).	Definitieve werkwijze, inclusief kraanlocatie en -belasting evalueren.
Bemaling ten behoeve van de bouw trafostation.	Zettingen	Bemaling is naar verwachting beperkt, omdat ontgraving boven het freatisch vlak in de kering plaatsvindt. Zandgrond ondervindt nauwelijks zettingen door grondwaterstandsveranderingen.	Verificatie geometrie en bodemopbouw.
Ontgraving voor aanleg van de fundering transformatorstation.	Verlaagde stabiliteit van de dam.	Volgens indicatieve stabiliteitsanalyse is effect verwaarloosbaar.	Verificatie geometrie en bodemopbouw.
ELECTRICITEITSKABELS			
Aanleg kabels van transformatorstation naar IJsselmeer.	Schade aan bekleding. Verlaagde stabiliteit door roering ondergrond. Verlaagde stabiliteit door toename waterspanningen tijdens boren. Verlaagde stabiliteit bij blow-out nabij teen van de dam.	Er kan met enige marge onder de bekleding worden doorgeboord. Gestuurde boring vindt niet in damlichaam plaats. De toename van waterspanningen kan berekend worden. Maximaal toelaatbare muddruk kan berekend worden.	Definitieve werkwijze evalueren. Monitoren van waterspanningen. Monitoren van muddruk tijdens boren.
Aanleg kabels van transformatorstation naar leidingstraat in Afsluitdijk.	Perforatie en/of verzwakking damlichaam.	Kabelstraat wordt achter tuimeldijk aangelegd. Daardoor ontstaat geen doorgaande kwelweg. Door zorgvuldige werkwijze kan grondroering worden beperkt.	Definitieve werkwijze evalueren. Werkzaamheden uitvoeren in open seizoen.
Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Verlaagde erosiebestendigheid of stabiliteit door tijdelijke ontgraving.	Ontgraving is beperkt en kan gefaseerd worden uitgevoerd. Risico is vooralsnog beperkt.	Definitieve werkwijze evalueren. Materiaal keuren en alleen erosiebestendig materiaal terugbrengen. Gefaseerd ontgraven. Werkzaamheden uitvoeren in open seizoen.
Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Zettingen t.g.v. holle ruimten door niet (goed) verdichten teruggebrachte grond.	Door zorgvuldige werkwijze ontstaan geen holle ruimten.	Teruggebrachte klei goed verdichten. Dichtheid controleren met verdichtingscontroles (RAW proeven). Dichtheid controleren m.b.v. handsondering voor en na ontgraving.
Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Aansluiting tussen grasbekleding en fietspad vormt een zwakke plek.	Door zorgvuldige werkwijze kan risico worden beperkt.	Overgangsconstructie toepassen, bijv. doorgroeienden of geotextiel (versterkte grasmat).
Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Schade aan bestaande kabel door aanleg nieuwe kabels	Ligging bestaande kabel bekend uit KLIC-melding. Door zorgvuldig graven kan beschadiging bestaande kabel voorkomen worden.	Ligging bestaande kabel in het veld vaststellen voor start ontgraving nieuwe kabels.
Aanleg kabelkruising bij sluisen.	Verlaagde veiligheid waterkerend kunstwerk door kabelkruising. Mogelijke overstroming startlocatie HDD ten oosten van schutsluis bij hoogwater.	Bij een voldoende diepe gestuurde boring is de invloed nihil, zoals recent is gebleken bij een andere kabelkruising. Startlocatie HDD ligt in voorland van kering op voldoende grote afstand van buitenteen van kering.	Definitieve werkwijze evalueren. Diepte van funderingselementen achterhalen. Uitvoering in open seizoen. Startlocatie beschermen met grondlichaam of damwanden rondom.
Kruising tuimeldijk voor gestuurde boring bij sluisen	Perforatie en/of verzwakking tuimeldijk / kruin van de kering (optie gegraven kruising). Verlaagde erosiebestendigheid bekleding door openleggen grasmat; grasmat heeft 3 tot 5 jaar nodig om te herstellen (opties kruising over tuimeldijk heen en gegraven kruising). Verlaagde veiligheid waterkering (optie gestuurde boring).	Bij een korte uitvoeringstijd in het open seizoen is het risico beperkt. Beperkte ontgraving die maar over enkele meters breedte plaatsvindt. Bij een zorgvuldige uitvoering is het risico beperkt.	Aanleg van een tijdelijke kering buitenom (damwanden of grondlichaam) als graafwerkzaamheden in tuimeldijk plaatsvinden. Graszoden na graafwerkzaamheden zorgvuldig terugplaatsen. Grasmat lokaal versterken met geogrids of vergelijkbaar. Lokaal harde bekleding toepassen. Definitieve werkwijze evalueren.
Aanleg kabels in de keileemkern.	Verstoring van de keileemkern, sterkteafname door grondroering. Ongewenste waterophopingen. Zwaar graafwerk i.v.m. stenen in keileem.	De keileemkern ligt vooral aan buitenkant dam, terwijl de kabels aan de binnenkant (onder het fietspad) komen te liggen, dus geen effect op de keileemkern. Alleen in dijkvak 11 is een dunne keileemlaag aanwezig onder het fietspad.	Ligging kabeltracé in dijkvak 11 (enige dijkvak met keileem onder beoogde kabeltracé) optimaliseren. Keileem vervangen door categorie 1-klei in dijkvak 11.
Aanleg kabels in de keileemkern (kruising tuimeldijk, optie gegraven kruising).	Verstoring van de keileemkern, sterkteafname door grondroering. Ongewenste waterophopingen. Zwaar graafwerk i.v.m. stenen in keileem.	Keileemkern kan worden uitgekarteerd door middel van grondonderzoek en worden vermeden door een andere locatiekeuze, door een gestuurde boring of door de kabels over de tuimeldijk heen te leggen.	Geen doorgravingen maken bij keileemkernen.

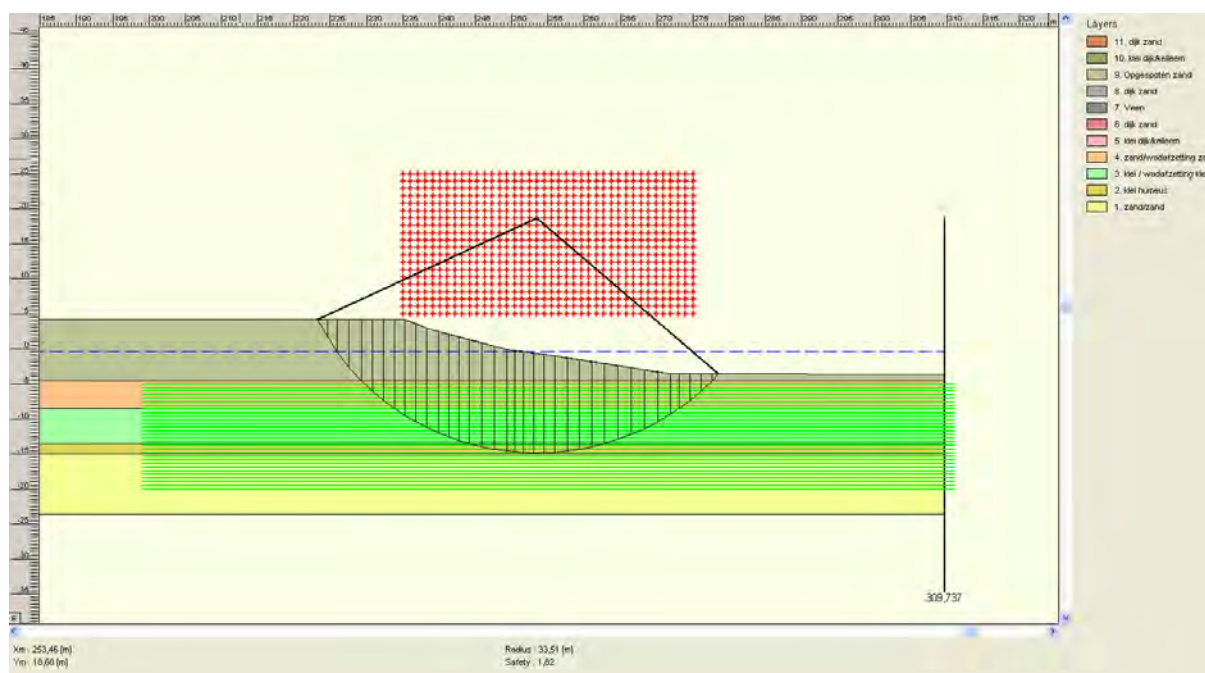
ORZAAK/RISICO	GEVOLG	MOTIVATIE WAAROM RISICO VOOR VEILIGHEID WATERKERING BEPERKT IS	BEHEERSMAATREGELEN
GEBRUIKSFASE			
BEHEER			
ALGEMEEN			
Trillingen door onderhoudswerkzaamheden	Verlaagde stabiliteit van de dam. Verdichting van losgepakte zandlagen met zakking tot gevolg.	Trillingen zijn naar verwachting minder dan heitringingen.	Waar nodig rijplaten e.d. gebruiken, bekleding herstellen en/of maaiveld uitvlakken.
TRANSFORMATORSTATION			
Aanwezigheid van transformatorstation.	Verminderde overzichtelijkheid van de dam. Verminderde bereikbaarheid voor onderhoud van de dam.	Transformatorstation komt op circa 80 m afstand van de dam te staan.	Niet van toepassing.
Geleiding kwelstroom langs paalfundering (fundering op palen).	Verminderde stabiliteit van de dam door verhoging freatisch vlak en/of uitgespoelde grond.	Kwelweglengte is voldoende lang.	Grondverdringende palen toepassen. Bij dit paaltype komt in de praktijk geen kwel voor.
ELECTRICITEITSKABELS			
Kwel bij kabeldoorvoer	Wateroverlast.	Huidige damlichaam bestaat uit zand en is al doorlaatbaar.	Beperking van doorvoerpunten
Piping langs mantelbuizen gestuurde boring IJsselmeer	Verlaagde veiligheid van de kering.	Mantelbuis bevindt zich buiten profiel van de kering; het is niet de maatgevende doorsnede voor piping.	Niet van toepassing.
Piping langs mantelbuizen gestuurde boring onder tuimeldijk t.b.v. gestuurde boring sluizen (optie gestuurde boring)	Verlaagde veiligheid van de kering.	Tuimeldijk ligt boven maatgevend hoogwaterpeil	Zorgen voor goede aansluiting tussen kabels en omliggende grond door middel van manchetten.
Piping langs kabelkruising tuimeldijk t.b.v. gestuurde boring sluizen (optie gegraven kruising)	Verlaagde veiligheid van de kering.	In- en uitreepunt van horizontaal gestuurde boring liggen boven maatgevend hoogwaterpeil	Zorgen voor goede aansluiting tussen kabels en omliggende grond door middel van manchetten. Kabeltracé zodanig vormgeven dat aanwezige kwelweg niet wordt verkort.
Volumeverlies bentoniet rond mantelbuizen gestuurde boring IJsselmeer	Verzakking van het IJsselmeertalud en/of taludbekleding.	Zettingen ter plaatse van talud zijn beperkt als gestuurde boring voldoende diep onder talud door gaat.	
Zettingen onder kabels in Afsluitdijk	Holle ruimten onder kabels	Treedt niet op, want de zettingen zijn zeer beperkt (de kering ligt er al geruime tijd waardoor primaire zettingen al volledig zijn opgetreden); de kabels kunnen deze kleine zettingen volgen.	Niet van toepassing.
Kapot gaan mof bij kabels of andere storing aan kabels	Ontgraving in de dam benodigd. Grasbekleding heeft 3 tot 5 jaar nodig om te herstellen.	Beperkte ontgraving (lengte 10 à 15 m) die alleen nodig is bij een storing.	Grotere kabellengtes (minder moffen). Overleg met dambeheerder omtrent adhoc onderhoud. Kabels onder fietspad en/of harde bekleding leggen die snel te herstellen is. Grasmat versterken met geotextiel of doorgroeistenen. Bij reparatie 24 uur/dag werken en erosiebestendig materiaal paraat houden
Kwelstroom door waterstandsverschil over kabel	Verminderde stabiliteit van de dam door uitgespoelde grond.	Kabels worden boven het freatisch vlak in de dijk gelegd.	Niet van toepassing.
Effect magnetisch veld	Mogelijke storing elektronische apparatuur (bijv. bij inspecties).	Het optredend magnetisch veld is beperkt en leidt niet tot beïnvloeding van elektronische apparatuur.	Niet van toepassing.
VERSTERKING WATERKERING			
TRANSFORMATORSTATION			
Damversterking leidt mogelijk tot een andere geometrie van de dam.	Voorziena locatie transformatorstation blijkt niet meer mogelijk.	Transformatorstation komt op circa 80 m afstand van de dam te staan. De geometrie van de dam zal daar waarschijnlijk niet veranderen.	Afstemming tussen beide projecten.
Verhoogde belasting op fundering door dijkverzwaring	Horizontale draagkracht funderingselementen wordt mogelijk overschreden.	Transformatorstation komt op circa 80 m afstand van de dam te staan. De geometrie van de dam zal daar waarschijnlijk niet veranderen.	Afstemming tussen beide projecten. Bij funderingsontwerp anticiperen op een kleine maaiveldverhoging.
Overslagbestendige kering leidt tot verhoogde golfoverslag.	Erosie op overgang tussen harde en zachte constructie (transformatorstation / maaiveld). Buiten gebruik raken van transformatorstation door wateroverlast.	Golfoverslag bij Breezanddijk is beperkt. Golfoverslag bij Breezanddijk is beperkt.	Erosiebestendige verharding / overgangsconstructie rondom transformatorstation. Constructie transformatorstation voldoende waterdicht maken.
ELECTRICITEITSKABELS			
Kabels komen mogelijk onder een harde bekleding te liggen.	Kabels zijn lastiger bereikbaar voor onderhoud.	Kabels behoeven geen onderhoud.	Voorzieningen maken, zoals opneembare verharding om kabels bereikbaar te houden voor onderhoud.
Versterking leidt mogelijk tot een andere geometrie van de kering.	Voorziena locaties kabels blijkt niet meer mogelijk. Kabeltracé moet worden aangepast.	Met definitieve tracékeuze kan worden gewacht totdat meer over de versterking bekend is. Met definitieve tracékeuze kan worden gewacht totdat meer over de versterking bekend is.	Afstemming tussen beide projecten. Afstemming tussen beide projecten.

ORZAAK/RISICO	GEVOLG	MOTIVATIE WAAROM RISICO VOOR VEILIGHEID WATERKERING BEPERKT IS	BEHEERSMAATREGELEN
CALAMITEITEN			
TRANSFORMATORSTATION			
Brand in transformatorgebouw.	Zwakke plek in dambekleding (tuimeldijk, Waddenzeezijde).	Golfoverslag bij Breezanddijk is beperkt, geen effect op erosiebestendigheid.	Herstel bekleding. Waterkeringbeheerder inlichten bij calamiteit.
Schade aan transformatorgebouw door ijsgang.	Zwakke plek in dambekleding (tuimeldijk, Waddenzeezijde).	Golfoverslag bij Breezanddijk is beperkt, geen effect op erosiebestendigheid.	Herstel bekleding. Waterkeringbeheerder inlichten bij calamiteit.
Stormschade aan transformatorgebouw.	Zwakke plek in dambekleding (tuimeldijk, Waddenzeezijde).	Golfoverslag bij Breezanddijk is beperkt, geen effect op erosiebestendigheid.	Herstel bekleding. Waterkeringbeheerder inlichten bij calamiteit.
ELECTRICITEITSKABELS			
Beschadiging kabels door werkzaamheden aan fietspad	Ontgraving in de dam benodigd.	In een waterkering wordt niet zomaar gegraven. Aannemer werkzaamheden fietspad moet een KLIC-melding doen voorafgaand aan uitvoering.	Kabels beschermen met plastic 'slab'. Bij reparatie 24 uur/dag werken en erosiebestendig materiaal paraat houden Geen reparatiewerkzaamheden uitvoeren als relevant hoogwater voorspeld wordt. Waterkeringbeheerder inlichten bij calamiteit.
Explosie hoogspanningskabel	Verminderde stabiliteit van de dam door weggeslagen en/of verweekte grond.	Dit is geen reëel risico voor een ondergrondse hoogspanningskabel	Niet van toepassing.
SLOOPFASE			
TRANSFORMATORSTATION			
Trillingen door sloop van de fundering.	Verminderde stabiliteit dam	Geen effect op standzekerheid dam bij zorgvuldige werkwijze	Monitoring, niet te zwaar materieel toepassen
Achterblijven van palen (vanaf -1m m.v.).	Obstakels in de ondergrond	Geen effect op standzekerheid dam bij zorgvuldige werkwijze	Inmeten locaties palen
Achterblijven van puin.	Verslechtering van de ondergrond	Geen effect op standzekerheid dam bij zorgvuldige werkwijze	Controle/toezicht tijdens sloop
Amoveren transformatorstation.	Gat in de dambekleding	Golfoverslag bij Breezanddijk is beperkt, geen effect op erosiebestendigheid.	Herstel bekleding.
ELECTRICITEITSKABELS			
Verwijderen van kabels.	Verslechtering van de ondergrond door grondroering	Geen effect op standzekerheid dam bij zorgvuldige werkwijze	Zorgvuldig ontgraven en aanvullen Werkzaamheden uitvoeren in open seizoen.
Verwijderen van kabels.	Schade aan bestaande, andere kabel door verwijderen hoogspanningskabels.	Ligging andere kabel bekend uit KLIC-melding. Door zorgvuldig graven kan beschadiging andere kabel voorkomen worden.	Ligging andere kabel in het veld vaststellen voor start ontgraving verwijderen hoogspanningskabels.
Achterblijven van HDD-mantelbuizen.	Obstakels in de ondergrond.	Geen effect, want situatie is hetzelfde als met kabels in mantelbuis.	Vastleggen locaties mantelbuizen. Beheer lege mantelbuis vastleggen.

SCENARIO 1 – Referentie (huidige situatie) Tuimeldijk (SF = 1,29)

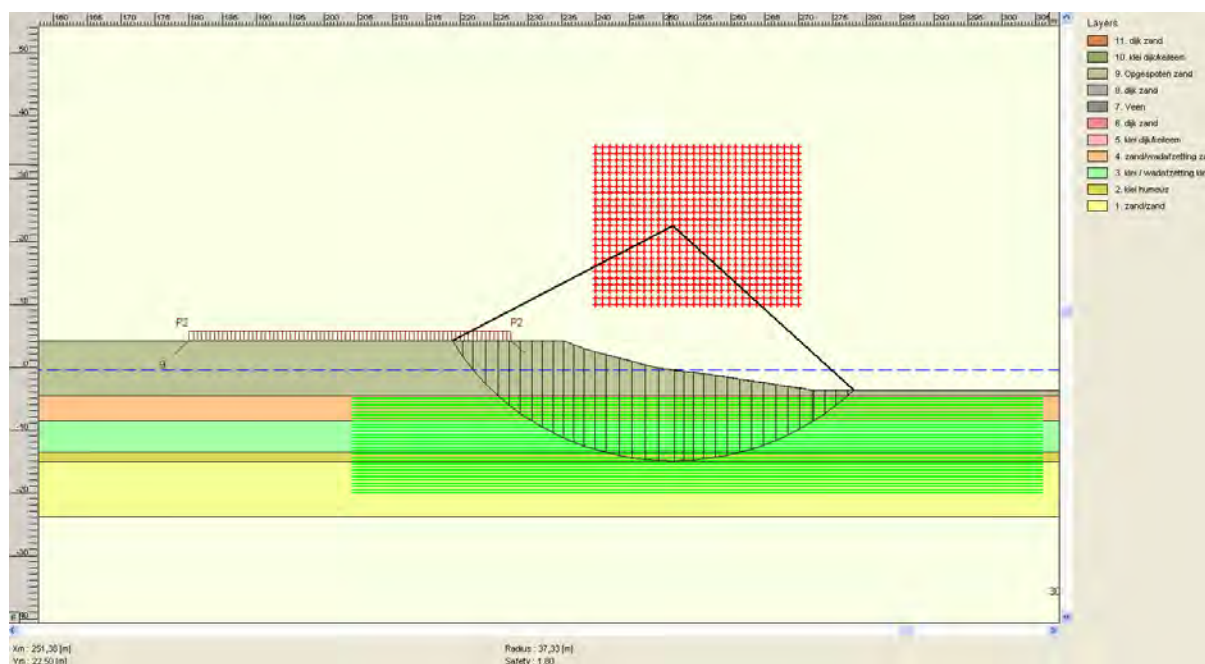


SCENARIO 1 – Referentie (huidige situatie) IJsselmeertalud (SF = 1,82)

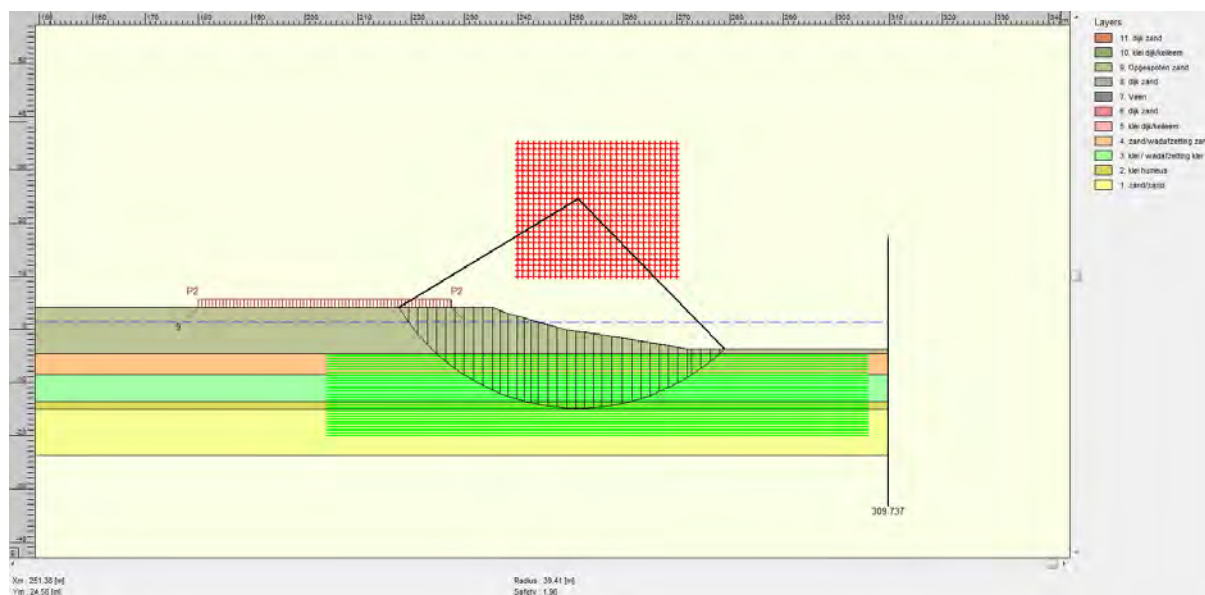


STABILITEITSANALYSE

SCENARIO 2 – Transformatorstation IJsselveertalud (SF = 1,80)

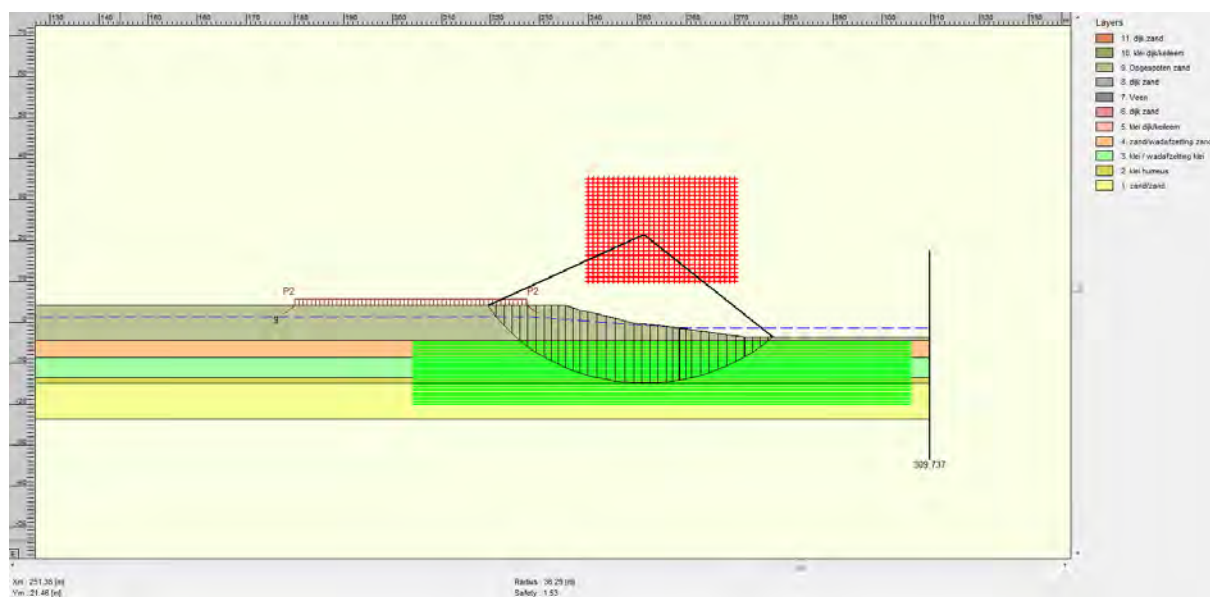


SCENARIO 3 – Transformatorstation + hoogwater IJsselveertalud (SF = 1,96)

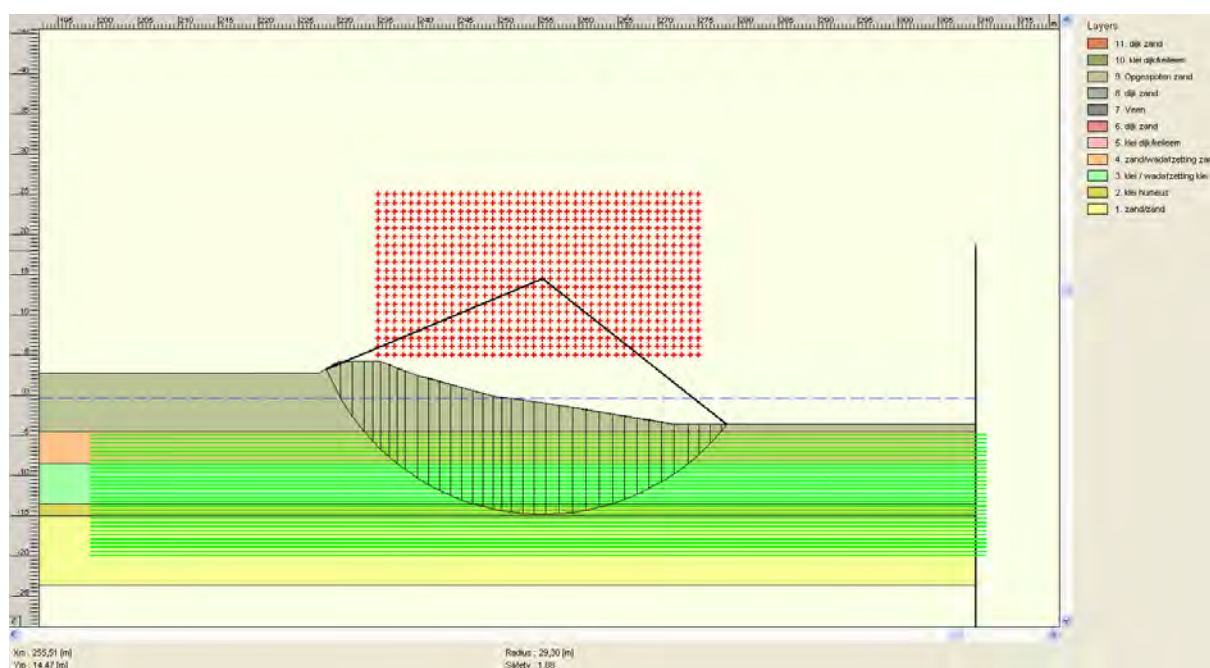


STABILITEITSANALYSE

SCENARIO 4 – Transformatorstation + laagwater IJsselmeertalud (SF = 1,53)

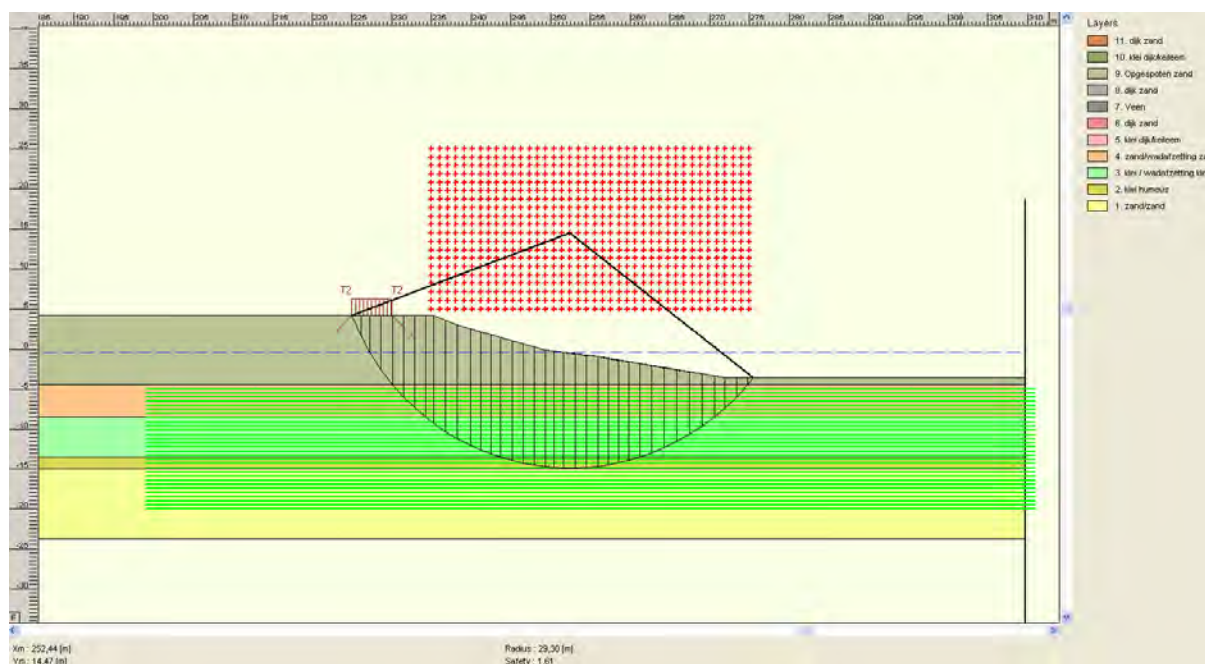


SCENARIO 5 – Ontgraving IJsselmeertalud (SF = 1,88)



STABILITEITSANALYSE

SCENARIO 6 – Zware kraan IJsselmeertalud (SF = 1,61)

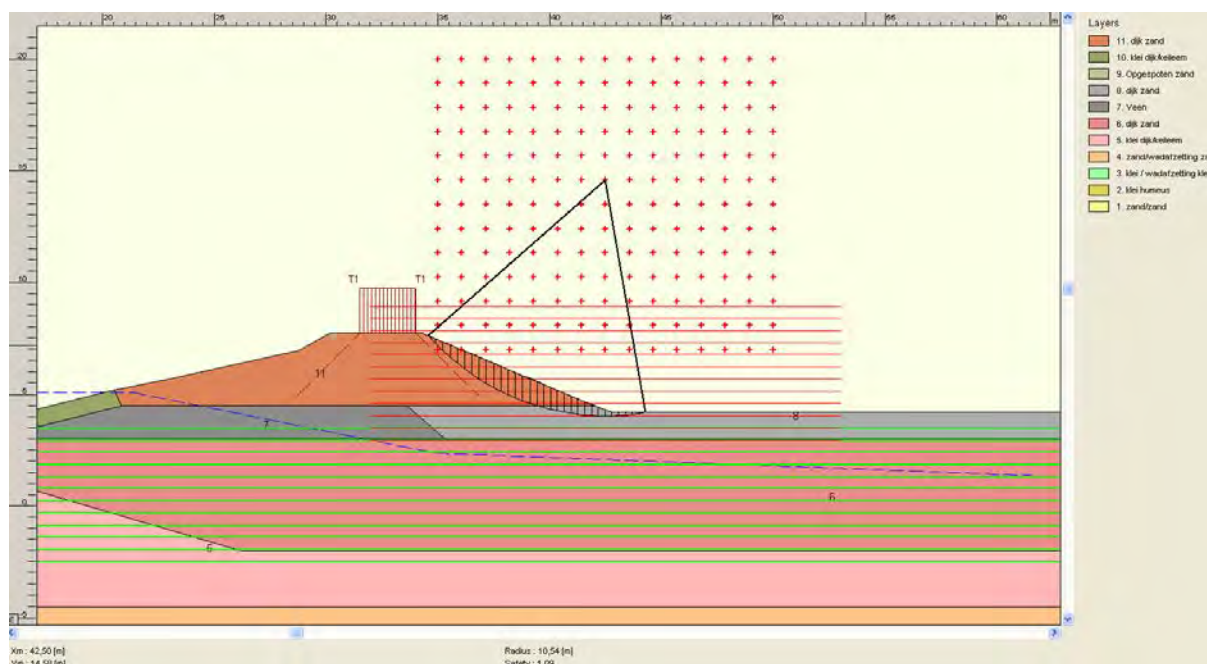


STABILITEITSANALYSE

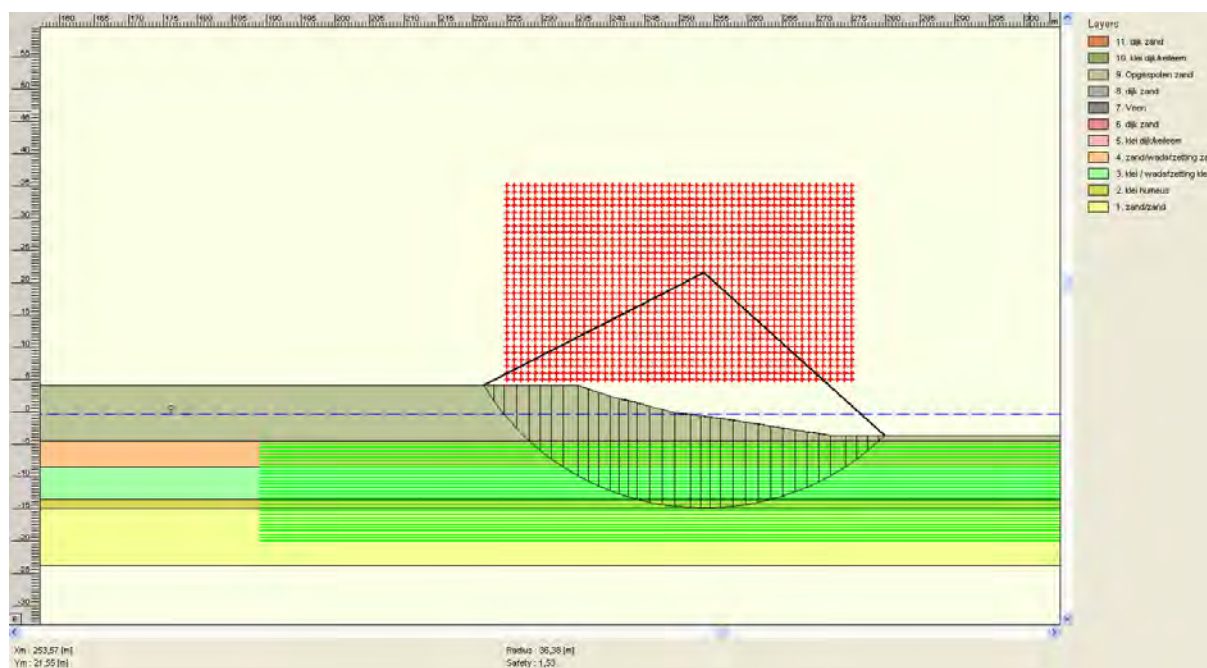
Risicoanalyse trafostation Breezanddijk windpark Fryslan

Opdr. : 1013-0226-00
 Bijl. : A7

SCENARIO 7 – Trillingen tuimeldijk (SF = 1,21)



SCENARIO 7 – Trillingen IJsselmeertalud (SF = 1,53)



STABILITEITSANALYSE

Aan het zand te stellen eisen

De grondverbetering dient uitgevoerd te worden met geschikt zand, dat goed verdichtbaar is. Het zand moet worden onderzocht op korrelverdeling, korrelvorm, humusgehalte en verdichtbaarheid. Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. De vereiste eigenschappen zijn:

- De korrelfractie kleiner dan 0,063 mm dient bij voorkeur niet meer te bedragen dan 5%; indien minder strenge eisen worden gesteld aan de grondverbetering is 10% [m/m] toelaatbaar (6.9(c) van NEN 9997-1).
- De korrelfractie < 0,016 mm dient niet meer te bedragen dan 5% (6.9(c) van NEN 9997-1).
- De gelijkmatigheidscoëfficiënt D_{60}/D_{10} van de zandfractie dient bij voorkeur ten minste 2,0 te bedragen, waarbij:
 D_{10} = korreldiameter met een zeefdoorval van 10 % [m/m]
 D_{60} = korreldiameter met een zeefdoorval van 60 %.
- De korrelvorm dient bij voorkeur hoekig te zijn.
- Het organisch stofgehalte mag maximaal 3% [m/m] bedragen.
- De "Proctor"-curve, waarmee de verdichtbaarheid wordt aangegeven en waarin het watergehalte is uitgezet tegen de droge dichtheid, dient rond de maximum dichtheid een flauw verloop te hebben.

Zand dat minder goede eigenschappen heeft, is vaak nog wel verdichtbaar. De benodigde verdichtingsenergie kan dan echter aanzienlijk toenemen.

Verdichtingswijze

Voor een optimale verdichting van zand met bovengenoemde eigenschappen wordt de volgende werkwijze geadviseerd:

- Het ontgravingsniveau afrillen in minimaal 4 gangen, kruiselings en overlappend alvorens de eerste laag wordt aangebracht.
- De grondverbetering in lagen aanbrengen en verdichten met een trilplaat of trilwals in minimaal 4 gangen, kruiselings en overlappend.
- De laagdikte afstemmen op de aan te wenden verdichtingsapparatuur en de eigenschappen van het zand. In de onderstaande tabel is hiervoor een indicatie gegeven.

Apparaat	Gewicht	Laagdikte
trilplaat	1 à 2 kN	0,2 m
trilplaat	3 à 5 kN	0,3 m
hand-trilwals	6 à 8 kN	0,2 m
tandem trilwals	12 à 15 kN	0,2 m
tandem trilwals	ca 20 kN	0,3 m
zelfrijdende (tril)wals	80 à 120 kN	0,3 à 0,5 m
zelfrijdende (tril)wals	≥ 120 kN	0,5 m

Opgemerkt wordt, dat voor een grote dieptewerking in het algemeen een groot aantal gangen (10 à 15) vereist is doordat de effectiviteit met de diepte snel afneemt. Daarnaast is de staat van onderhoud van de apparatuur ook een belangrijk aspect.

- Het funderingsniveau verdichten met een lichte trilplaat indien de bovenlaag los is geschud door het gebruik van zware trilapparatuur.
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zodanig kiezen, dat spreiding van de funderingsdruk mogelijk is onder een hoek van 45° met de verticaal gerekend vanaf de rand van de fundering.

Grondwaterstand en watergehalte

Tijdens de verdichting dient het grondwater dieper dan 0,5 m beneden het werkniveau te staan. Bij te hoge grondwaterstand zal, afhankelijk van de doorlatendheid van het zand en de eigenschappen van de trilapparatuur, drijfzand kunnen ontstaan, waardoor verdichting onmogelijk wordt. Voor uitvoering van grondverbeteringen onder de grondwaterstand dient een bemaling te worden geïnstalleerd om de grondwaterstand tot tenminste 0,5 m beneden het werkniveau te verlagen.

Het watergehalte van het te verdichten zand dient bij voorkeur 8 tot 15 % (m/m) te bedragen. Eén en ander is af te leiden uit de Proctor-proef, waarbij het optimale watergehalte wordt bepaald in relatie tot de hoogst verkregen droge dichtheid.

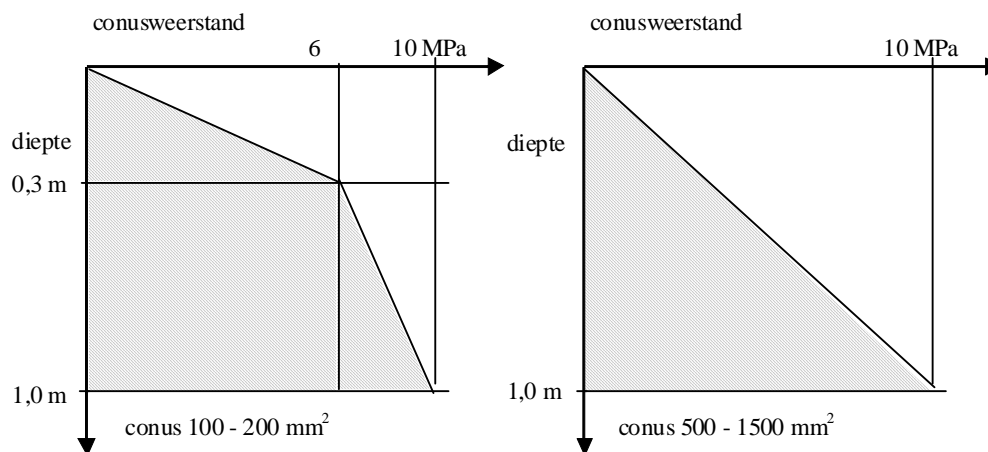
Controle grondverbetering

De kwaliteit van de grondverbetering dient zodanig te zijn, dat minstens de hoek van inwendige wrijving wordt bereikt die in de berekening van de draagkracht is gehanteerd. De controle op de kwaliteit van de uitgevoerde grondverbetering kan geschieden op de navolgende wijze:

- Sonderingen met conus met een conusoppervlak van 100 à 200 mm². Met een minisondeerrups (*Landscout*) zijn nauwkeurige sonderingen met automatische registratie tot een diepte van maximaal 5 m mogelijk. Met handsonderingen zijn de mogelijkheden beperkt, zowel voor wat betreft de nauwkeurigheid als de diepte; een verdichte zandlaag van 0,4 à 0,5 m is hiermee te controleren, eventueel in combinatie met een handboor.
- Sonderingen conform NEN 5140 of NEN-EN-ISO 22476-12 met conus met een conusoppervlak van 500 à 2000 mm². Hierbij kan de grondverbetering over grote laagdikten nauwkeurig worden gecontroleerd.
- Dichtheidsbepalingen met behulp van volumesteekringen, nucleaire meetapparatuur, de CMC-methode, de kunststoffoliemethode of de zand-vervangingsmethode. De onderzoeksdiepte is beperkt, zodat iedere laag afzonderlijk moet worden gecontroleerd alvorens de volgende laag wordt aangebracht.

In een goed uitgevoerde grondverbetering voor een fundering op staal loopt de conusweerstand gelijmatig op tot:

- sonderingen met A_c 100 à 200 mm² 6 MPa op 0,3 m diepte en 10 MPa op 1,0 m diepte
- sonderingen met A_c 500 à 2000 mm² 10 MPa op 1,0 m diepte



De gemeten conusweerstand moet buiten het gearceerde gebied liggen.

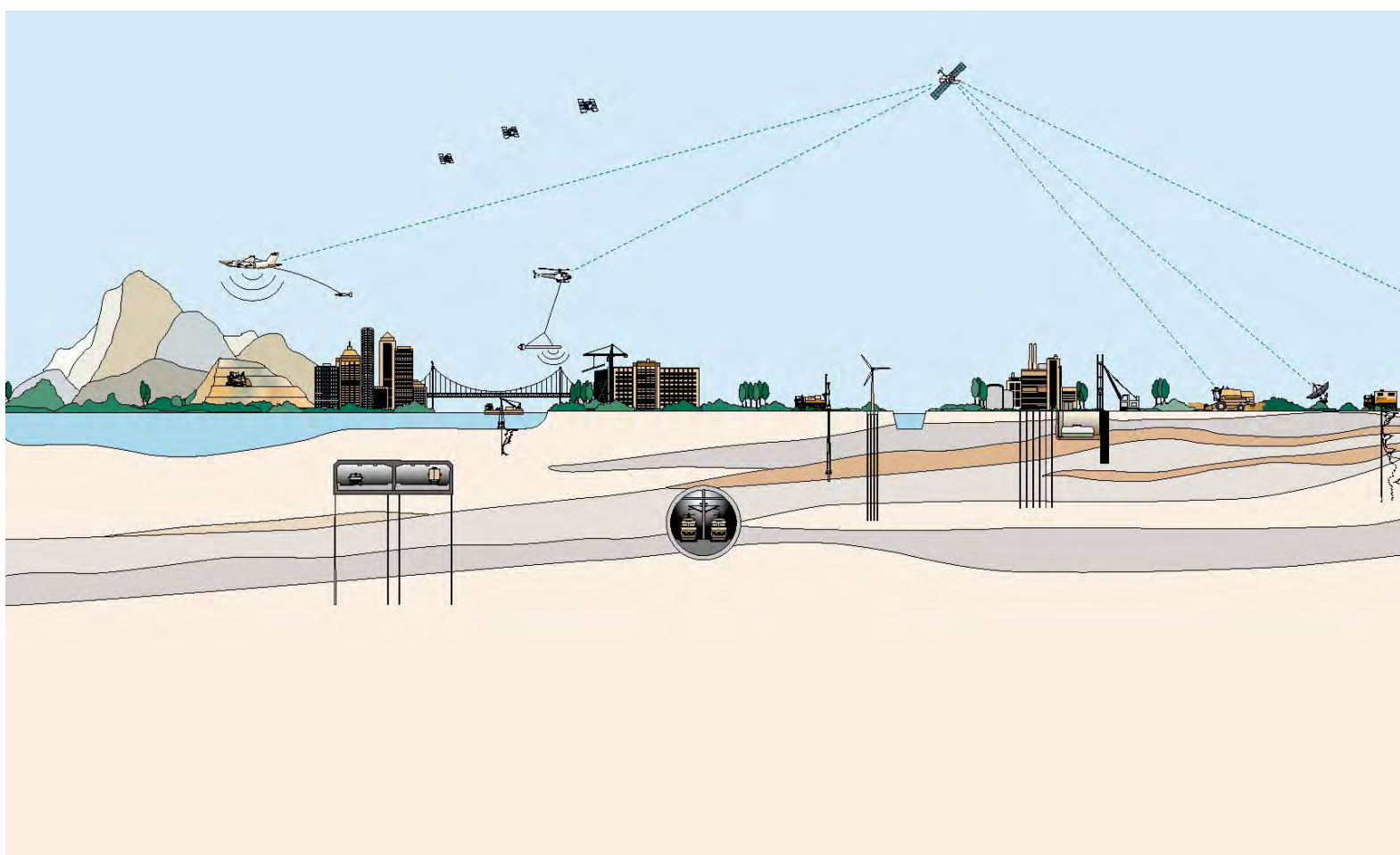
Bovengenoemde waarden komen overeen met een Proctordichtheid van gemiddeld 95% waarbij in zand een φ' -waarde aanwezig is van circa 35° hetgeen voor een fundering op staal een gebruikelijke eis is. Als de grondverbetering primair ten doel heeft de zetting te verminderen en minder strenge eisen aan de draagkracht worden gesteld, zijn in specifieke gevallen en in overleg met de geotechnisch adviseur lagere waarden acceptabel.

Voor de wegenbouw zijn verdichtingseisen onder andere gegeven in het door CROW uitgegeven Infoblad Infrastructuur - *Verdichtingscontrole via handsonderingen*.

RAPPORT
betreffende

**RISICOBESCHOUWING
ELEKTRICITEITSKABELS IN AFSLUITDIJK
FASE 2**

Opdrachtnummer: 1013-0226-005



RAPPORT
betreffende

**RISICOBESCHOUWING
ELEKTRICITEITSKABELS IN AFSLUITDIJK
FASE 2**

Opdrachtnummer: 1013-0226-005

Opdrachtgever : Ventolines
Postbus 1054
8300 BB Emmeloord

Projectleider : ir. A.J. Snethlage

Opgesteld door : ir. W.R. Halter
ir. A.P. Pool
ing. P.A.J. Kivit
ir. F. Hogervorst
ing. B. van Hoof

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	1 april 2015	Fase 1	
2	24 april 2015	Fase 2 (1 ^e concept)	
3	8 mei 2015	Fase 2 (2 ^e concept)	
4	21 mei 2015	Fase 2 (definitief)	

FILE: 1013-0226-005 R02v03

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
1.1. Achtergrond	1
1.2. Doelstelling	1
1.3. Opbouw rapport	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
2.1. Beschikbare informatie	2
2.2. Windpark Fryslan	2
2.3. Transformatorstation	3
2.4. Elektrische kabels vanaf transformatorstation naar vaste land	4
3. RELEVANTE NORMEN EN RICHTLIJNEN	8
3.1. Inleiding	8
3.2. Relevantie per norm of richtlijn voor kabels in waterkeringen	8
3.3. Conclusies n.a.v. verkenning normen en richtlijnen	11
4. KWALITATIEVE RISICOBESCHOUWING	12
5. KWANTITATIEVE RISICOBESCHOUWING	13
5.1. Nader te kwantificeren risico's	13
5.2. Uitgangspunten	13
5.3. Aanlanding elektrakabel Breezanddijk (B.2 en B.3)	15
5.4. Glijvlakberekening uitvoeringsfase (B.6)	16
5.5. Kruising locatie Kornwerderzand (G.2)	20
5.6. Grond-kabelinteractie (G.5 en G.12)	23
5.7. Temperatuur-effecten (G.9)	24
5.8. Glijvlakberekening calamiteit (G.14)	29
5.9. Conclusies n.a.v. resultaten kwantitatieve analyse	32
<u>BIJLAGEN</u>	<u>Nr.</u>
- Risico-overzicht	1
- Sondering DKMP 1	2
- Stabiliteitsberekeningen	3
- Plaxis-resultaten	4

1. INLEIDING

Op 19 maart 2015 ontving Fugro GeoServices B.V. te Nieuwegein van Ventolines te Emmeloord de opdracht voor het opstellen van een aanvullende risicobeschuwing omtrent de aanleg en het beheer van hoogspanningskabels in de Afsluitdijk.

1.1. Achtergrond

In het IJsselmeer is Windpark Fryslân BV voornemens om een windpark te realiseren ten zuiden van de Afsluitdijk ter hoogte van de Breezanddijk. Het plan voorziet in maximaal twee hoogspanningscircuits (twee bundels van drie kabels, hierna wordt voor de duidelijkheid gesproken over 'twee kabels') door de Afsluitdijk die de opgewekte elektriciteit naar het landelijke hoogspanningsnet in Friesland transporteren.

Op 20 januari 2015 is door Fugro een geotechnisch advies en een risicoanalyse opgesteld betreffende de effecten op de waterkering ten gevolge van Windpark Fryslân (rapport met kenmerk 1013-0226-000.R01V08. Hierin zijn de risico's van het gehele project op de waterkering beschouwd, inclusief de bouw van windturbines, de bouw van een transformatorstation bij Breezanddijk en de aanleg van elektriciteitskabels. De conclusie van dit rapport is dat de risico's goed beheersbaar zijn en dit is in een definitief ontwerp met een detailbeschouwing eventueel aan te tonen.

Hoogspanningskabels in dijken zijn geen noviteit. De aanleg van een ondergrondse hoogspanningskabel door een primaire waterkering is een aspect dat echter nog weinig is onderzocht. Daarom is op 11 februari 2015 een expertsessie georganiseerd om de mogelijkheden te bespreken. Daarin is de vraag beschouwd onder welke randvoorwaarden met betrekking tot de functie primaire waterkering een hoogspanningsleiding in de Afsluitdijk mogelijk is. Uit dit overleg zijn een aantal vervolgvragen naar voren gekomen.

1.2. Doelstelling

Het doel van dit rapport is om de effecten van de voorziene ondergrondse hoogspanningskabels door de Afsluitdijk te beschouwen.

Het verschil met het Fugro-rapport van 20 januari 2015 is dat alleen de risico's van de kabels worden beschouwd en dat er in hoger detailniveau op de mogelijke risico's wordt ingegaan. Het tracé is beschouwd vanaf de gestuurde boringen bij de aanlanding bij het transformatorstation op Breezanddijk tot aan het einde van de Afsluitdijk.

In voorliggende rapportage worden de risico's kwalitatief behandeld en in nader gekeken naar de risico's waarvoor in de expertsessie aanvullende berekeningen noodzakelijk werden geacht en wordt voor enkele risico's een detailbeschouwing gemaakt, deels op basis van berekeningen. Tijdens de risicosessie (11 februari 2015) zijn enkele aspecten benoemd waarbij met een berekening inzicht dient te worden verkregen in de grootte van risico.

1.3. Opbouw rapport

In het volgende hoofdstuk wordt het project beschreven. In hoofdstuk 3 wordt geïventariseerd wat er in de normen en richtlijnen is vermeld over kabels in waterkeringen. In hoofdstuk 4 is de kwalitatieve risicobeschuwing opgenomen, waarbij verwezen wordt naar de uitgebreide risicotabel in bijlage 1. De kwantitatieve risicobeschuwing van de in de risicosessie aangestipte aspecten is opgenomen in hoofdstuk 5.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

2.1. Beschikbare informatie

De volgende informatie is beschikbaar gesteld door de opdrachtgever na oplevering van het Fugro-rapport van 27 februari 2015:

- Geotechnisch laboratoriumonderzoek versterking Afsluitdijk te Den Oever, Wiertsema & Partners, nr. 58842-1, 8 januari 2014.
- Geotechnisch veldonderzoek versterking Afsluitdijk te Den Oever, Wiertsema & Partners, nr. 58842-1, 5 november 2013.
- Presentaties expertmeeting, 11 februari 2015.
- Verslag Workshop kabels in de Afsluitdijk Rijkswaterstaat, 11 februari 2015.
- Horizontaal gestuurde boringen Kornwerderzand, Ventolines, 2 maart 2015.
- Doorslag 110kV/220kV-kabel, Energy Solutions, 9 april 2015.
- Toelichting op kortsluitkrachten, e-mail Ventolines 21 april 2015.
- Toelichting op 'kwispeleffect' kabel, e-mail Pondera/Ventolines, 21 mei 2015.

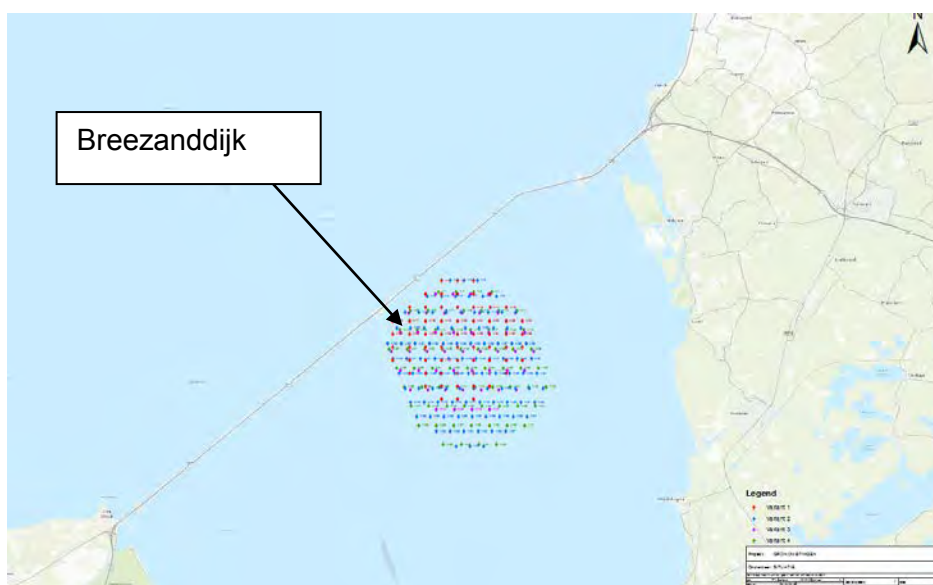
Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

Verder is er informatie gehaald uit de volgende twee Fugro-rapporten:

- Geotechnische schematisatie Afsluitdijk, rapport nr. 1207-0027-000 d.d. 26 mei 2008.
- Geotechnisch Advies en risicoanalyse betreffende "Effecten waterkering ten gevolge van windpark Fryslân", rapport nr. 1013-0226-004.R01V08 d.d. 20 januari 2015.

2.2. Windpark Fryslan

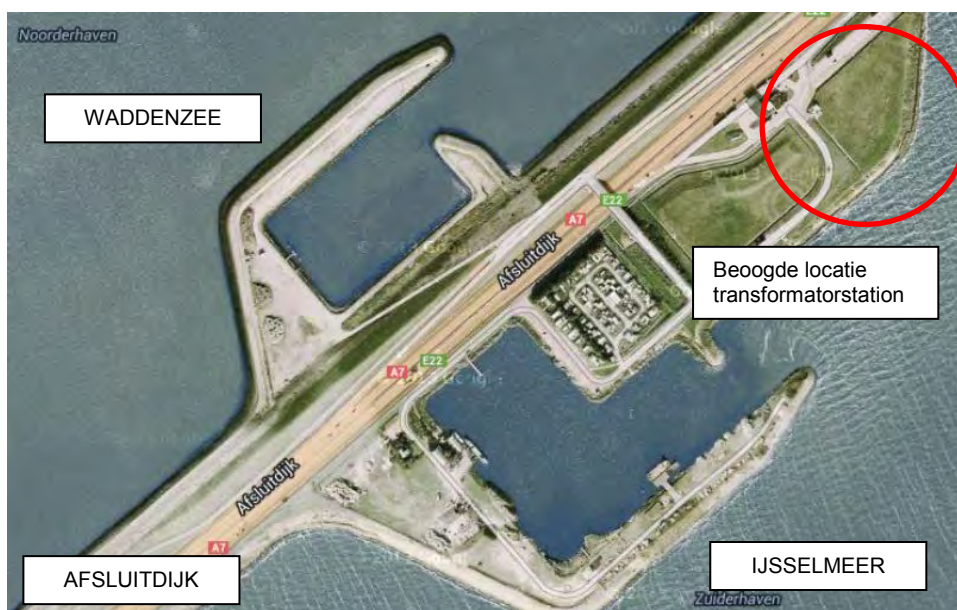
In het IJsselmeer is Windpark Fryslân BV voornemens om een windpark te realiseren ten zuiden van de Afsluitdijk ter hoogte van de Breezanddijk. In onderstaande figuur 2-1 is de beoogde locatie van het windpark weergegeven. Een MER wordt opgesteld waarin onderscheid wordt gemaakt in varianten met tussen de 47 en 100 windmolens.



Figuur 2-1: Beoogde locatie windpark Fryslan

2.3. Transformatorstation

Vanuit de windturbines zullen verschillende elektriciteitskabels aangelegd worden naar het transformatorstation 'op' Breezanddijk. De exacte locatie van het transformatorstation is in dit stadium (nog) niet definitief. Wel is duidelijk dat het trafostation op minimaal 10 m afstand uit de insteek van het IJsselmeertalud wordt geplaatst ten einde voldoende ruimte voor uitvoering van beheer aan de oeververdediging te laten. De voorziene locatie is weergegeven in figuur 2-2.



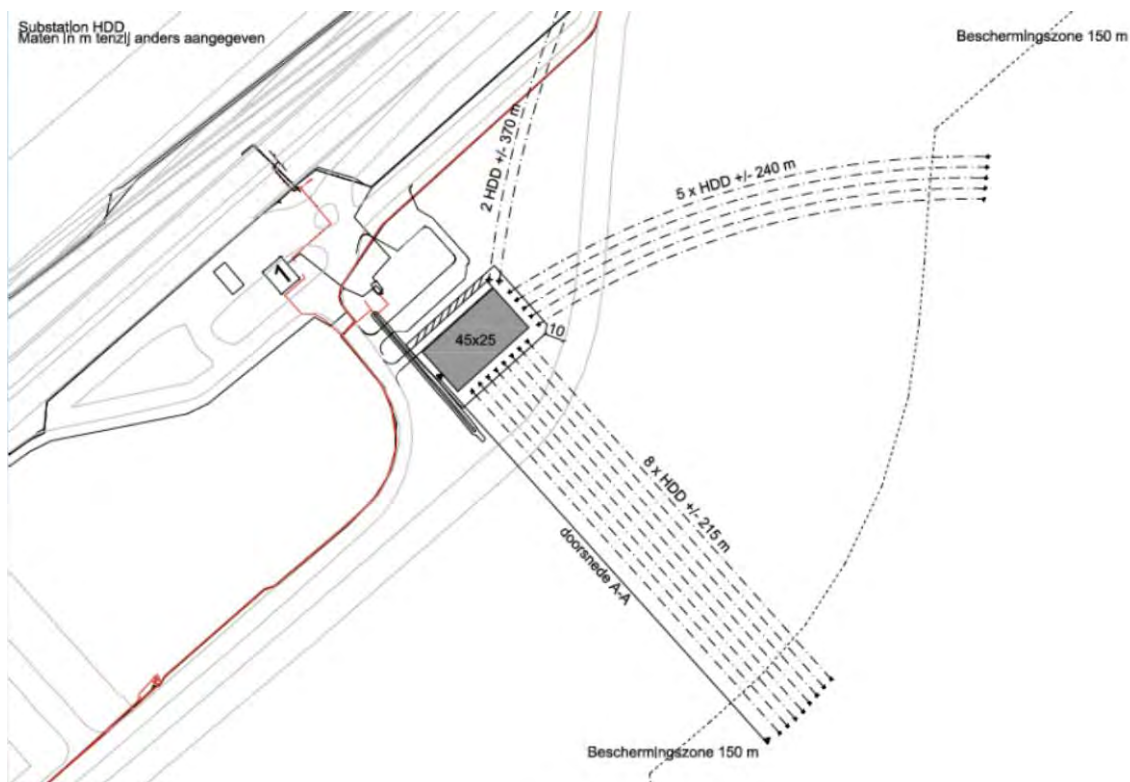
Figuur 2-2: Projectlocatie Breezanddijk met locatie transformatorstation

Het transformatorstation staat op een terrein met een maximale oppervlakte van circa 60 x 45 m (op basis van conservatieve uitgangspunten) waarbij slechts een deel van het terrein bebouwd zal worden. In het gebouw of de losse gebouwen wordt een aantal transformatoren opgesteld tezamen met schakelapparatuur. Naar het transformatorstation wordt een ontsluitingsweg aangelegd met een breedte van circa 5 meter.

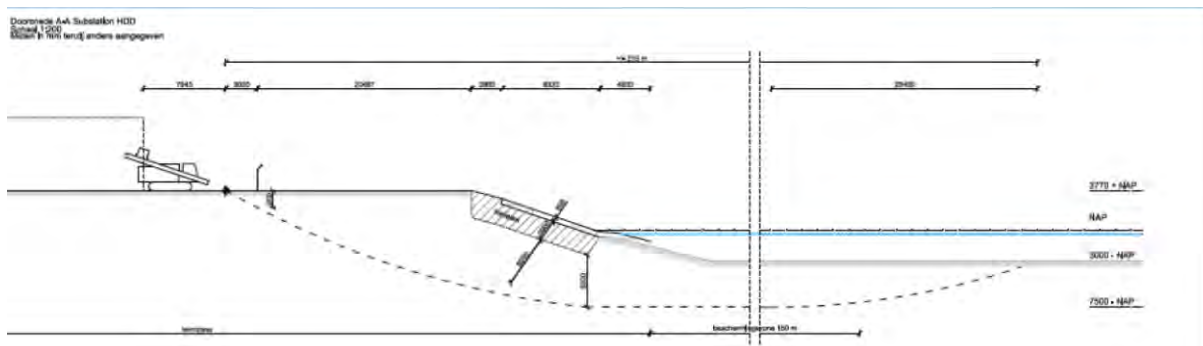
Het is een optie om onder het gebouw of de gebouwen kabelkelders te realiseren. De elektriciteitskabels worden dan ingevoegd via deze kelder welke een diepte heeft van circa mv - 1,5 m (bovenkant vloer).

De kabels worden vanuit het IJsselmeer met horizontaal gestuurde boringen aan het transformatorstation verbonden. Daarbij wordt ruim onder de aanwezige taludbekleding doorgeboord. De tussenafstand van de kabels bedraagt minimaal 5 m (zie figuren 2-3 en 2-4).

Definitieve ontwerpen worden voorafgaand aan de bouw /aanleg opgesteld waarbij aan de van toepassing zijnde ontwerpnormen wordt voldaan, zoals die voor DD-boringen.



Figuur 2-3: Kabeltracés rondom transformatorstation (principeschets)



Figuur 2-4: Dwarsdoorsnede van HDD-kabel bij aanlanding (principeschets)

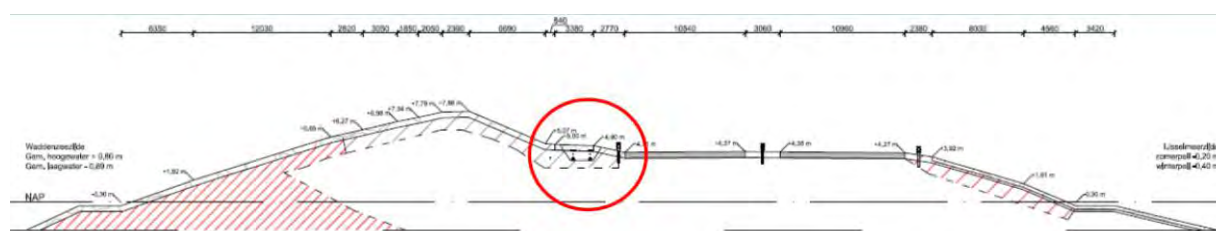
2.4. Elektrische kabels vanaf transformatorstation naar vaste land

Bekend is dat er reeds een 10 kV-kabel ligt tussen het fietspad en de tuimeldijk aan de Waddenzeezijde. Deze kruist plaatselijk de tuimeldijk en is via een HDD-boring aan de Waddenzee kant van de Afsluitdijk onder de sluisen bij Kornwerderzand doorgeleid.

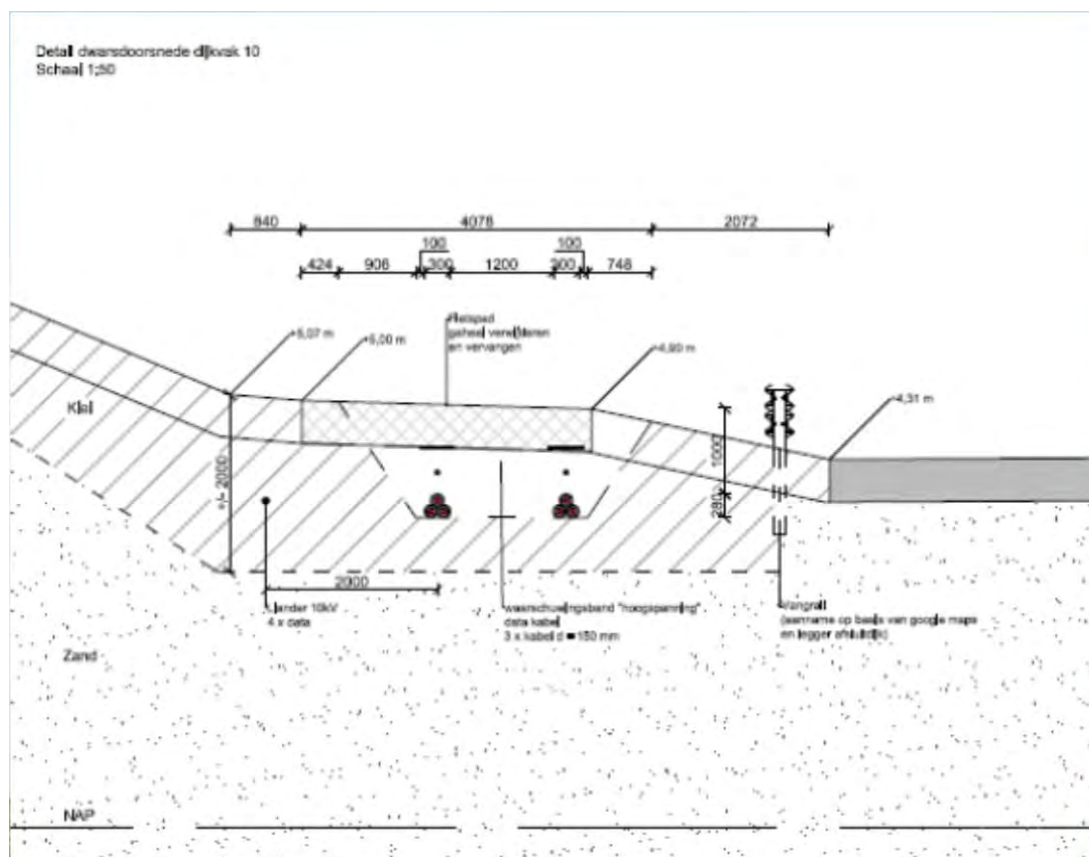
Vanaf het transformatorstation worden nieuwe elektrische kabels voorzien door de dijk: een tweetal ondergrondse 110 kV-verbindingen naar land (maximum scenario, alternatief is één verbinding van 220 kV). De kabels zijn voorzien in de Afsluitdijk en sluiten het windpark aan op het landelijk hoogspanningsnet in Friesland, bijvoorbeeld bij 110 kV-station Marnezijl bij Bolsward of elders. De enige mogelijke locaties voor de kabels in de Afsluitdijk (op het traject Breezanddijk – Kornwerderzand) zijn onder het fietspad, tussen het fietspad en de snelweg en in de middenberm van de snelweg. Na het sluisencomplex bij Kornwerderzand is er meer ruimte voor de kabels. De voorkeurslocatie voor het traject Breezanddijk –

Kornwerderzand is na overleg met Rijkswaterstaat onder het fietspad, omdat in de middenberm van de snelweg reeds een rioleringsstelsel ligt (hemelwaterafvoer rijksweg). Een kabeltracé in de tuimeldijk of aan de buitenzijde wordt door de beheerder niet als wenselijk geacht. De rijksweg wordt gekruist met twee horizontaal gestuurde boringen (HDD) of persingen om vanaf het trafostation bij het fietspad te komen. Na het sluisencomplex bij Kornwerderzand is er meer ruimte voor de kabels en is de voorkeurslocatie direct naast het fietspad aan de noordzijde.

Elke verbinding bestaat uit 3 kabels die in driehoeksverband liggen (1 kabel per fase). Voor de aanleg van de kabels onder het fietspad dient een sleuf met een breedte van circa 3 tot 4 m aan maaiveld gegraven te worden. De aanlegdiepte van de kabels bedraagt ca. 1,0 m onder maaiveld of bestaande bekleding/wegfundering (zie figuren 2-5 en 2-6). De aanlegdiepte kan aangepast worden als dat gewenst is voor de opbouw van de waterkering. Als geen keileem aanwezig is, dan kan de ontgraving worden opgevuld met dezelfde grond, die eerder ontgraven is. Derhalve blijft de grondconditie voor en na aanleg van de kabels gelijk. Op locaties met een keileemkern wordt de keileem ter plaatse van de ontgraving vervangen door goed verdichte klei van erosie categorie 1, buiten de inbedding in materiaal met goede thermische eigenschappen.



Figuur 2-5: Dwarsdoorsnede van Afsluitdijk met kabeltracé (dijkvak 10)



Figuur 2-6: Dwarsdoorsnede van Afsluitdijk met kabeltracé (dijkvak 10, detail)

Het sluisencomplex bij Kornwerderzand wordt gepasseerd met twee horizontaal gestuurde boringen (HDD). De voorziene start- en eindlocaties van de HDD's zijn in het achterland van de kering gelegen (zie figuur 2.7). Opgemerkt wordt dat tijdens de expertsessie op 11 februari nog was uitgegaan van een HDD-kruising ten noorden van de Afsluitdijk, maar dat dit uitgangspunt op grond van de sessie met experts van Rijkswaterstaat en Deltares is bijgesteld om een dubbele kruising van de tuimeldijk te vermijden (optimalisatie van het ontwerp).

Bij de kruising van het Kornwerderzand-complex wordt ook al rekening gehouden met de plannen voor een vismigratierivier bij Kornwerderzand, waarbij een koker door de dijk zou moeten komen direct ten westen van de spuisluisen bij Kornwerderzand. De hoogspanningskabels kruisen de voorziene koker (de 'coupure') naar verwachting bovenlangs. Rijkswaterstaat realiseert deze coupure en is verzocht rekening te houden met het aanbrengen van een kabelgoot om een boring te vermijden.



Figuur 2-7: Twee opties voor de HDD-boring van kabels bij Kornwerderzand. Er is gekozen voor de ruime boog om de effecten op bebouwing te beperken en vanwege toekomstige reserveringen van Rijkswaterstaat

3. RELEVANTE NORMEN EN RICHTLIJNEN

3.1. Inleiding

In dit hoofdstuk is een overzicht gegeven van normen en richtlijnen die relevant zijn of kunnen zijn voor kabels in primaire waterkeringen. De volgende normen en richtlijnen zijn beschouwd:

- Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007.
- Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten, Provincie Zuid-Holland, 2009.
- Leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en vreemde objecten in, op en nabij waterkeringen, COW, 1976.
- Handreiking Constructief Ontwerpen, TAW 1994.
- Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW, 2001.
- Leidraad Kunstwerken, TAW, 2003.
- Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen (herziene versie), Rijkswaterstaat 2012.
- Kabels en leidingen rond wateren en waterkeringen, CROW, 2011.
- NEN 3651: Leidingen bij Waterstaatswerken, 2012.
- NPR 3659: Ondergrondse pijpleidingen - Grondslagen voor de sterkteberekening, 1996.

Normen en richtlijnen die in algemene zin ingaan op de waterkerende veiligheid of die deelaspecten als bekledingen of materiaaleigenschappen behandelen, kunnen ook relevant zijn voor kabels in waterkeringen, maar zijn niet apart behandeld in dit hoofdstuk.

Hieronder is per document aangegeven in hoeverre er eisen, handreikingen of risico's in zijn vermeld voor parallelle kabels in waterkeringen.

3.2. Relevantie per norm of richtlijn voor kabels in waterkeringen

3.2.1. Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006

Als een kabel in een waterkering na aanleg wordt getoetst, dan moet deze voldoen aan dit voorschrift. Er geldt:

1. Kabels worden geacht van weinig invloed te zijn op de veiligheid van waterkeringen en hoeven in principe niet te worden getoetst.
2. Geadviseerd wordt mantelbuizen waarin een kabel of kabelbundels zijn gelegd te toetsen als drukloze leidingen. Mantelbuizen worden in de praktijk toegepast bij HDD-boringen om een glad buitenoppervlak te creëren en zo te vermijden dat de boring vastloopt. Concreet betekent dit, dat de invloed van verweking door verstoring bij de leiding moet worden beschouwd, dat de pijpleiding wordt ontworpen volgens NEN 3650 en NEN 3651 en dat wordt voldaan aan de voorwaarden vanuit controle, beheer en onderhoud zoals beschreven in bijlage E van NEN 3651.

In het voorschrift wordt in algemene zin opgemerkt dat kabels in waterkeringen niet gewenst zijn, omdat het kan leiden tot graafwerkzaamheden in de dijk. Als aandachtspunt wordt opgemerkt dat bij aanleg van kabel met het juiste materiaal wordt aangevuld en goed wordt verdicht.

Het voorschrift gaat niet in op eisen die gelden bij het ontwerp en de aanleg van een nieuwe leiding.

3.2.2. Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten

Dit document onderschrijft het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006. Er worden geen specifieke vuistregels voor kabels / drukloze leidingen genoemd.

3.2.3. Leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en vreemde objecten in, op en nabij waterkeringen

In deze 40 jaar oude leidraad worden enkele aanvullende aandachtspunten genoemd voor het ontwerp, beheer en onderhoud van kabels bij waterkeringen, die nog onveranderd van toepassing zijn:

- Nagaan of er redelijkerwijs een alternatief tracé kan worden gevonden. Als mogelijkheid wordt genoemd om de kabel buiten de langs de waterkering gelegen terreinstrook (stabiliteitszone) worden te leggen, die in verband met stabiliteit van de waterkering ongestoord moet blijven.
- Eindigen van een mantelbuis binnen de zone waarin de verkeersbelastingen meetbaar zijn.
- De mantelbuis waterdicht laten aansluiten op de kabels die zelf ook waterdicht zijn.
- Graafwerk in de waterkering zoveel mogelijk beperken.
- De bij graafwerk opgedolven soorten grond gescheiden opgeslaan en voor zover bruikbaar bij het dichten van de sleuf weer op de oorspronkelijke plaatsen terugbrengen.
- Bij het dichten van de sleuf de ingebrachte grond laagsgewijs verdichten.
- Het is wenselijk het tijdstip van uitvoering buiten het jaargetijde met voor de waterkering ongunstige omstandigheden te laten vallen, ten einde het risico bij uitvoering te beperken en de kwaliteit van het werk zo hoog mogelijk op te voeren.
- Bij een nog niet herstelde grasmat kan het toepassen van een tijdelijke bekramming wenselijk zijn.
- Nadat de kabel is gelegd de ligging nauwkeurig inmeten.
- In het geval van buiten gebruikstelling de kabel niet verwijderen, omdat het nadeel van grondroering zwaarder weegt dan het nadeel van de aanwezigheid van de kabel.

3.2.4. Handreiking Constructief Ontwerpen

Hierin staan deels bovengenoemde aandachtspunten en de volgende aanvullingen:

- Het opbarsten van de sleuf tijdens ontgraven voorkomen en hierop controleren.
- Bij het mogelijk optreden van kwel de leiding (inclusief sleuf bij aanleg) meer dan 3 meter binnenwaarts van de buitenkruinlijn leggen.
- Het wordt wenselijk geacht de leiding niet aan te leggen in een het buitentalud en niet in een parallelrijdijk.
- Rekening houden met nog uit te voeren dijkversterkingsmaatregelen.

3.2.5. Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies

Hierin staan deels bovengenoemde aandachtspunten en de volgende aanvullingen:

- De kabels dienen bij voorkeur in dezelfde grond te liggen als het omringende dijk materiaal. Indien dit niet het geval is, kan worden overwogen om het kabelbed aan te passen, of kan het dijkprofiel worden beoordeeld, rekening houdend met de afwijkende grondsoort ter plaatse van de kabel.

3.2.6. Leidraad Kunstwerken

Hierin wordt een deel van bovengenoemde aandachtspunten ook genoemd.

3.2.7. Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen (herziene versie)

Hierin staan deels bovengenoemde aandachtspunten met als aanvulling dat piping ook dient te worden beschouwd.

3.2.8. Kabels en leidingen rond wateren en waterkeringen

Hierin staan deels bovengenoemde aandachtspunten met als aanvulling dat er rekening moet worden gehouden met andere kabels en leidingen in de buurt van het tracé.

3.2.9. NEN 3651: Leidingen bij Waterstaatswerken

Deze norm is van toepassing voor leidingen en niet voor kabels en is dus alleen geldig voor kabels in mantelbuizen, omdat geadviseerd wordt om deze als drukloze leiding te beschouwen. Daarom wordt hieronder consequent gesproken over mantelbuizen in plaats van kabels. Benadrukt wordt dat een aantal aandachtspunten specifiek lijkt te zijn bedoeld voor leidingen die vlak onder het oppervlak lopen en voor HDD-boringen flexibel invulbaar lijken. In NEN 3651 staan deels bovengenoemde aandachtspunten en de volgende aanvullingen:

- Afstanden kleiner dan 50 m van kunstwerken in overleg met de beheerder vaststellen.
- De afstand van de mantelbuis tot de rand van de buitenzijde van de verharding van een weg dient ten minste 5 m bedragen. De verwekingszone moet boven een vlak liggen, lopend onder een helling 1:3 vanuit de rand van de bovenzijde van de verharding.
- De tussenruimte tussen gelijktijdig in een open sleuf te leggen parallelle mantelbuizen moet ten minste 0,4 m bedragen.
- Indien de mantelbuizen niet gelijktijdig worden gelegd, moet de hart-op-hart-afstand ten minste 15 m bedragen. Indien de veilige ligging van de bestaande leiding voldoende is gewaarborgd, kan hiervan in overleg met de beheerder van het waterstaatswerk worden afgeweken.
- Voor wegkruisingen geldt een hart-op-hart-afstand van ten minste 2 m vermeerderd met vijfmaal de grootste mantelbuismiddellijn indien de mantelbuizen gelijktijdig door doorpersing worden aangebracht, dan wel 10 m tussenruimte bij ongelijktijdige aanleg.
- De afstand tussen twee parallelle HDD-boringen moet zo groot zijn dat stuurcorrecties onbelemmerd kunnen plaatsvinden.
- In zand wordt aanbevolen om tussen twee parallelle HDD's ten minste 5,0 m en in klei 10,0 m hart-op-hartafstand aan te houden.
- Aanbevolen wordt het leggen van een mantelbuis in een waterkering slechts toe te staan als daar dringende planologische redenen toe bestaan en als met een stabiliteitsanalyse kan worden aangetoond dat dit aanvaardbaar is.
- Voor de middellijn van een mantelbuis wordt 200 mm als maximum geadviseerd in verband met de maximale toegestane inbreuk op de samenhang van het profiel.
- Geadviseerd wordt een minimale gronddekking boven een mantelbuis van 0,8 m aan te houden.
- De zakking van een mantelbuis na de aanleg nauwkeurig waarnemen om te kunnen nagaan of de in de sterkteberekening ingevoerde opgedrongen verplaatsingen van de grond niet worden overschreden. Daartoe kunnen op de mantelbuis standzekere en solide meetpunten (zakbaken) met klembanden worden bevestigd en gemonitord.
- Zand voor aanvullingen moet vrij zijn van verontreiniging door wortels, plantenresten, slibbonken en dergelijk en mag ten hoogste 3% van de droge massa afslibbare bestanddelen (kleiner dan 16 µm) bevatten. Het zand moet vrij zijn van vreemde

- bestanddelen, afvalstoffen, chemicaliën en dergelijke, en moet een U-getal bezitten dat niet hoger ligt dan 80 volgen NEN 5101:1989.
- Klei voor aanvullingen moet vast, samenhangend en taai zijn en vrij van wortels, plantenresten, grind, schelpen, vreemde bestanddelen, afvalstoffen, chemicaliën en dergelijke. De klei moet ten minste 20% van de droge massa-bestanddelen kleiner dan $2\ \mu\text{m}$ (lutum) en ten minste 40% van de droge massa-bestanddelen kleiner dan $16\ \mu\text{m}$ (slib) bevatten.
 - Bij zakkingen van een mantelbuis dient rekening te worden gehouden met zettingen door ophogingen, grondroering bij aanleg en dynamische invloed van de leiding op de omringende grond.
 - Onnodig dieper graven dient te worden voorkomen.
 - Instorting van sleufwanden dient te worden voorkomen.
 - De maximale druk in de boorspoeling tijdens een HDD-boring mag niet uitkomen boven een door middel van berekeningen bepaalde maximale waarde.

3.2.10. NPR 3659: Ondergrondse pijpleidingen – Grondslagen voor de sterkteberekening

Deze norm geeft aan hoe een sterktereductie rondom een leiding in rekening kan worden gebracht. Onderscheid kan worden gemaakt tussen erosie door een vloeistof transportleiding en explosie bij een gasleiding. Bij de toegepaste (mantelbuizen met) kabels is echter geen sprake van een vloeistof of een gas.

3.3. Conclusies n.a.v. verkenning normen en richtlijnen

Uit bovenstaande verkenning blijkt dat de eisen en aandachtspunten voor parallelle kabels in waterkeringen op een versnipperde manier in normen en richtlijnen worden behandeld. Door alle relevante zaken in dit hoofdstuk op te sommen, is een totaaloverzicht verkregen.

Uit de verkenning komt naar voren dat in algemene zin wordt geadviseerd kabels niet in waterkeringen te plaatsen, met name vanwege de hieraan verbonden graafwerkzaamheden. Aangezien kabels in sommige gevallen toch wenselijk zijn, wordt plaatsing niet uitgesloten en zijn diverse randvoorwaarden geadviseerd om het effect op de waterkering te beperken met name tijdens de aanlegfase. In de exploitatiefase wordt van kabels minder relevante invloeden genoemd in de beschouwde normen en richtlijnen.

Voor een goede beoordeling van de veiligheidsrisico's van elektriciteitskabels in de Afsluitdijk is een maatwerk beschouwing nodig in overleg met de beheerder. In het volgende hoofdstuk wordt daar verder op ingegaan.

4. KWALITATIEVE RISICOBESCHOUWING

In bijlage 1 is een overzicht opgenomen met risico's. Voor deze tabel heeft de risicotabel uit het Fugro-rapport van 20 januari 2015 als basis gediend. Eerst zijn alle risico's, die geen betrekking hebben op parallel liggende leidingen uit de tabel gefilterd. Vervolgens is de tabel nader uitgedetailleerd op basis van de bevindingen uit de expertsessie en de in hoofdstuk 3 gepresenteerde verkenning van relevante normen en richtlijnen.

Er is onderscheid gemaakt tussen de bouwfase, de gebruiksfase en de slooffase. De gebruiksfase is onderverdeeld in beheer, versterking en calamiteiten.

Alle risico's kunnen afdoende worden beperkt door het nemen van beheersmaatregelen.

5. UITGEWERKTE RISICOBESCHOUWING

5.1. Nader uitgewerkte risico's

De volgende risico's uit bijlage 1 zijn nader gekwantificeerd of behandeld door middel van berekeningen en/of beschouwingen:

- B.2 Analyse van de te verwachten zetting op de steenbestorting bij het IJsselmeertalud ten gevolge van grondverstoring door de HDD-boringen bij de aanlanding Breezanddijk.
- B.3 Daarnaast wordt globaal beschouwd op basis van welke gronden bij de aanleg en aanwezigheid van HDD-boringen gesteld kan worden dat effect op de stabiliteit van het IJsselmeertalud kan worden uitgesloten. Hierbij wordt gelet op het tracé van de boring (diepte onder het talud), de afstand van de in- en uitredepunten van de boring tot het talud, invloed van de verstoring t.g.v. overdruk bij de boorkop en op de invloed van eventuele na-injectie van de horizontaal gestuurde boring t.b.v. zettingscompensatie.
- B.6 Glijvlakberekening uitvoeringssituatie (zonder en met verhoogde tuimeldijk) waarbij de invloed van de ontgraving voor de kabelsleuf op de stabiliteit van de Afsluitdijk wordt bepaald.
- G.2 Er wordt een veiligheidsbeschouwing uitgevoerd voor de HDD-boringen bij Kornwerderzand ten zuiden van de Afsluitdijk. Daarbij zullen de damstabiliteit, de zettingen en het alignement worden beschouwd.
- G.5 Grond-kabelinteractie waarbij grondvervormingen nabij de kabels beschouwd worden. Voor vervormingen t.g.v. maatgevend hoog water zal worden beschouwd in hoeverre de dijk kan 'bewegen' ten opzichte van de kabel als stijf element en of en welk potentieel risico dat voor de dijk oplevert.
- G.9 Temperatureffecten: warmtetransport door bodem en effect op grasmat. De temperatuurontwikkeling rondom de kabels en de invloed op het bodemvochtgehalte worden verkend.
- G.12 Grond-kabelinteractie waarbij grondvervormingen nabij de kabels beschouwd worden. Voor vervormingen t.g.v. de versterking van de Afsluitdijk zal worden beschouwd in hoeverre de dijk kan 'bewegen' ten opzichte van de kabel als stijf element en welk risico dat voor de dijk oplevert.
- G.14 Glijvlakberekening calamiteit. Hierbij wordt de invloed bepaald van een lokale grondverweking ten gevolge van een kortsluiting in de kabel op de stabiliteit van de Afsluitdijk. Hierbij wordt uitgegaan van een worst case scenario met een volledig verzadigde dijk.

5.2. Uitgangspunten

Bij de bovenstaande berekeningen wordt van de onderstaande uitgangspunten uitgegaan:

- De geometrie, bodemopbouw, grondparameters en (grond)waterstanden worden gebaseerd op eerdere schematisaties en recent beschikbaar gekomen grondonderzoek in de Afsluitdijk.
- Voor de versterkte Afsluitdijk wordt ervan uitgegaan dat het binnentalud van de tuimeldijk onder een gelijke helling wordt doorgetrokken tot een niveau van NAP + 10 m, dat de breedte van de nieuwe kruin gelijk wordt aan de breedte van de bestaande tuimeldijk (ca. 2,5 m) en dat het nieuwe buitentalud een helling krijgt gelijk aan het bestaande buitentalud. In die situatie moet rekening worden gehouden met een golfoverslag van 10 l/m/s. Verder wordt aangenomen dat de dijkverbreding wordt uitgevoerd in zand. Voor de grondvervormingen wordt dit als worst case benadering gezien, omdat andere dijkversterkingen tot minder gewichtsverhoging leiden.

- Rijkswaterstaat heeft per e-mail aangegeven dat de toelaatbare zettingen van de Afsluitdijk als gevolg van de aanleg van de kabel "nihil" zijn, onafhankelijk van de locatie in de dijk.
- Het tracé en alignement van de kabels en HDD's wordt gebaseerd op de in hoofdstuk 2 genoemde informatie.
- In verband met de warmteafvoer is een mengsel van zand en leem direct rondom de kabel gebruikelijk. In verband met erosiebestendigheid zal de toplaag van 0,50 – 0,70 m in erosiebestendige klei (klasse 1) worden uitgevoerd.
- De kans op het optreden van een verbinding / sluiting door een interne kabelfout is gepresenteerd in tabel 5.1 (bron: Energy Solutions). Het risico van een externe kabelfout is niet berekend, want in dat geval zal de dijk immers door graafwerkzaamheden al open liggen. De vrijkomende krachten bij externe kabelfouten zijn overigens naar verwachting van de opdrachtgever niet afwijkend van die bij een interne kabelfout.

Tabel 5.1 - Kans op optreden van een interne kabelfout

		Gegevens Cigré 379, Tabel 11, 60-219kV, XLPE
		Faalpercentage per 100km kabelcircuit of 100 componenten per jaar
Interne oorzaak	Kabel	0,027%
	Mof	0,005%
	Eindsluiting	n.v.t.

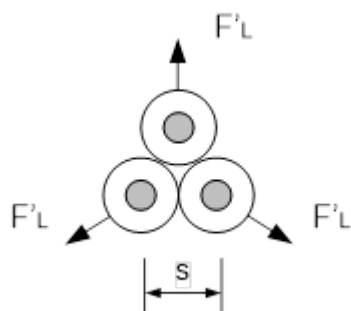
Gegevens exportkabels Windpark Fryslân 110kV

Circuit lengte verbinding	:	2 circuits x 14,07 km = 28,14km
Lengte HDD	:	2 circuits x 0,90 km = 1,8km
Aantal moffen in de dijk	:	2 circuits x 3 x 11 stuks = 66 stuks (kabellengte ca. 1200m)
Storingskans in boring	:	1,8 x (0,00027) = 0,00049 (1 x per 2058 jaar)
Storingskans kabel in Afsluitdijk	:	28,1 x (0,00027) = 0,00760 (1 x per 132 jaar)
Storingskans mof in Afsluitdijk	:	78 x (0,00005) = 0,00390 (1 x per 256 jaar)

Gegevens exportkabels Windpark Fryslân 220kV

Circuit lengte verbinding	:	1 circuits = 14,07 km
Lengte HDD	:	1 circuits = 0,90 km
Aantal moffen in de dijk	:	1 circuits x 3 x 11 stuks = 33 stuks (kabellengte ca. 1200m)

- Mocht er ondanks de kleine kans van optreden toch kortsluiting ontstaan, dan zullen krachten vanuit de kabel in de ondergrond worden opgewerkt. Voor een 110 kV met een 3-tal gebundelde kabels is de kracht 11 kN/m^1 de krachtafdracht is gelijkmatig over de 3 richtingen verdeeld. De situatie van de krachtafdracht is in figuur 5.1.



Figuur 5.1 - Situatie krachtafdracht

Aangezien aanbesteding van de kabels nog niet heeft plaatsgevonden, gezien het stadium van het project, zijn de specificaties van de uiteindelijk aan te leggen kabels nog niet beschikbaar en zijn waar nodig conservatieve aannames gedaan ten aanzien van:

- De buigstijfheid van de elektriciteitskabels
- De diameter van de elektriciteitskabels.
- Eventuele eisen met betrekking tot de uitvoeringsveiligheid, zoals deze in een vergunning worden voorgeschreven.

5.3. Aanlanding elektrakabel Breezanddijk (B.2 en B.3)

Voor aanlanding van de elektrakabels op Breezanddijk zijn meerdere HDD-boringen gepland (zie figuren 2.3 en 2,4). Zorg is geuit dat door het aanbrengen van de elektrakabels zakking kan optreden van bovenliggende grondlagen. Tijdens de workshop is gevraagd om beschouwend het effect op zetting te bepalen door installatie van de elektrakabels. Daarnaast is verzocht de taludstabiliteit te bepalen.

Volgens opgave van Rijkswaterstaat is de zettingseis “nihil” in de primaire waterkering.

Beschouwing van zakking door installatie HDD-boring

Door installatie van de HDD leiding wordt met een ruimer een gat gecreëerd voor de aan te brengen elektrakabel. Deze wordt tijdens het boorproces opgevuld met bentoniet. Dit is voor de zettingsbeschouwing een conservatieve aanname. Wanneer de boring met groutmengels wordt uitgevoerd is samendrukking lager t.o.v. bentoniet.

Op lange termijn kan door samendrukking van het bentoniet een volumeverlies van maximaal 75% optreden. Dit kan leiden tot zakkingen in de lagen boven de boorbuis. In deze beschouwing wordt uitgegaan van een elektrakabel van Ø 240 mm en ruimer van Ø 350 mm. Dat geeft het volgende volumeverlies:

- Volume ruimer = $\frac{1}{4} \pi D^2 = 0,096 \text{ m}^3/\text{m}$, waarin $D = 0,35 \text{ m}$.
- Volume kabel = $\frac{1}{4} \pi D^2 = 0,045 \text{ m}^3/\text{m}$, waarin $D = 0,24 \text{ m}$.
- Volume bentoniet = Volume ruimer - Volume kabel = $0,051 \text{ m}^3/\text{m}$.
- Volumeverlies bentoniet = $75\% \times \text{Volume bentoniet} = 0,038 \text{ m}^3/\text{m}$.

Dit volumeverlies kan bij een geringe diepteligging van de HDD-boring leiden tot beperkte zettingen aan het oppervlak. Uit ervaring van Fugro bij eerdere soortgelijke projecten waarbij analyses zijn gemaakt met Plaxis wordt verwacht dat zakkingen op lange termijn mogelijk zijn tot 10 tot 15 m boven de leiding. Als het tracé van de HDD-boring wordt geïnstalleerd met een diepte van 10 tot 15 m onder de teen, dan zal dit tot nagenoeg geen zakkingen leiden aan het oppervlak. Als de HDD-boring ondieper wordt aangelegd (zoals in de principeschets in figuur 2.4), dan kan door middel van groutinjectie de zettingen tot “nihil” worden gereduceerd.

Beschouwing van stabiliteit door installatie HDD-boring

Als het tracé van de HDD-boring wordt geïnstalleerd met een diepte van 10 tot 15 m onder de teen, dan heeft dit geen nadelig effect op de stabiliteit. Als de HDD-boring ondieper wordt aangelegd, dan kan door middel van groutinjectie de zettingen tot “nihil” worden gereduceerd. Daarnaast kan er tijdens realisatie invloed zijn van verstoring t.g.v. overdruk bij de boorkop. Dit kan leiden tot een iets lagere taludstabiliteit welke echter tijdelijk is.

Er is echter een ruime overmaat aan stabiliteit aanwezig. In het Fugro-rapport van 20 januari 2015 is een stabiliteitsfactor berekend van 1,53 onder maatgevende extreme omstandigheden (zie bijlage 3.1), terwijl er volgens dit rapport moet worden voldaan aan een eis van 1,22. Dit is een overmaat van 25%. De kabels hebben een hart-op-hartafstand van 5 m. Stel dat een 'groutschil' in combinatie met de invloed van de verstoring t.g.v. overdruk bij de boorkop rondom een kabel over een breedte van 1 m leidt tot een reductie van de schuifsterkte langs het maatgevend glijvlak tot nul, dan is de maximale reductie van de stabiliteitsfactor $1 \text{ m} / 5 \text{ m} = 20\%$. In werkelijkheid is de stabiliteit hoger, onder andere omdat grout een schuifsterkte heeft en het glijvlak niet volledig langs de kabel kan lopen. Eventuele stabiliteitsafname leidt derhalve ten allen tijde niet tot een factor lager dan 1,22. De stabiliteit wordt dus niet minder dan de eis.

5.4. Glijvlakberekening uitvoeringsfase (B.6)

Doel stabiliteitsberekening

Indicatieve stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de invloed van twee situaties op de macrostabiliteit van de waterkering: ontgraving met en zonder verhoging van de tuimeldijk. Het effect op veiligheidsfactor door ontgraving onder het bestaande fietspad t.b.v. aanleg van de elektrakabels met de huidige en toekomstige geometrie van de kering (verhoging van de tuimeldijk naar NAP +10 m, met gelijke kruinbreedte) wordt inzichtelijk gemaakt.

Als uitgangspunt voor de berekening, geometrie, bodemopbouw, grondparameter, hydraulische randvoorwaarde, hoogteligging grondwaterstand en partiële veiligheidsfactoren en toetsing stabiliteit is gebruik gemaakt van gegevens uit eerder uitgebrachte rapportage van Fugro, geotechnisch advies en risicoanalyse Effect waterkering ten gevolge van Windpark Fryslân (rapportagenr. 1013-0226-000 d.d. 20-01-2015 (versie 8)).

Geometrie

De geometrie van het dwarsprofiel aan de zijde van de Waddenzee is gebaseerd op de leggerprofielen van de Afsluitdijk. De waterbodempligging aan weerszijden van de Afsluitdijk is gebaseerd op lodingen en waterdiepte kaarten. De geometrie van de verbreding van de Afsluitdijk bij Breezanddijk is gebaseerd op het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN-viewer).

Bodemopbouw

De kern is geschematiseerd met behulp van bestekstekeningen. Voor de bepaling van de verdere grondopbouw zijn meerdere sonderingen beschikbaar. Sondering DKM39 is maatgevend gesteld ten opzichte van de naastgelegen sonderingen.

Van het achterland ter hoogte van Breezanddijk zijn geen grondgegevens beschikbaar. Op basis van de aanlegtekeningen van de uitbreiding van Breezanddijk kan worden aangenomen dat dit uit opgespoten, los gepakt zand bestaat.

Aangenomen is dat de verhoogde tuimeldijk wordt aangevuld met zand.

Grondparameters

De representatieve parameters zijn vastgesteld conform tabel 2b van NEN 9997-1:C1:2012 (nl), de parameters zijn bepaald over de gehele laag en zijn niet specifiek gekoppeld aan een profiel.

De rekenwaarden zijn verkregen door de representatieve waarde van de effectieve cohesie te delen door een materiaalfactor van 1,25 en de tangens van de hoek van inwendige wrijving door een materiaalfactor van 1,2 (conform tabel 5.3.1 van het Addendum uit het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies).

Tabel 5.2 - Rekenwaarden sterkteparameters op basis van tabel 2b van NEN 9997-1:C1:2012 (nl)

Grondlaag	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [°]
Zand dijk	17/19	0,0	25,7
Klei dijk	16/18	0,8	19,0
Zand/wadafzetting zand	17/19	0,0	27,7
Klei/wadafzetting klei	15/15	0,8	16,0
Klei humeus	14/14	0,0	15,0
Opgespoten zand	17/19	0,0	25,0
Veen	12/12	0,0	15,0

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- φ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
- δ = wandwrijvingshoek

Hydraulische randvoorwaarden

Voor de waterstanden zijn de volgende waarden aangehouden:

- Waddenzee:

Bij Breezanddijk is het toetspeil NAP +5,1 m; [Hydraulische Randvoorwaarden 2006];

- IJsselmeer:

De waterstand is NAP -0,4 m (winterpeil) en NAP -0,2 m (zomerpeil).

Voor een situatie met een hoge waterstand aan de IJsselmeerszijde door opstuwing wordt een waterstand van NAP +1,4 m aangehouden. Dit is het toetspeil bij Makkum (Friesland) volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 en komt overeen met een windopzet van 1,6 m ten opzichte van het zomerpeil en 1,8 m ten opzichte van het winterpeil. Dit is naar verwachting conservatief, omdat het water ter plaatse van Makkum extra wordt opgestuwd door de trechtervorm van het IJsselmeer op die locatie in vergelijking met Breezanddijk. Voor een situatie met extreem laagwater wordt gerekend met een waterstand van NAP -1,4 m. Dit komt overeen met een afwaaiing van 1,0 m ten opzichte van winterpeil.

Opgemerkt wordt dat de randvoorwaarden uit VTV2006 en HR2006 zijn aangehouden. Dit zijn formeel toetsrandvoorwaarden voor de huidige situatie en geen ontwerp-randvoorwaarden voor de ontwerpperiode (van bijv. 50 jaar) aangezien de berekeningen betrekking hebben op de tijdelijke effecten tijdens de uitvoeringsfase is dit voor de hand liggend en conform het van toepassing zijnde kader..

Uitgegaan is dat de bouwfase buiten het stormseizoen plaats vindt en om die reden is ook geen rekening gehouden met golfoverslag en is uitgegaan van zomerpeil aan IJsselmeerszijde.

Hoogteligging grondwaterstand

Omdat het grondprofiel voornamelijk uit zand bestaat, opgebracht op een kleilaag, zal de waterstand in het pakket vrij kunnen "nauwen" al naar gelang de buitenwaterstanden op de Waddenzee dan wel IJsselmeer. De waterstand op het IJsselmeer is tot in de kern van de waterkering doorgetrokken (inclusief een opbolling). Vanaf de kern loopt de waterstand op tot aan de waterstand op de Waddenzee.

Toelichting peilen

Veelal mogen werkzaamheden aan de Afsluitdijk enkel uitgevoerd worden buiten het stormseizoen (winterperiode). Het stormseizoen is grofweg tussen de periode van oktober tot april. In de analyses is gerekend met het zomerpeil. De situatie met een hoog peil aan de IJsselmeerszijde is niet maatgevend voor de stabiliteit van de tuimeldijk.

Overig

- Als verkeersbelasting is over een breedte van 2,5 m een ongedraineerde belasting van $13,3 \text{ kN/m}^2$ aangehouden. De belasting is gesitueerd ter plaatse van de kruin van de waterkering of net daarnaast, afhankelijk van welke locatie maatgevend is.
- Voor scenario 1, is bij ontgraving van het fietspad aangenomen dat geen langdurige belasting door bouwverkeer aanwezig is, omdat deze voor dan wel achter de ontgraving is opgesteld.

Toegepaste partiële veiligheidsfactoren

De standzekerheid van een waterkering wordt volgens de vigerende richtlijnen bepaald met een semi-probabilistische methode op basis van partiële veiligheidsfactoren. De volgende partiële veiligheidsfactoren worden onderscheiden:

- de materiaalfactor;
- de modelfactor;
- de schadefactor;
- de schematiseringsfactor.

De materiaalfactor wordt over de sterkte eigenschappen van de grond gezet. Het product van de overige drie factoren bepaalt de minimale stabiliteitsfactor waaraan de waterkering moet voldoen.

De aangehouden eisen ("Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006") die aan de stabiliteitsfactoren zijn gesteld zijn in de VTV terug te vinden. Omdat in het VTV geen materiaalfactoren zijn gedefinieerd voor representatieve grondparameters, zijn de materiaalfactoren gebaseerd op NEN 9997-1:C1:2012 (nl). De gevolgde werkwijze is ook conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies. Het VTV 2006 biedt de mogelijkheid om gebruik te maken van het in 2007 verschenen Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, waarin nieuwe partiële veiligheidsfactoren zijn geïntroduceerd.

Toetsfactor stabiliteit

De modelfactor (γ_d) bedraagt 1,0 (methode Bishop zonder opdrijven);

De schadefactor (γ_n) corrigeert voor de hogere vereiste betrouwbaarheid van een waterkering ten opzichte van de basisbetrouwbaarheid. Conform het Addendum bij het Technisch Rapport Grondconstructies bedraagt de schadefactor in de:

- Uitvoeringsfase (scenario 1)
Gedurende de uitvoeringssituatie, bij gebruik van rekenwaarden, bedraagt de

schadefactor 0,9, mits het waterkerend vermogen niet in gevaar komt. Als een afschuiving wel het waterkerend vermogen in gevaar brengt, dient van een schadefactor (γ_n) van 1,0 te worden uitgegaan;

- Gebruiksfase (scenario 2)
In de gebruiksfase geldt een schadefactor van 1,11 binnenwaarts en 1,05 buitenwaarts;
- Met behulp van gevoeligheidsanalyses en berekeningen is onderbouwd dat een schematiseringsfactor (γ_b) van 1,1 kan worden gehanteerd.

Conform het Addendum bij het Technisch Rapport Grondconstructies is de toetsfactor voor de stabiliteit het product van de modelfactor, de schadefactor en de schematiseringsfactor. De toetsfactor voor de macrostabiliteit bedraagt derhalve:

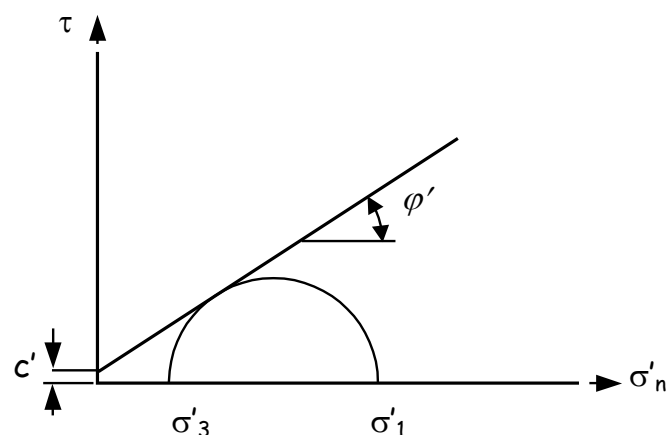
- Uitvoeringsfase, binnen- en buitentalud
Waterkerend vermogen niet in het geding, factor van 0,99 ($1,0 * 0,9 * 1,1$);
Waterkerend vermogen wel in het geding, factor van 1,10 ($1,0 * 1,0 * 1,1$).
- Gebruiksfase
Voor het binnentalud geldt een toetswaarde van 1,22 ($1,11 * 1,0 * 1,1$);
Voor het buitentalud geldt een toetswaarde van 1,16 ($1,05 * 1,0 * 1,1$).

Methode Bishop

De stabiliteit van de waterkering is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop (computerprogramma DGeoStability). Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend. De stabiliteit van het talud is afhankelijk van:

- de sterkte van de grond;
- de hoogte van de dam;
- de waterspanningen in de dam en de ondergrond;
- de taludhelling, inclusief de aanwezigheid van een steunberm;

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volume gewicht en de wrijvingseigenschappen (hoek van inwendige wrijving ϕ' en de cohesie c') worden opgegeven, zie figuur . Deze parameters zijn o.a. bepaald aan de hand van interpretatie van het grond- en laboratoriumonderzoek alsmede aan de hand van ervaring. In de berekeningen zijn rekenwaarden van de grondparameters gebruikt.



Figuur 5.2 - Schuifweerstand

Macrostablieiteit

Een indicatieve bepaling van de macrostablieiteit (bouwfase en gebruiksfase) is berekend voor zowel de tuimeldijk als het talud aan de IJsselmeerzijde van de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk voor de volgende verschillende scenario's:

- Scenario 1: Referentie niveau, geen activiteiten voorzien;
- Scenario 2: De bouwfase situatie, met ontgraving (uitvoeringsfase);
- Scenario 3: De toekomstige situatie met verhoging van tuimeldijk;
- Scenario 4: De toekomstige situatie met verhoging van tuimeldijk, met ontgraving (uitvoeringsfase).

Gelijktijdig optreden van de scenario's tijdens de bouw is niet aan de orde. Het is bijvoorbeeld niet aan de orde dat ten tijde van eventuele ontgraving t.b.v. de aanleg van het trafostation heiwerkzaamheden worden uitgevoerd.

De berekeningsresultaten zijn grafisch gepresenteerd in bijlage 3.2 t/m 3.4 en in tabel 5.3 samengevat.

Tabel 5.3 - Berekende stabiliteitsfactoren scenario's bouwwerkzaamheden (rekenwaarden van de grondparameters)

Scenario	Situatie	Stabiliteitsfactor tuimeldijk [-]	Minimaal vereiste stabiliteitsfactor ¹⁾ [-]
1	Referentie	1,29	1,22
2	Huidige geometrie i.c.m. ontgraving	1,29	1,10
3	Verhoging tuimeldijk	1,26	1,22
4	Verhoging tuimeldijk i.c.m. ontgraving	1,26	1,10

1) Minimaal vereiste stabiliteitsfactor, binnentalud (tuimeldijk), gebruiksfase dan wel uitvoeringsfase

Uit deze indicatieve berekeningen volgt dat de macrostablieiteit van de waterkering slechts in beperkte mate afneemt door verhoging van de tuimeldijk en dat de ontgraving van de sleuf voor het kabeltracé een verwaarloosbaar effect heeft op de stabiliteit. Aan de gestelde stabiliteitseisen wordt voldaan.

Ontgraving t.b.v. lasput / doorkoppeling elektrakabels

Voor aansluiting van de elektrakabels dient deze, afhankelijk van de haspellingte, onderling gekoppeld te worden. Voor het maken van een dergelijke volledige las rondom de kabels is werkruimte onder de kabel nodig. Dit heeft tot gevolg dat de ontgravingen lokaal beperkt dieper uitgevoerd worden.

Gezien het feit dat deze ontgraving, ook wel lasput genoemd, een tijdelijk en beperkt (qua afmeting) karakter heeft in combinatie met grote onderlinge afstand, is geen aanleiding te verwachten dat het een significant negatief effect heeft op de macrostablieiteit van de Afsluitdijk.

5.5. Krusing locatie Kornwerderzand (G.2)

Een veiligheidsbeschouwing is uitgevoerd voor de HDD-boring bij Kornwerderzand ten zuiden van de Afsluitdijk. Daarbij zijn de damstablieiteit, de zettingen en het alignement

beschouwd. De door Rijkswaterstaat toelaatbare zettingen ten gevolge van de realisatie van de HDD-boring zijn “nihil”.

Korte inleiding

Het sluizencomplex bij Kornwerderzand wordt gepasseerd met twee horizontaal gestuurde boringen (HDD). De voorziene start- en eindlocaties van de HDD's zijn in het achterland van de kering gelegen (zie figuur 2.7), de waterkering wordt derhalve niet gekruist.



Figuur 5.3 - Situatie Kornwerderzand, foto in zuidelijke richting, met achtergrond sluis, beoogde locatie HDD-boring

Blowout

De kans op een blow-out dient voldoende klein te zijn. Uitgangspunt is dat de HDD in de definitieve fase wordt ontworpen volgens NEN 3650-1 en NEN 3651 en dat de kans op een blow-out derhalve voldoende klein is.

Zettingsvloeiing

Er is gecontroleerd of de realisatie van de leidingkruising kan leiden tot zettingsvloeiing. Een zettingsvloeiing treedt op indien bij een toename van de schuifspanning in een losgepakte zandlaag een dusdanige wateroverspanning ontstaat dat verweking van het materiaal optreedt. Een zettingsvloeiing kan alleen optreden indien sprake is van een losgepakte zandlaag met voldoende dikte (> ca. 3 m) en een voldoende steil onderwatertalud. Daarnaast moet er sprake zijn van een initiatie. Twee aspecten zouden in dit geval kunnen leiden tot een initiatie voor zettingsvloeiing:

- trillingen in de ondergrond ten gevolge van de uitvoering van de HDD;
- ontspanning in de ondergrond ten gevolge van de HDD door tijdsafhankelijke samendrukking van het bentoniet.

Bij een flauw onderwatertalud kan zettingsvloeiing sowieso worden uitgesloten. De helling van het onderwatertalud kan echter niet worden beoordeeld, omdat daarover geen gegevens bekend zijn.

De relatieve dichtheid is een maat voor de pakking van zand. Indien de relatieve dichtheid (R_e) hoger is dan 65% is sprake van vast gepakt zand en is zettingsvloeiing niet aan de orde. Aan de hand van archiefsondering sondering, DKMP1 (bron: Fugro-project G-7043, t.p.v. KM97.000 langs A7) is de relatieve dichtheid van de zandlagen bepaald, zie bijlage 2.

Hierbij is de relatieve dichtheid bepaald volgens Baldi. Een overzicht van de relatieve dichtheid en verwekingsgevoeligheid van de aanwezige zandlagen is weergegeven in 5.4.

Tabel 5.4 - Overzicht relatieve dichtheid zandlagen op basis van sondering DKMP1, G-7043

Bovenkant laag [m NAP]	Onderkant laag [m NAP]	Dikte laag [m]	Gemiddelde R _e [%]	Zettingsvloeiingsgevoelig
+6,8	-1,0	7,8	20	ja
-1,0	-3,5	2,5	55	ja
-3,5	-7,5	4,0	65	nee
-7,5	-8,5	1,0	35	nee
-8,5	-11,0	2,5	70	nee
-12,0	-14,0	2,0	70	nee

Uit de bepaling van de relatieve dichtheid blijkt dat er tussen NAP +6,8 en -3,5 m verwekingsgevoelige lagen aanwezig zijn. Er is één sondering beschouwd en er is dus niet verkend hoe dit varieert voor andere locaties. Als de onderkant van de HDD-boringen op minimaal 15 m onder de verwekingsgevoelige lagen ligt, kan initiatie van zettingsvloeiing bij deze lagen worden uitgesloten.

Risico op zakking van objecten

Door installatie van de HDD-boring wordt een bentonietmengsel als boorvloeistof toegepast. Op lange termijn kan bentoniet tot inklinking leiden en tot zakkingen van het direct omliggende grondlichaam. Dit kan leiden tot zakking van objecten. Er is sprake van de volgende interacties met objecten:

- De HDD-boringen gaan aan beide zijden van het sluiskanaal langs bebouwing. Het is niet bekend hoe de bebouwing is gefundeerd. Bij het detailontwerp dient dit te worden geverifieerd teneinde de HDD-boring voldoende diep te leggen om zakking bij bebouwing te voorkomen, indien de kabel hier dichtbij komt. Verder wordt aanbevolen om door middel van een bouwkundige vooropname de toestand van de bebouwing vast te leggen en met meetpunten te verifiëren dat de vervormingen beperkt zijn
- De HDD-boring gaat onder steigers, geleidewerken en meerpalen in het sluiskanaal door. Bij het detailontwerp dient de HDD leiding voldoende diep te worden gelegd..
- Verondersteld wordt dat het sluizencomplex op palen gefundeerd is. Zakking kan enkel optreden wanneer de HDD-boring binnen het beïnvloedingsgebied ligt van deze paalfundatie. De kans op zakking is zeer beperkt gezien de afstand tussen HDD-boring en het sluizencomplex (ca. 100 m). Daarom wordt niet verwacht dat daar zakkingen zullen gaan optreden.

Risico op damwandstabiliteit

Onder andere rondom de sluiskolk zijn damwanden aanwezig. Door installatie van HDD-boring in de passieve zone dan wel het beïnvloedingsgebied van de plankpunt van de damwandconstructie kan deze een negatief effect hebben op de damwandstabiliteit. Door het tracé van de HDD-boring buiten de beïnvloedingsgebied te laten lopen, is geen risico op verminderde damwandstabiliteit. Bij de nadere invulling van het tracé wordt dit in detail uitgewerkt.

Alignement van HDD-boring

Bij voldoende afstand tussen het tracé van de HDD-boring en bestaande constructies (brug, sluizencomplex, damwand en waterkering) is geen aanleiding een risico op zakking dan wel negatief effect voor de faalkans te verwachten. Uit eerdere berekeningen van voorliggende rapportage is geconcludeerd dat wanneer een afstand van globaal 15 á 20 m wordt aangehouden dit geen negatief effect heeft.

Vooralsnog wordt het huidige tracé mogelijk geacht, mits voldoende afstand is tussen HDD-boring en bestaande constructie (incl. damwand en paalfundering). In een later stadium wordt het definitieve ontwerp nader uitgewerkt te worden en kan de interactie met bestaande constructies worden geverifieerd op voorgaande conclusie..

In- en uittredepunt HDD-boring

Bij het in- en uittredepunt van de HDD-boring zal tijdens uitvoering mogelijk een kleine ontgraving moeten plaatsvinden. Op basis van het definitieve uitvoeringsplan zal moeten worden gecontroleerd dat deze ontgraving niet gepaard gaat met instabiliteit of opdrijven. De kans op aantasting van de damstabiliteit wordt zeer gering geacht, omdat de locaties van het in- en uittredepunt in het achterland op ruime afstand van het damtalud liggen. Bovendien kan, indien nodig, eenvoudig met grondkerende schermen een stabielere situatie worden gecreëerd.

Vismigratierivier

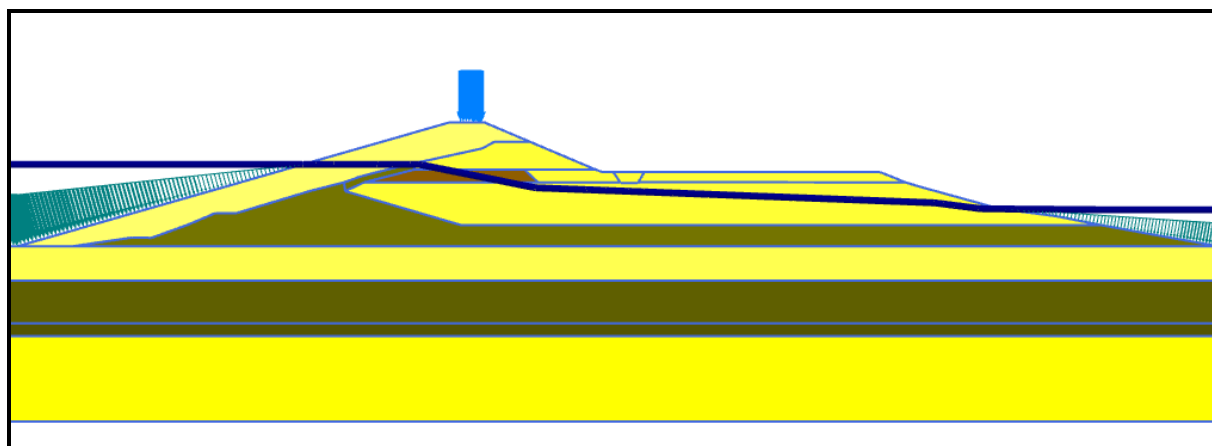
Nabij de locatie Kornwerderzand zal in de toekomst een vismigratierivier worden aangelegd. Op dit moment is het definitieve ontwerp van deze rivier nog niet beschikbaar. Bij de werkzaamheden voor Windpark Fryslân zal te zijner tijd rekening gehouden worden met deze activiteiten. Gezien de locatie van de boringen en de ligging van de vismigratierivier is echter geen onderlinge beïnvloeding te verwachten. Invloed op de stabiliteit van de waterkering is niet aan de orde.

Overige

In het definitieve ontwerp van de HDD-boring dient de gebruikelijke detaillering nog plaats te vinden. Hierbij komt onder andere zoals gebruikelijk de boordruk en het risico op blow-out aan de orde, conform de daartoe geldende richtlijnen waardoor hiervan geen relevante risico's zijn te verwachten.

5.6. Grond-kabelinteractie (G.5 en G.12)

Er kunnen vervormingen optreden in de Afsluitdijk tijdens het optreden van hoog water en door verhoging van de tuimeldijk. Er treedt dan zogenaamde liggerwerking op, omdat de kabel als stijf element fungeert in een 'bewegende' dijk. Hoe groter deze deformaties zijn en hoe korter de afstand is waarover ze optreden, hoe hoger de spanningen zijn in de kabels.



Figuur 5.4 – Doorsnede Afsluitdijk in Plaxisschematisatie met hoogwater in Waddenzee

Met behulp van het eindige elementen model Plaxis is berekend hoe groot de vervormingen in de dam kunnen zijn bij twee scenario's:

1. Maatgevend hoog water tegen de dijk.
2. Maximale verhoging van de tuimeldijk.

Er is een representatief profiel van de Afsluitdijk gekozen. De grondparameters zijn geschematiseerd aan de hand van representatieve sonderingen. Uit de gemeten conusweerstand zijn door middel van correlaties stijfheden bepaald. Er is gerekend met het Hardening Soil Model. Voor achtergronden van de Plaxisberekening wordt verwezen naar bijlage 4.

Uit de berekening blijkt dat de verhoging van de tuimeldijk maatgevend is voor de grondvervormingen bij de kabels. Dit vormt een bovengrensbepaling, omdat de uitgangspunten voor de verhoging conservatief zijn gekozen. Er worden vervormingen berekend bij de kabels ten gevolge van de verhoging van de tuimeldijk van circa 0,03 m. De onzekerheid van deze prognose bedraagt +/- 30%. Bij het ontwerp van kabels is het niet ongebruikelijk dat met dit soort vervormingen rekening wordt gehouden.

Benadrukt wordt dat in het definitief ontwerp van de kabel conform NEN 3650 alle mogelijke vervormingen van de kabel moeten worden beschouwd. Daaronder vallen ook uitvoeringszettingen en vervormingen van de kabel in dwars- en lengterichting door thermische uitzetting. Deze zaken zijn echter niet specifiek voor een dijk.

Aangezien met de bepaalde maximale vervorming in het ontwerp van de kabel rekening kan worden gehouden, hoeft bij de veiligheidsbeschouwing van de dijk geen rekening te worden gehouden met een verhoogde faalkans van de kabel.

5.7. Temperatuur-effecten (G.9)

Samenvatting

De sterkte van de grasmat van de dijk is mede bepalend voor de erosiebestendigheid van de kering bij golfoverslag. In de expertsessie is de vraag naar voren gekomen of de warmte die door de hoogspanningsleiding wordt gegenereerd een nadelig effect kan hebben op de kwaliteit van de grasmat. Deze risicofactor wordt in de onderstaande tekst nader omschreven en beoordeeld.

De sterkte van het wortelstelsel van vegetatie zoals gras is optimaal zolang er permanent lengtegroei (verjonging) plaats vindt van wortels. Stilstand van wortelgroei is niet normaal en eindigt uiteindelijk in verzwakking en sterfte. Veranderingen van standplaatseigenschappen zoals bodemtemperatuur dragen soms bij aan verbetering van groeisnelheid en soms juist niet. Voor de grasmat boven de begraven hoogspanningsleiding is sprake van de volgende veranderingen:

- bodemtemperatuur door warmtelevering van kabels (permanent)
- capillaire nalevering en infiltratie veranderen door aanwezigheid van PE beschermplaat en door verandering van profielopbouw door kabelsleuf (permanent)
- organische stofgehalte (tijdelijk)
- beschikbaarheid van nutriënten (tijdelijk)
- structuur (tijdelijk)
- bodemleven (tijdelijk)

Een deel van deze veranderingen zullen na enkele jaren niet meer meetbaar zijn. Of de veranderingen leiden tot gewasgroei-limiterende omstandigheden hangt af van toevalligheden zoals het weer in de periode direct na de werkzaamheden. Zelfs bij compleet hergebruik van het bestaande dijkmateriaal zullen verschillen ontstaan met de omgeving waarvan de expressie in termen van wortelgroei niet voorspelbaar is. In de eerste risico-inventarisatie is de verandering van de bodemtemperatuur aangemerkt als factor die nader moet worden bestudeerd. Omdat bodemtemperatuur inhaakt op de balans van water en energie aan het oppervlak is ook de invloed van de PE beschermplaat van belang. In de onderhavige rapportage is een kwalitatieve benadering gevolgd.

Conclusie

De sterkte van een grasmat is afhankelijk van diverse factoren. De factor “toevoeging van warmte” leidt onvermijdelijk tot een langer groeiseizoen en een toename van de intensiteit, lengte en frequentie van perioden met grote gewastranspiratie. Indien onvoldoende bodemwater aanwezig is, leidt extra bodemwarmte tot toename van verdroging. Gezien het lage vermogen van de warmtelevering, de gedempte luchttemperatuur in waterrijke omgeving, de relatief hoge luchtvochtigheid en de relatief gunstige expositie van de dijk ten opzichte van de zon is het zeer de vraag of de verdroging in de huidige/historische situatie überhaupt optreedt. Andere factoren zoals de grassoort spelen een ondergeschikte rol.

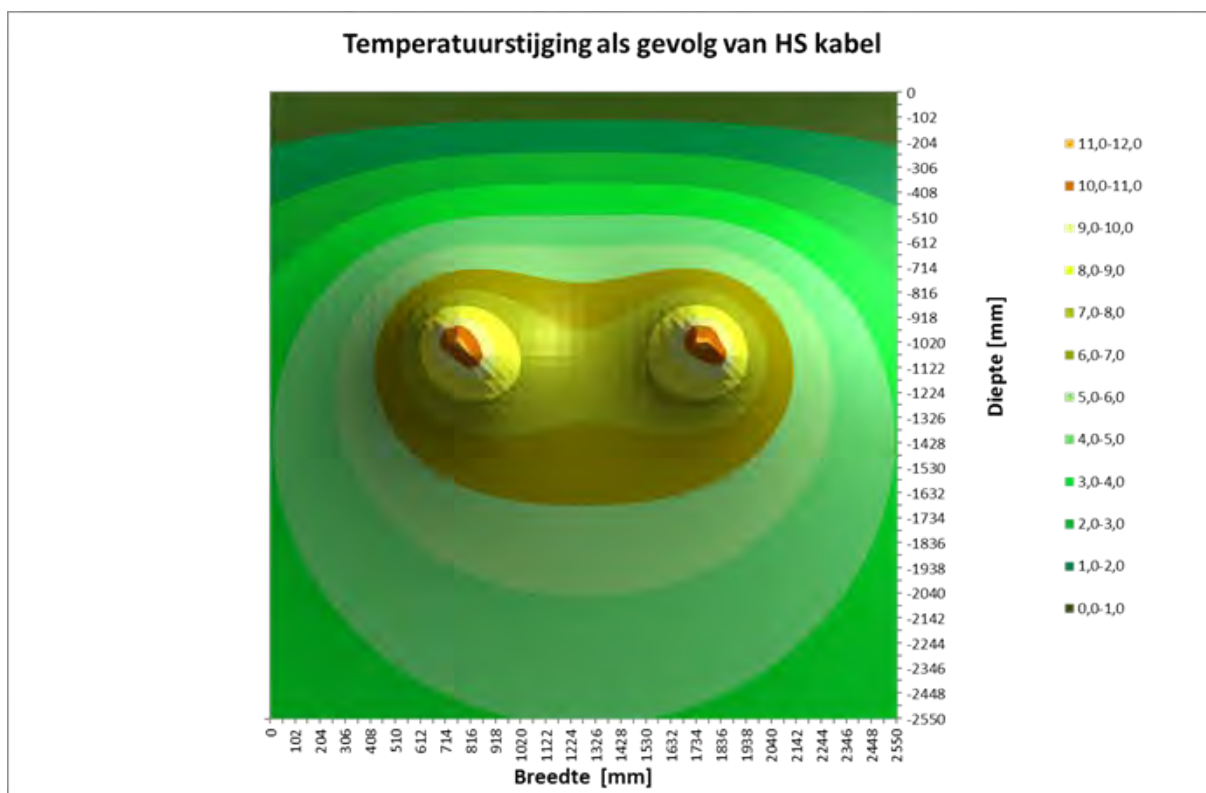
Aanbeveling

Met de opbouw van een gedetailleerd warmtetransportmodel, met daarin een representatief beeld van de kabelomgeving, kan worden onderzocht hoe de profielwaterbalans zich ontwikkelt. Daardoor kan meer informatie worden verschaft over de mate waarin droogtestress toeneemt door kabelwarmte. Gezien het lage thermische vermogen van de kabel in vergelijking met de andere termen in de oppervlakte energiebalans (zoningstraling en neerslag), verwachten wij geen meetbare invloed. De modellering van bovengenoemde factoren vereist een gekoppeld gewas-bodem-water model zoals dat gebruikt wordt in detailstudies voor klimaatmodellen. Een dergelijke aanpak zal hand in hand moeten gaan met veldvalidatie (met en zonder kabel) omdat de micro-meteorologische omstandigheden op de dijk sterk afwijken van die van normale grasproductie-omstandigheden. Dergelijk onderzoek vraagt aanzienlijke inspanningen en gezien de toevalligheid van zomerse omstandigheden kan pas na enkele jaren observeren een kwantitatieve uitspraak over de frequentieverdeling van droogteschade toename worden gedaan, al kan additionele bijdrage aan uitdroging nooit volledig worden uitgesloten, ook niet met verfijnde dynamische simulaties.

Hierna worden de verschillende elementen van een potentieel effect die ten grondslag liggen aan deze conclusie toegelicht.

Stationair warmteveld

Temperatuurverhoging De stationaire warmtelevering van 28W per meter kabel leidt tot een manteltemperatuur van 27,5°C. Bij normale waarden van warmtecapaciteit en warmtegeleidingseigenschappen van de bodem leidt dit tot een stationaire temperatuurverhoging van enkele graden op de diepte van de wortelzone van de grasmat (overgenomen uit onderstaand figuur met berekeningsresultaat van een verticaal dwarsdoorsnedemodel Energy Solutions, 2015).



Figuur 5.5 - Stationaire of beperkte tijd-warmteverdeling van de beide kabelgroepen bij maaiveldtemperatuur van 15C en een thermisch vermogen van 28 W/m kabel, Ensol 2015.

Het modelresultaat laat zien dat de isothermen boven de kabels dichter bij elkaar liggen dan die onder de kabels. Omdat de bovenrandtemperatuur is vastgesteld en de grootte van het modeldomein niet bekend is, is het onzeker welk deel van de warmte boven de kabels naar het maaiveld stroomt. Deze verhouding (omhoog/omlaag) en de afstand waarover de warmte wordt verspreid is bepalend voor de invloed op de waterbalans (neerslag/verdamping) boven en naast de kabel. Hieronder volgt een kort rekenvoorbeeld over de extra verdamping door extra bodemwarmte.

Verdampingstoename

1 mm neerslag vertegenwoordigt een hoeveelheid verdampingsenergie van 2250KJoule per m^2 . Stel dat 1/3 deel van het totale vermogen van 28 W van 3 kabels de bovengrond opwarmt; dan duurt het $2250.000J/28 = 80.000$ seconden ofwel 22 uur voordat 1 mm water verdampt is. Per strekkende meter kabel kan in 22 uur dus 1 mm neerslag verdampen tot op een afstand van 0,5 m, of minder naar mate die warmtestroom over een grotere afstand verdeeld wordt.

Uitgaande van een effectieve “werkende breedte” van het warmtefluxveld van 2 m aan weerszijden zal de verdamping op jaarbasis ten koste gaan van toenemen met 335 mm, te verdelen over $4 m^2$ is dat >10% van de totale neerslag.

Conclusie 1: als kabelwarmte doordringt tot het oppervlak zal deze leiden tot een toename van het *aantal dagen met droogtestress voor de grasmat*, zelfs als die warmte over een grote afstand wordt verdeeld.

Conclusie 2: de verdeling van de warmteflux rondom de kabel (meer of minder dan 1/3 deel van het totaal) is dus een dominante factor voor de bijdrage van de warmte aan de waterbalans.

Droogte

Indien de bodemtemperatuur ondiep werkelijk wordt verhoogd in toch al droge perioden gaat de extra verdamping ten koste van de bodemvochtvoorraad. Die vochtvoorraad bevindt zich in het kleiige deel van het bodemprofiel. De situatie is vergelijkbaar met continentale hangwaterprofielen (grondwatervoorraad buiten bereik van capillaire nalevering). Vanuit deze invalshoek is de opbouw van de dijk ongunstig aangezien het gras zich meters boven de freatische lijn bevindt en de dijk binnendijs is opgebouwd als een goed drainerend systeem. Het gras kan voor wortelgroei en bladkoeling niet rekenen op water via capillaire nalevering vanuit het grondwater. Neerslag en run-off van hoger gelegen oppervlak vult de kleilaag af en toe aan.

Ongeveer 25% v/v van het bodemvolume is als bodemvocht beschikbaar voor transpiratie van het gras. Uitgaande van een kleilaagdikte van 0,5 m is daarmee 150 mm water beschikbaar om droogteperioden te overleven. Evapotranspiratie kan op een zomerdag oplopen tot 7 mm per dag waardoor de voorraad na enkele weken is uitgeput. Capillaire nalevering vanuit diepere lagen is vrijwel uitgesloten. Om hierover kwantitatieve uitspraken te kunnen doen is meer informatie nodig over kleisamenstelling en beworteling en normale evapotranspiratie op deze dijk.

Verlenging groeiseizoen

Verhoging van de bodemtemperatuurverhoging leidt tot een verlenging van het groeiseizoen en tot een sterkere wortelmat zolang voldoende bodemvocht beschikbaar is. Een weelderiger bladgroei leidt ook tot een grotere blad-oppervlakindex waardoor potentiële transpiratie toeneemt. Mogelijk ontstaat daardoor een negatieve feedback op de overlevingskansen van gras in de perioden met droogtestress. Ook kan het zijn dat gras minder diep wortelt in warmere bodem. Omzettingsprocessen (nutriëntenvoorziening) en bodemleven (bodemaeratie) kan een gunstig effect hebben op gewasgroei omstandigheden.

Werkende breedte warmtefluxveld

In werkelijkheid zal die effectieve breedte van het warmteveld meerdere meters bedragen, te zien aan de simulatie. De gesimuleerde temperatuurverdeling is echter het resultaat van een constante warmtebron, constante temperatuur-randvoorwaarden en homogene bodemeigenschappen.

Ligging onder/naast fietspad

Het fietspad vormt een complicerende warmtebron in de zomer. Net op het moment dat droogtestress optreedt, is het fietspad een zonnecollector en zorgt voor een extra toename van de temperatuur van de atmosferische grenslaag. Dat kan negatieve effecten hebben op de overlevingskansen van gras. Een toename van de zeer beperkte kabelwarmteflux aan deze piektemperaturen is niet waarschijnlijk. Het vermogen van zoninstraling is immers 3000W per strekkende meter fietspad, en daarmee vergeleken is het thermisch vermogen van de kabels dat naar boven wordt afgevoerd nihil.

Detaileringsmogelijkheden voor simulatie

Voor een kwantitatieve analyse van de bovengenoemde factoren om te komen tot de kansverdeling van de grassterfte en de toename door kabelwarmte is een simulatie nodig waarin minimaal de volgende zaken dynamisch worden gekoppeld :

- gewasgroei
- verdeling van zoetwater over het dijkprofiel
- verdeling van bodemeigenschappen
 - a. overzadigde waterdoorlatendheid (K-h)
 - b. retentiekarakteristiek (pF)
 - c. thermische eigenschappen (Capaciteit en thermisch geleidingsvermogen)
- warmtebron

Daarnaast is uit de eerdere paragrafen benadrukt dat de oriëntatie, dijkvorm, kabelposities en het materiaalgebruik mogelijk zeer belangrijk zijn. Voor een simulatie is daarom minimaal een 2D dwarsdoorsnede nodig.

Verschillen in thermische geleidbaarheid en de verdeling daarvan over de omgeving van de kabels bepalen de verdeling van warmte in de ondergrond en daardoor de blootstelling van de wortelzone aan temperatuurverhogingen. De verschillen zijn groot, enkele ordegrottes, denk aan de droge klei met verticale en horizontale krimp-scheuren op zand, verdichtingsverschillen tussen sleufvulling en ondergrond (zand), asfalt en de daaronder gelegen wegcunetmaterialen. Hoe lang het duurt voordat sterfte optreedt na ingang van een droogtesituatie hangt ook af van de initiële warmteverdeling.

Detailering van het model door naast bodem en kabel ook het asfalt en de PE beschermplaat op te nemen in het model als die zich uitstrekt buiten het wegprofiel. Immers als meer warmte in de diepe ondergrond wordt afgevoerd neemt de temperatuur van de wortelzone naar verhouding *minder en langzamer toe* dan blijkt uit de modelsimulatie van Energy Solutions.

Conclusie/verwachting: De simulatie van Energy Solutions is conservatief vanuit het oogpunt van schade aan de sterkte van de grasmat. Aanscherping van het model door verlaging van het thermische geleidingsvermogen van de bovengrond zal opleveren dat de verhouding tussen warmteafdracht naar maaiveld en naar diepere lagen sterk afneemt. Uitdroging van de grond in de zomer heeft daardoor vermoedelijk een gunstige feedback omdat het leidt tot afname van de invloed van kabelwarmte op de grasmat. De extra verdamping zal mogelijk later alsnog optreden omdat de bodemwarmtevoorraad zal worden vereffend. Verschuiven in de tijd of in de ruimte is gunstig, tenzij neerslag langdurig uitblijft.

Dynamische aspecten De detailering van een warmtetransportmodel kan verder doorgevoerd worden door tijd-variabelen toe te voegen. Immers een groot deel van de uitgangspunten zijn seizoensgebonden en de thermische eigenschappen zijn sterk seizoensgebonden via neerslag en zoninstraling. Dynamische simulaties hebben pas zin als uit de onderstaande variabelen (de lijst is mogelijk niet uitputtend) een maatgevende situatie kan worden afgeleid en de daaraan ten grondslag liggende kans en frequentieverdeling kan worden vastgesteld.

Voor het verdrogingsscenario zijn de volgende dynamische kenmerken en invloeden mogelijk significant:

- Thermisch piekvermogen van de kabel in de winter, maatgevend vermogen in de zomer.

- Winters neerslagoverschot, run-off verdeling over de dijk, en zomers tekort.
- Beperking van verticale waterbewegingen door de aanwezigheid van de PE beschermplaat is alleen relevant wanneer die zich buiten het wegprofiel bevindt en is daarmee afhankelijk van de breedte van de plaat.
- De dijk is Noord-Oost gericht waardoor de stralingsintensiteit gedurende de ochtenduren maximaal is. Dit is gunstig vanuit het oogpunt van verdroging van de grasmatten. In de ochtenduren wordt immers de nachtelijke voorraad dauw verdampt. In de uren dat de stralingsintensiteit maximaal is, heeft de zon een gunstiger invalshoek bereikt.
- Bij een dijk in zee kan worden verondersteld dat natriumchloride in de wortelzone aanwezig is. Daardoor kan het gras iets verdrogingsgevoeliger zijn dan in vergelijkbare situaties op het vaste land.

Voor mechanische schade aan de dijkbekleding en wortelstelsel via thermische expansie of zwel en krimpgedrag zijn de volgende dynamische kenmerken relevant:

- Evapotranspiratie waardoor mogelijk diepe krimpscheuren ontstaan. Alle klei vertoont krimp bij afname van het watergehalte. Iedere temperatuurstijging door kabelwarmte leidt dus naar rato tot krimp. De zwel en krimpeigenschappen van de klei in de dijkbekleding zijn een standaard specificatie en bekend bij de dijkbeheerder.

Temperatuurverschillen leiden tot thermische expansie. Deze valt echter in het niet bij de zwel- en krimpgedrag van de kleiige bovengrond.

5.8. Glijvlakberekening calamiteit (G.14)

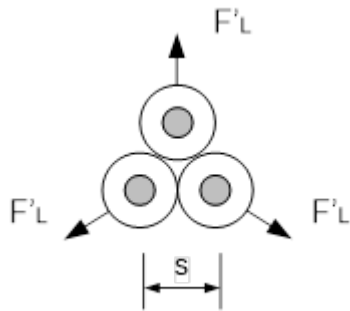
Doel stabiliteitsberekening

Indicatieve stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de invloed van kortsluiting in de elektrakabels op de macrostabiliteit van de waterkering. Het effect op veiligheidsfactor door de optredende belasting onder of naast het bestaande fietspad t.b.v. aanleg van de elektrakabels met de huidige en toekomstige geometrie (verhoging van de tuimeldijk naar NAP +10 m, met gelijke kruinbreedte) wordt inzichtelijk gemaakt. Tevens wordt in de gevoeligheidsanalyse een verzadigde dijk beschouwd, wanneer kortsluiting gelijktijdig met de bijzondere belasting van golfoverslag optreedt.

Kortsluitingsbelasting (aangeleverd door opdrachtgever)

De kabels onder het fietspad bestaan uit een drietal gecombineerde / gebundelde kabels zoals ook in het overleg op 11 februari 2015 is aangegeven. In hetzelfde overleg is eveneens aangegeven dat voortdurende kortsluiting en daarmee vrijkomen van krachten vrijwel uitgesloten wordt, omdat het gebruik van differentiaal materiaal ervoor zorgt dat de spanning meteen wordt afgesloten. In tabel 5.1 is aangegeven dat de kansen op optreden van een interne kabelfout zeer klein zijn.

Mocht onverhoopt toch kortsluiting ontstaan dan zullen krachten vanuit de kabel in de ondergrond worden opgewerkt. Voor een 110 kV met een 3-tal gebundelde kabels is de kracht 11 kN/m^1 de krachtafdracht is gelijkmatig over de 3 richtingen verdeeld volgens opgave van Ventolines van 21 april 2015. De situatie van de krachtafdracht is getekend in figuur 5.6.



Figuur 5.6 - Krachtafdracht elektrakabels (3-tal kabels, gebundeld)

Uitgangspunt berekening

Als uitgangspunt voor de berekening, geometrie, bodemopbouw, grondparameter, hydraulische randvoorwaarde, hoogteligging grondwaterstand en partiële veiligheidsfactoren en toetsing stabiliteit is gebruik gemaakt van gegevens uit eerder uitgebrachte rapportage van Fugro, geotechnisch advies en risicoanalyse Effect waterkering ten gevolge van Windpark Fryslân (rapportagenr. 1013-0226-000 d.d. 20-01-2016 (versie 8)).

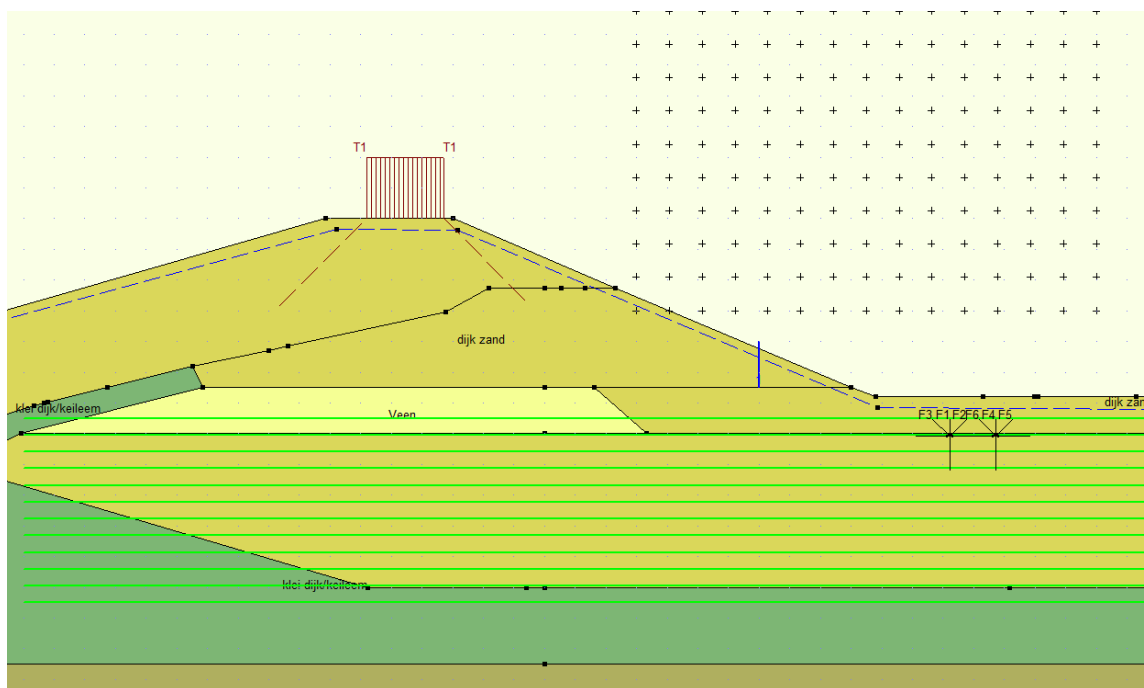
Voor de uitgangspunten is verder gebruik gemaakt van gegevens uit paragraaf 5.4.

Macrostabieliteit

Een indicatieve bepaling van de macrostabieliteit (in gebruiksfase) is berekend voor de tuimeldijk van de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk voor de volgende verschillende scenario's:

- Scenario 1.0: Referentie niveau (huidige geometrie), geen activiteiten voorzien;
- Scenario 1.1: Huidige geometrie, met kortsluiting;
- Scenario 1.2: Huidige geometrie, met kortsluiting en golfoverslag (dijk verzadigd);
- Scenario 1.3: Huidige geometrie, met golfoverslag (dijk verzadigd);
- Scenario 2.0: Toekomstige geometrie, verhoogde tuimeldijk naar NAP +10,0 m;
- Scenario 2.1: Toekomstige geometrie, met kortsluiting;
- Scenario 2.2: Toekomstige geometrie, met kortsluiting en golfoverslag (dijk verzadigd);
- Scenario 2.3: Toekomstige geometrie, met golfoverslag (dijk verzadigd).

De berekeningsresultaten zijn grafisch gepresenteerd in bijlagen 3.5 t/m 3.7 en in tabel 5.5 samengevat.



Figuur 5.7 – Schematisatie ‘worst case’ scenario 2.2 met verzadigde dijk, verkeersbelasting en meervoudige kortsluiting

De kortsluiting is geschematiseerd als krachten, waarbij er conservatief vanuit is gegaan dat kortsluiting in alle kabels tegelijkertijd optreedt en alleen de krachten optreden die ongunstig werken op de evenwicht van het glijvlak. Verder is aangenomen dat er, ondanks de zeer hoge golfoverslag en het ontbreken van een weg, zwaar verkeer over de kruin van de dijk rijdt. Bij hoge golfoverslag is met een nagenoeg verzadigde dijk gerekend.

Tabel 5.5 - Berekende stabiliteitsfactoren scenario's kortsluiting (rekenwaarden van de grondparameters)

Scenario	Situatie	Stabiliteitsfactor tuimeldijk [-]	Minimaal vereiste stabiliteitsfactor ¹⁾ [-]
1.0	Referentie	1,29	1,22
1.1	Huidige geometrie i.c.m. kortsluiting	1,29	1,22
1.2	“, i.c.m. kortsluiting en golfoverslag	0,69	1,22
1.3	“, i.c.m. golfoverslag	0,69	1,22
2.0	Referentie (verhoogde tuimeldijk)	1,26	1,22
2.1	Verhoging tuimeldijk i.c.m. kortsluiting	1,26	1,22
2.2	“, i.c.m. kortsluiting en golfoverslag	0,67	1,22
2.3	“, i.c.m. golfoverslag	0,67	1,22

1) Minimaal vereiste stabiliteitsfactor, binnentalud (tuimeldijk), gebruiksfase

Uit de berekeningen komt naar voren dat de berekende stabiliteitsfactor van de dijk niet verandert door het optreden van kortsluiting voor zowel de huidige geometrie (scenario's 1.1 en 1.2) of de toekomstige (scenario's 2.1 en 2.2) ten opzichte van de situaties zonder kortsluiting. Voor de kabel is van belang dat voor elk scenario de stabiliteit met of zonder kortsluiting even groot is. De invloed van kortsluiting op de stabiliteit is dus verwaarloosbaar klein.

Opvallend is dat de berekende stabiliteitsfactor bij maatgevend hoog water ruimschoots niet voldoet aan de eis (ongeacht de aanwezigheid van de kabel en het optreden van kortsluiting). Dit komt doordat in de berekeningen conservatief is aangenomen dat de Afsluitdijk geheel 'verweekt' tijdens maatgevend hoog water door een hoog golfoverslag-debiet. Dit is gedaan door de freatische grondwaterstand bijna gelijk te kiezen aan het damprofiel. In werkelijkheid zal de stabiliteit hoger zijn. Optimalisatie van deze berekening en het onderliggende damversterkingsontwerp is echter niet relevant voor de scope van dit onderzoek.

5.9. Conclusies n.a.v. resultaten kwantitatieve analyse

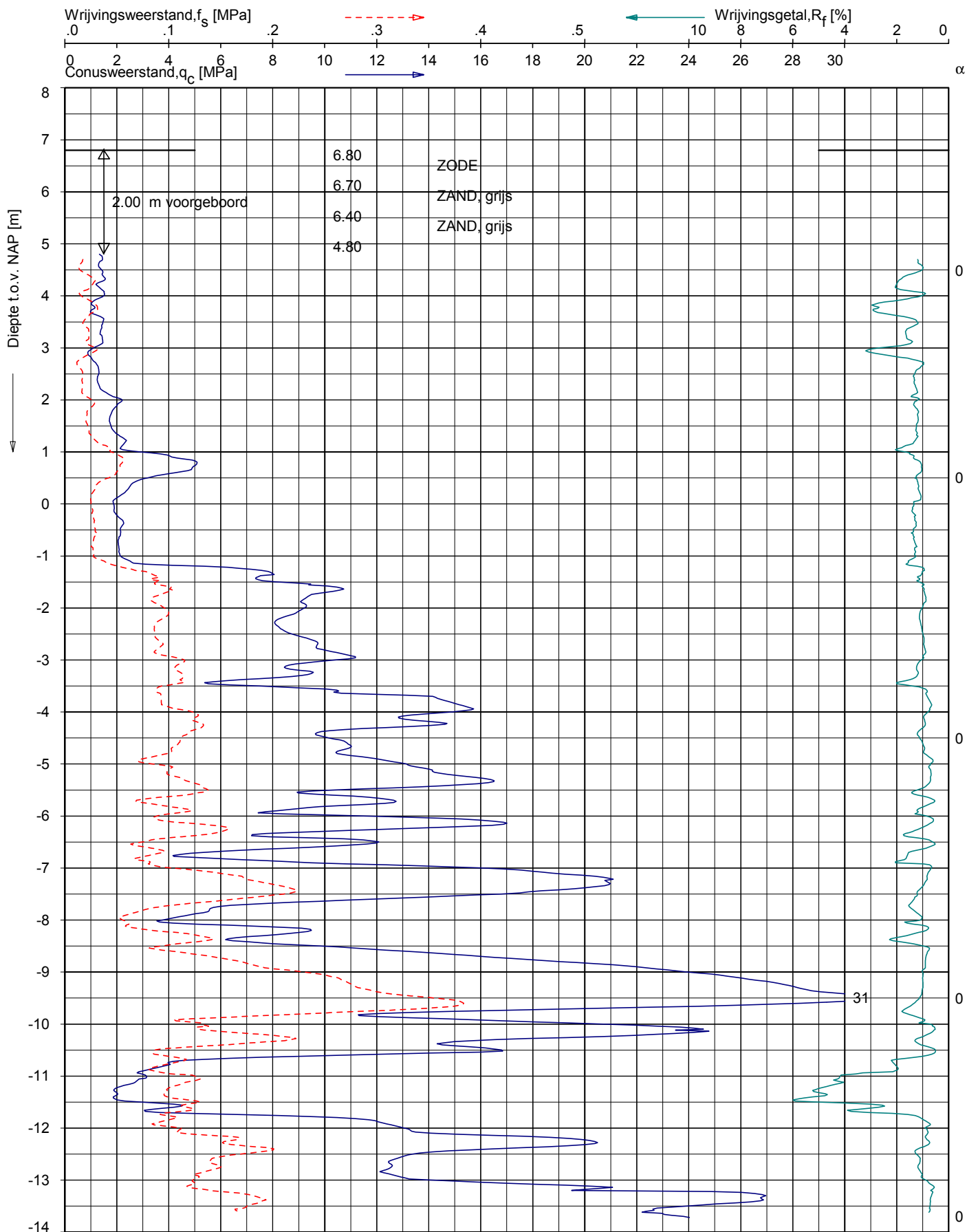
De conclusies uit de kwantitatieve analyse kunnen als volgt worden samengevat:

- B.2 Als het tracé van de HDD-boring bij Breezanddijk wordt geïnstalleerd met een diepte van 10 tot 15 m onder de teen, dan zal dit tot nagenoeg geen zakkings leiden ('nihil') aan het oppervlak. Als de HDD-boring ondieper wordt aangelegd, dan is groutinjectie nodig om de zettingen met zekerheid tot "nihil" te reduceren.
- B.3 De HDD-boringen bij Breezanddijk zullen in de voorziene configuratie niet leiden tot een onvoldoende taludstabiliteit.
- B.6 De ontgraving voor de kabelsleuf heeft een verwaarloosbaar effect op de stabiliteit van de Afsluitdijk. Onder dagelijkse omstandigheden voldoet de stabiliteit van de Afsluitdijk aan de eisen, zowel met tuimeldijk als met een ontgraving als met een combinatie van beide.
- G.2 Op basis van een verkennende veiligheidsbeschouwing kan worden geconcludeerd dat eventuele tijdelijke effecten van de voorziene HDD-boringen bij Kornwerderzand ten zuiden van de Afsluitdijk goed beheersbaar zijn. Bij een detailbeschouwing van het definitieve ontwerp moet definitief worden aangetoond dat de effecten op de damveiligheid en de en de omgeving verwaarloosbaar zijn. Aanbevolen wordt in het definitieve uitvoeringsplan een monitoringsplan op te nemen, waarin is omschreven hoe schade en hinder bij objecten en bebouwing wordt voorkomen en gemonitord; indien boringen onder of vlak langs objecten en/of bebouwing lopen.
- G.5 De maximale vervormingen van de kabel door hoog water ligt in de orde van enkele centimeters. De vervormingen van de kabel door aanleg van een tuimeldijk zijn maatgevend en kunnen worden meegenomen in het ontwerp (zie G.12). Daarom zijn de vervormingen door hoog water niet verder beschouwd.
- G.9 Er wordt geen meetbare invloed verwacht van de temperatuurverhoging door de aanwezigheid van kabels op de kwaliteit van de grasmat.
- G.12 De maximale vervormingen van de kabel door een maximale verhoging van de tuimeldijk na aanleg van de tuimeldijk of door optreden van maatgevend hoog water ligt in de orde van 0,05 m. Deze waarde is input voor de dimensionering van de kabels samen met andere grondvervormingen conform NEN 3650. De kans dat de kabels schade oplopen door liggerwerking (waarbij kabels een stijf element vormen in een 'bewegende' dijk) is dan uitgesloten.
- G.14 De kans op een kortsluiting in de kabels is zeer klein. Mocht dit optreden dan geldt dat de krachten in een kabel ten gevolge van het optreden van een kortsluiting een verwaarloosbare invloed op de stabiliteit van de Afsluitdijk hebben.

BIJLAGE 1 - RISICOANALYSETABEL ELEKTRICITEITSKABELS AFSLUITDIJK

NR.	OORZAAK/RISICO	GEVOLG	MOTIVATIE WAAROM RISICO VOOR VEILIGHEID WATERKERING BEPERKT IS	BEHEERSMAATREGELEN
BOUWFASE				
B.1	Aanleg kabels valt samen met versterking waterkering.	Werkzaamheden kunnen elkaar belemmeren.	Eventuele knelpunten kunnen worden opgelost door aanpassingen van het werkproces. De aanlanding ligt niet direct bij het dijklichaam en de versterkingswerkzaamheden zijn waarschijnlijk voorzien aan de Waddenzijde. Aanpassingen van fietspad en rijksweg zijn niet voorzien.	Afstemming tussen beide projecten.
B.2	Aanleg kabels van transformatorstation naar IJsselmeer.	Schade aan bekleding door zettingen.	Maximale zetting kan worden berekend. Zettingen in zandige ondergrond zijn beperkt Zettingen kunnen eenvoudig worden gecompenseerd. Kabels worden voldoende diep onder bekleding door geboord.	Zettingsprognose (zie paragraaf 5.3) Zettingen steenbekleding monitoren. Zettingscompensatie door na-injectie Alternatief: kabels op het talud leggen in een zandbed.
B.3	Aanleg kabels van transformatorstation naar IJsselmeer.	Verlaagde stabiliteit door roering ondergrond. Verlaagde stabiliteit door toename waterspanningen tijdens boren. Verlaagde stabiliteit bij blow-out nabij teen van de dam. Verlaagde stabiliteit door eventuele na-injectie	Er kan met enige marge onder de bekleding worden doorgeboord. Gestuurde boring vindt niet in damlichaam plaats. De toename van waterspanningen kan berekend worden. Maximaal toelaatbare muddruk kan berekend worden en gecontroleerd worden tijdens de uitvoering.	Stabiliteitsanalyse (zie paragraaf 5.3) Definitieve werkwijze evalueren. Monitoren van waterspanningen. Monitoren van muddruk tijdens boren. Alternatief: kabels op het talud leggen in een zandbed.
B.4	Aanleg kabels van transformatorstation naar IJsselmeer.	Schade aan andere aanlandingskabels tijdens installatie (Geen potentieel risico voor de kering)	Kabels worden op 5 m tussenaafstand geboord	Nauwkeurige plaatsbepaling.
B.5	Aanleg kabels van transformatorstation naar kabelstraat in Afsluitdijk.	Perforatie en/of verzwakking damlichaam.	Kabelstraat wordt achter tuimeldijk aangelegd. Daardoor ontstaat geen doorgaande kwelweg. Door zorgvuldige werkwijze kan grondroering worden beperkt.	Definitieve werkwijze evalueren. Werkzaamheden uitvoeren in open seizoen.
B.6	Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Verlaagde erosiebestendigheid of stabiliteit door tijdelijke ontgraving.	Ontgraving is beperkt en kan gefaseerd worden uitgevoerd.	Definitieve werkwijze evalueren. Stabiliteits-, piping- en opbarstanalyse uitvoeren (zie paragraaf 5.4) Sleuf niet onnodig diep maken. Indien nodig sleufbekisting toepassen. Materiaal keuren en alleen erosiebestendig materiaal terugbrengen. Opgedolven grond gescheiden opslaan. Gefaseerd ontgraven. Werkzaamheden uitvoeren in open seizoen.
B.7	Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Zettingen t.g.v. holle ruimten door niet (goed) verdichten teruggebrachte grond.	Door zorgvuldige werkwijze ontstaan geen holle ruimten.	Teruggebrachte klei in lagen van 0,20 à 0,40 m aanbrengen en goed verdichten. Dichtheid controleren met verdichtingscontroles (RAW proeven). Dichtheid controleren m.b.v. handsondering voor en na ontgraving. Aanvullen met geschikte grond conform NEN3651
B.8	Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Aansluiting tussen grasbekleding en fietspad vormt vlak na uitvoering een zwakke plek.	Door zorgvuldige werkwijze kan risico worden beperkt. Er is nu ook reeds sprake van een aansluiting tussen grasbekleding en fietspad, de hieraan gerelateerde beheersproblemen blijken beperkt te zijn.	Overgangsconstructie toepassen, bijv. doorgroeistenen of geotextiel (versterkte grasmat). Graszoden na graafwerkzaamheden zorgvuldig terugplaatsen.
B.9	Aanleg kabelstraat in Afsluitdijk.	Schade aan bestaande kabels en leidingen door aanleg nieuwe kabels.	Ligging bestaande kabels bekend uit KLIC-melding. Door zorgvuldig graven kan beschadiging bestaande kabel voorkomen worden.	Ligging bestaande kabel in het veld vaststellen voor start ontgraving nieuwe kabels. Definitieve tracékeuze vergelijken met ligging bestaande leidingen in relatie tot afstandseisen uit NEN 3651
B.10	Aanleg kabelkruising bij sluisen.	Verlaagde veiligheid waterkerend kunstwerk door kabelkruising.	Bij een voldoende diepe gestuurd boring is de invloed nihil, zoals recent is gebleken bij een andere kabelkruising.	Definitieve werkwijze evalueren. Diepte van funderingselementen achterhalen en kruising zo mogelijk door tracé optimalisatie vermijden.
B.10	Aanleg kabels in de keileemkern.	Verstoring van de keileemkern, sterkteafname door grondroering. Ongewenste waterophopingen. Zwaar graafwerk i.v.m. stenen in keileem.	De keileemkern ligt vooral aan de buitenkant van de Afsluitdijk, terwijl de kabels aan de binnenkant (onder het fietspad) komen te liggen, dus geen effect op de keileemkern. Alleen in dijkvak 11 is een dunne keileemlaag aanwezig onder het fietspad.	Ligging kabeltracé in dijkvak 11 (enige dijkvak met keileem onder beoogde kabeltracé) optimaliseren. Keileem vervangen door categorie 1-klei in dijkvak 11. Precieze ligging keileemkern uitkarteren met grondonderzoek
GEBRUIKSFASE				
BEHEER				
G.1	Kwel bij kabeldoorvoer.	Wateroverlast.	Dit is niet van toepassing, omdat de kabels nergens het dijkprofiel kruisen.	Niet van toepassing.
G.2	Gestuurde boring sluisen Kornwerderzand.	Verlaagde veiligheid door piping. Schade aan kunstwerken of objecten door grondvervormingen. Schade aan dam door grondroering of volumeverlies bentoniet Schade aan bekleding bij in- en uitredpunt HDD-boring. Watertransport tussen mantelbuizen en kabels	Er is geen waterstandsverschil tussen in- en uitredpunt. Vervormingen zijn beperkt door gecontroleerde uitvoering en voldoende diepte van HDD-boring. De HDD ligt op enige afstand van het dijklichaam en wordt op een gecontroleerde manier uitgevoerd. In- en uitredpunten zijn niet voorzien op een kritieke plek. Eventuele schade is zeer plaatselijk en kan eenvoudig worden hersteld. Mantelbuizen zijn waterdicht en worden waterdicht op kabels aangesloten.	Niet van toepassing. Definitieve werkwijze evalueren (zie ook paragraaf 5.5). Bij afstanden tot objecten, kleiner dan 50 m, alignement definitieve ontwerp afstemmen met beheerder door indiening werkplan en DO Definitief ontwerp o.b.v. NEN 3650/3651. Definitieve werkwijze evalueren (zie ook paragraaf 5.5). Definitieve werkwijze evalueren (zie ook paragraaf 5.5). Definitieve werkwijze evalueren (zie ook paragraaf 5.5).
G.3	Volumeverlies bentoniet rond mantelbuizen gestuurde boring IJsselmeer.	Verzakking van het IJsselmeetalud en/of taludbekleding.	Zettingen ter plaatse van talud zijn beperkt als gestuurde boring voldoende diep onder talud door gaat en niet te dicht bij het dijklichaam worden uitgevoerd.	Definitieve werkwijze evalueren.
G.4	Zettingen onder kabels in Afsluitdijk door gewicht van huidige dam.	Holle ruimten onder kabels, hierdoor komen er krachten in kabels.	Treedt niet op, want de zettingen zijn zeer beperkt (de kering ligt er al geruime tijd waardoor primaire zettingen al volledig zijn opgetreden); de kabels kunnen deze kleine zettingen volgen.	Niet van toepassing.
G.5	Grondvervormingen bij kabel tijdens hoog water.	Holle ruimten onder kabels, hierdoor komen er krachten in kabels.	De Afsluitdijk vormt een massief geconsolideerd grondlichaam. De grondvervormingen door hoog water zijn dermate klein dat gevolg niet wordt verwacht	Prognose gronddeformaties door eindige elementensimulatie (zie paragraaf 5.6).

NR.	ORZAAK/RISICO	GEVOLG	MOTIVATIE WAAROM RISICO VOOR VEILIGHEID WATERKERING BEPERKT IS	BEHEERSMAATREGELEN
G.6	Kapot gaan of bij kabels of andere storing aan kabels.	Ontgraving in de dam benodigd. Grasbekleding heeft 3 tot 5 jaar nodig om te herstellen.	Beperkte ontgraving (lengte 10 à 15 m) die alleen nodig is bij een storing. De ontwerplevensduur van kabels is 40 jaar en dus aanzienlijk langer dan de planperiode van de windturbines van 20 jaar.	Grotere kabellengtes (minder moffen). Overleg met dambeheerder omtrent adhoc onderhoud. Kabels onder fietspad en/of harde bekleding leggen die snel te herstellen is. Grasmat versterken met geotextiel of doorgroeistenen. Bij reparatie 24 uur/dag werken en erosiebestendig materiaal paraat houden en weersvoorspelling monitoren voor hoog water voorspelling
G.7	Kwelstroom door waterstandsverschil over kabel.	Verminderde stabiliteit van de dam door uitgespoelde grond.	Kabels worden boven het freatisch vlak in de dijk gelegd.	Niet van toepassing.
G.8	Effect magnetisch veld.	Mogelijke storing elektronische apparatuur (bijv. bij inspecties).	Het optredend magnetisch veld is beperkt en leidt niet tot beïnvloeding van elektronische apparatuur.	Niet van toepassing.
G.9	Verhoging temperatuur rondom kabel.	Aantasting grasmat door verhoging temperatuur. Aantasting grasmat door uitdroging grond.	Temperatuurverhoging is beperkt, mede omdat dit voor het kabelontwerp ook van belang is. Windpark draait bijna nooit op vol vermogen en dit zal bovendien niet samenvallen met hoge grondtemperaturen door zonneshijn. Bij zonneshijn is het warmte-effect van de weg zeer waarschijnlijk significant hoger dan van de kabel.	Verkenning warmtetransport en temperatuurontwikkeling (zie paragraaf 5.7). Bij keuze aanvulmateriaal rekening houden met temperatuureffecten. Bij ontwerp kabelconfiguratie rekening houden met temperatuureffecten.
VERSTERKING WATERKERING				
G.10	Kabels komen mogelijk onder een harde bekleding te liggen.	Kabels zijn lastiger bereikbaar voor onderhoud.	Kabels behoeven geen onderhoud.	Niet van toepassing.
G.11	Versterking leidt mogelijk tot een andere geometrie van de kering.	Voorziena locaties kabels blijkt niet meer mogelijk. Kabeltracé moet worden aangepast.	Versterking vindt waarschijnlijk plaats aan Waddenzeezijde kering. Aanpassingen van fietspad en rijksweg zijn niet voorzien. Versterking vindt waarschijnlijk plaats aan Waddenzeezijde kering. Aanpassingen van fietspad en rijksweg zijn niet voorzien.	Afstemming tussen beide projecten. Afstemming tussen beide projecten.
G.12	Grondvervormingen door verhoging en verbreding van Afsluitdijk.	Holle ruimten onder kabels, hierdoor komen er krachten in kabels.	De Afsluitdijk vormt een massief grondlichaam op een voorbelaste zandige ondergrond. De grondvervormingen door verhoging en verbreding zijn dermate klein dat gevolg niet wordt verwacht	Prognose gronddeformaties door eindige elementensimulatie (zie paragraaf 5.6).
CALAMITEITEN				
G.13	Beschadiging kabels door werkzaamheden aan fietspad.	Ontgraving in de dam benodigd.	In een waterkering wordt niet zomaar gegraven. Aannemer werkzaamheden fietspad moet een KLIC-melding doen voorafgaand aan uitvoering. Locatie kan bij storing nagenoeg exact worden bepaald	Ligging kabel bij aanleg nauwkeurig inmeten en vastleggen. Kabels beschermen met plastic 'slab'. Voldoende gronddekking toepassen (minimaal 0,8 m). Bij reparatie 24 uur/dag werken en erosiebestendig materiaal paraat houden, uitvoeringsduur maximaal een week. Geen reparatiewerkzaamheden uitvoeren als relevant hoogwater voorspeld wordt. Beperkte ontgraving (lengte 10 à 15 m) Waterkeringbeheerder inlichten bij calamiteit.
G.14	Kortsluiting in hoogspanningskabel.	Verminderde stabiliteit van de dam door verweekte grond.	De kans op kortsluiting is beperkt door beveiliging in systeem, waarbij het binnen enkele tienden van seconden wordt uitgeschakeld. Er komt een beperkte kracht vrij bij kortsluiting.	Analyse krachtenspel in kortsluitscenario. Stabiliteitsanalyse (zie paragraaf 5.8).
G.15	Beschadiging kabels door opvriazing (uitzetten grondwater door vorst).	Ontgraving in de dam benodigd.	Het toepassen van minimale gronddekking is voldoende.	Voldoende gronddekking toepassen (minimaal 0,8 m).
G.16	Uitzetten en krimpen van kabels door temperatuurwisseling ('kwispeleffect').	Grotere krachten in kabels. Verlaging van de sterkte van de grond rondom kabels.	Er is geen relevante uitzet of krimp als gevolg van het ontwerp van de kabels (koper of aluminium in een mantel) en het op diepte leggen van de kabel. De kabels worden zogenaamd 'kortsluitvast' geïnstalleerd wat betekent dat deze in principe ook bij kortsluiting niet beweging komt. De potentiële beweging in de kabel door krimp of uitzet is verwaarloosbaar klein op zichzelf en ten opzichte van een kracht bij kortsluiting (zie G.14). Er is dan ook geen invloed op de positie of de lengte van de kabel.	Niet van toepassing.
SLOOPFASE				
S.1	Verwijderen van kabels.	Verslechtering van de ondergrond door grondroering	Geen effect op standzekerheid dam bij zorgvuldige werkwijze	Kabel bij voorkeur niet verwijderen, tenzij dit efficiënt en veilig kan worden gecombineerd met andere werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld het onderhoud fietspad. Zorgvuldig ontgraven en aanvullen Werkzaamheden uitvoeren in open seizoen.
S.2	Verwijderen van kabels.	Schade aan bestaande, andere kabel door verwijderen hoogspanningskabels.	Ligging andere kabel bekend uit KLIC-melding. Door zorgvuldig graven kan beschadiging andere kabel voorkomen worden.	Kabel bij voorkeur niet verwijderen, tenzij dit efficiënt en veilig kan worden gecombineerd met andere werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld het onderhoud fietspad. Ligging andere kabel in het veld vaststellen voor start ontgraving verwijderen hoogspanningskabels.
S.3	Achterblijven van HDD-mantelbuizen.	Obstakels in de ondergrond.	Geen effect, want situatie is hetzelfde als met kabels in mantelbuis.	Vastleggen locaties mantelbuizen. Afwerking lege mantelbuis vastleggen.



Opg.: GRF d.d. 18-06-97 conus: F7.5CKEW₁/V X = 0.0
 Get.: ELD d.d. 14-aug-1997 MV = NAP +6.80 m Y = 0.0

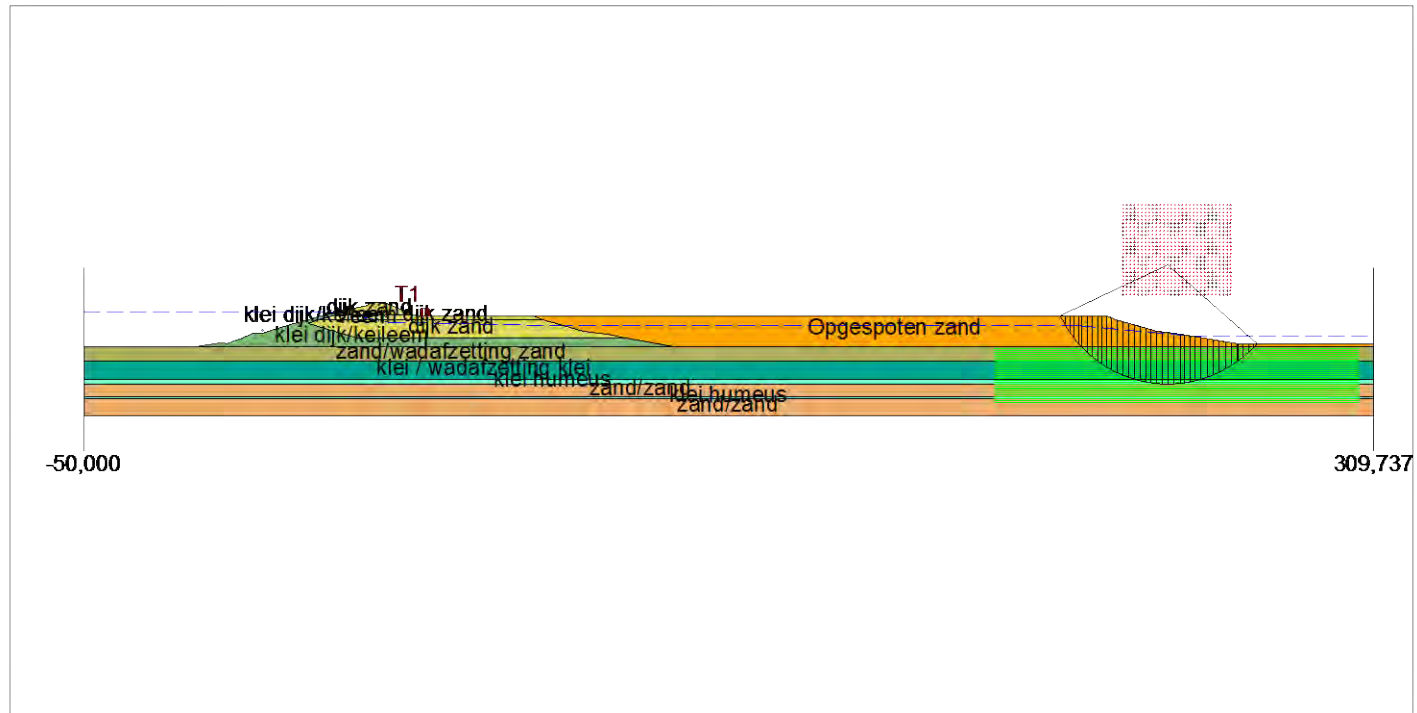
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
 Conustype cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.



SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING
 KRUISSING A7 KM.97.000 a/d AFSLUITDIJK TE KORNERDERZAND

Opdr. G-7043
 Sond. DKMP1

Critical Circle Bishop



Xm : 252,41 [m]
Ym : 18,33 [m]

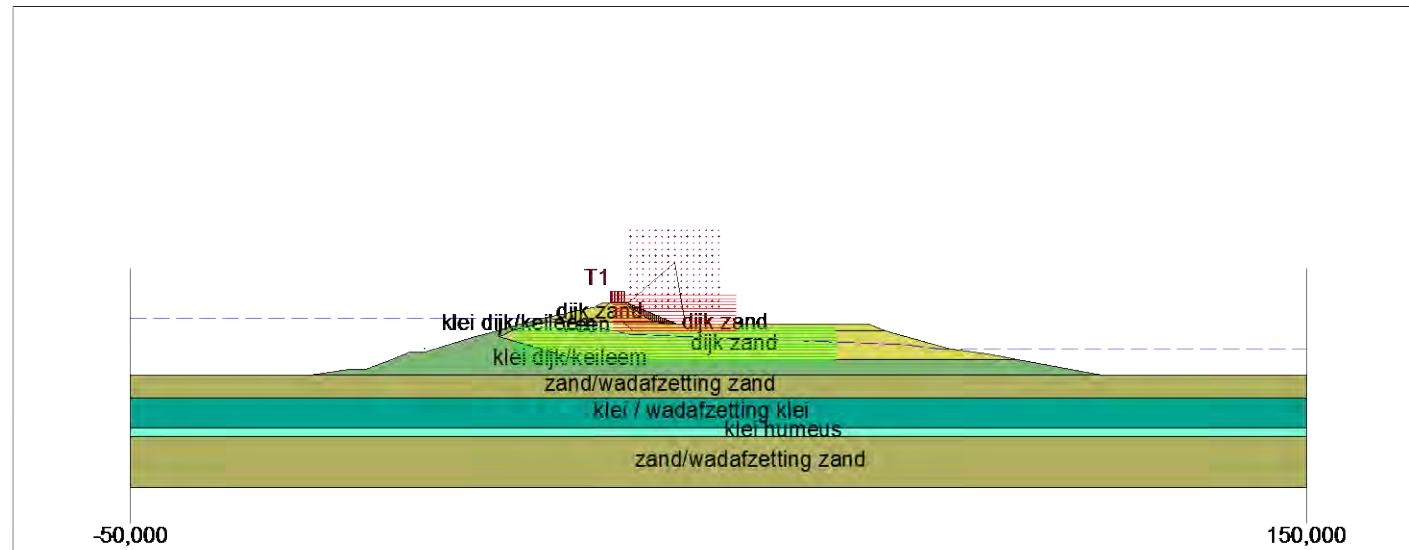
Radius : 33,16 [m]
Safety : 1,53

Afsluitdik
Dijkpaal 10.26
Aanlanding Breezanddijk worst case MHW bi

Figure	Case	Case	Case
PAK	8-6-2015	1013-0226-005	1013-0226-005

Annex	3.1	form.	A4
-------	-----	-------	----

Critical Circle Bishop



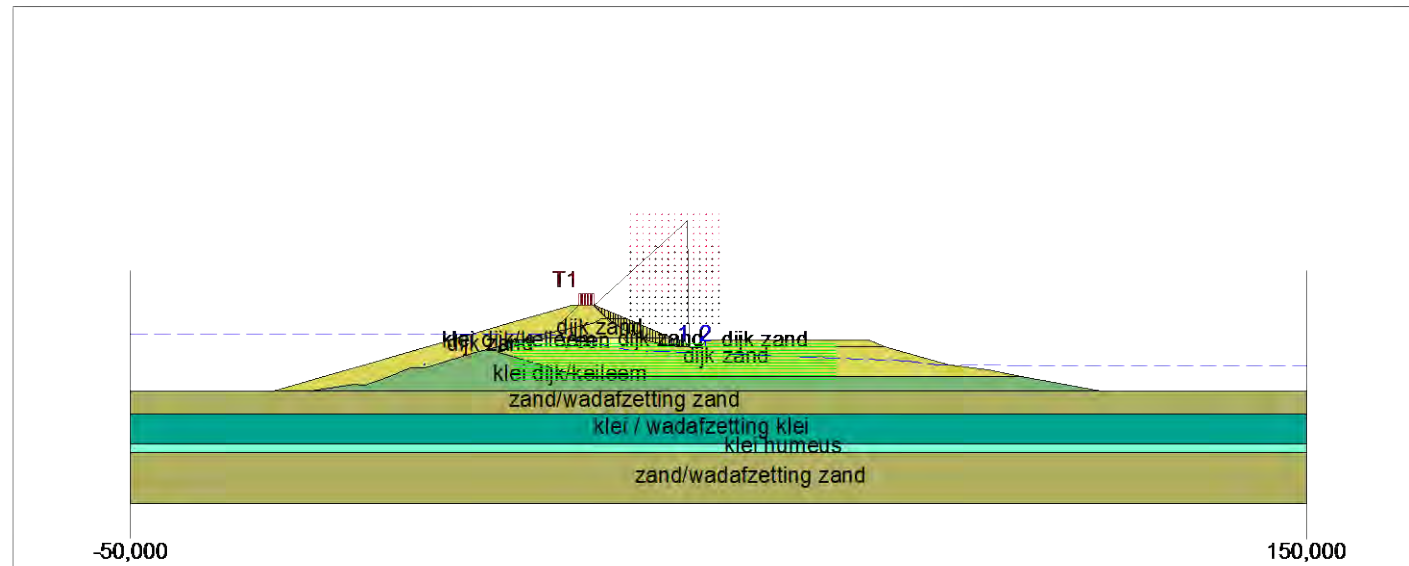
Xm : 42,50 [m]
Ym : 14,58 [m]

Radius : 10,54 [m]
Safety : 1,29

Referentie	Afsluitdijk	
	Phone	Fax
Annex 3.2	8-5-2015	DAK
	1013-0226-005	dr.
A4		

D:\GIS\SR\1141\KORNOG\1141.mxd

Critical Circle Bishop

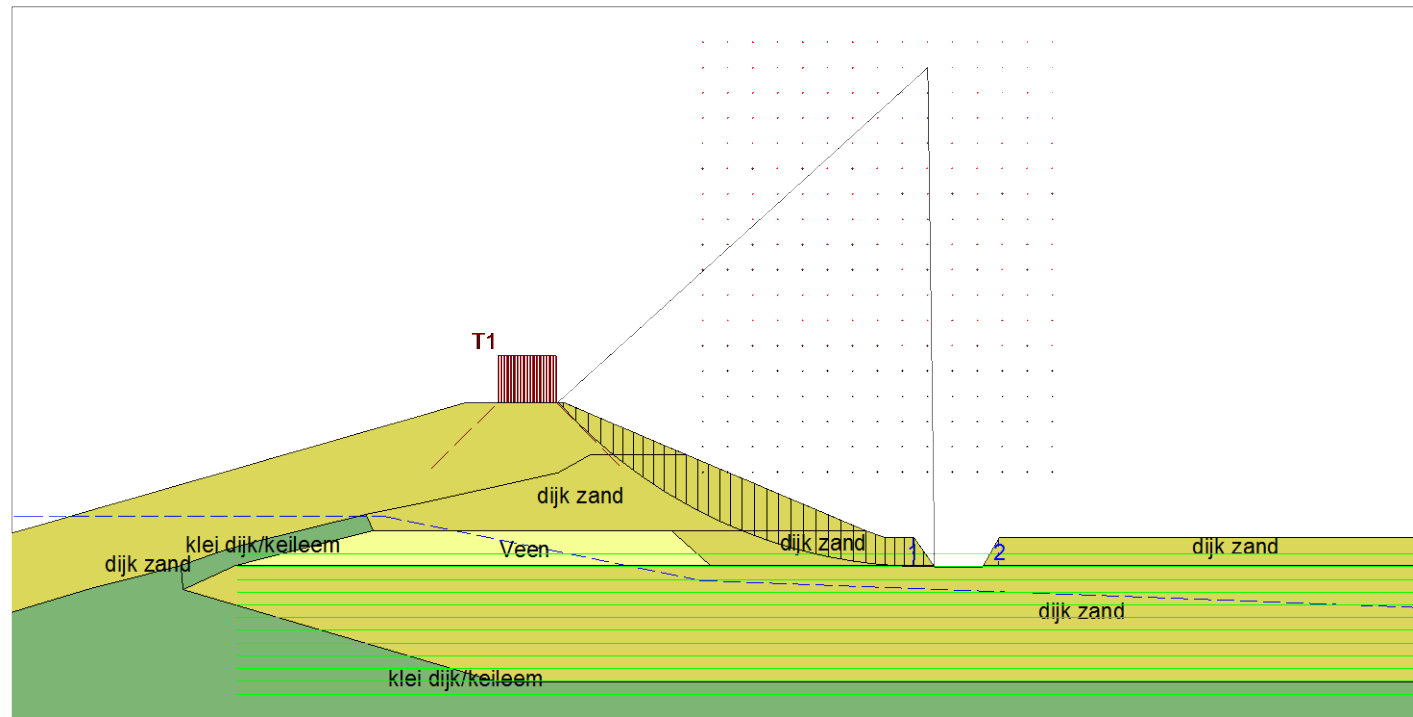


Xm : 44,64 [m]
Ym : 24,33 [m]

Radius : 21,38 [m]
Safety : 1,26

Verhoging tuimeldijk + ontgraving kabelseurf		Afsluitdijk	
Annex 3.3		1013-0226-006	
8-5-2015		PAK	
1013-0226-006		PAK	
3.3		A4	

Critical Circle Bishop

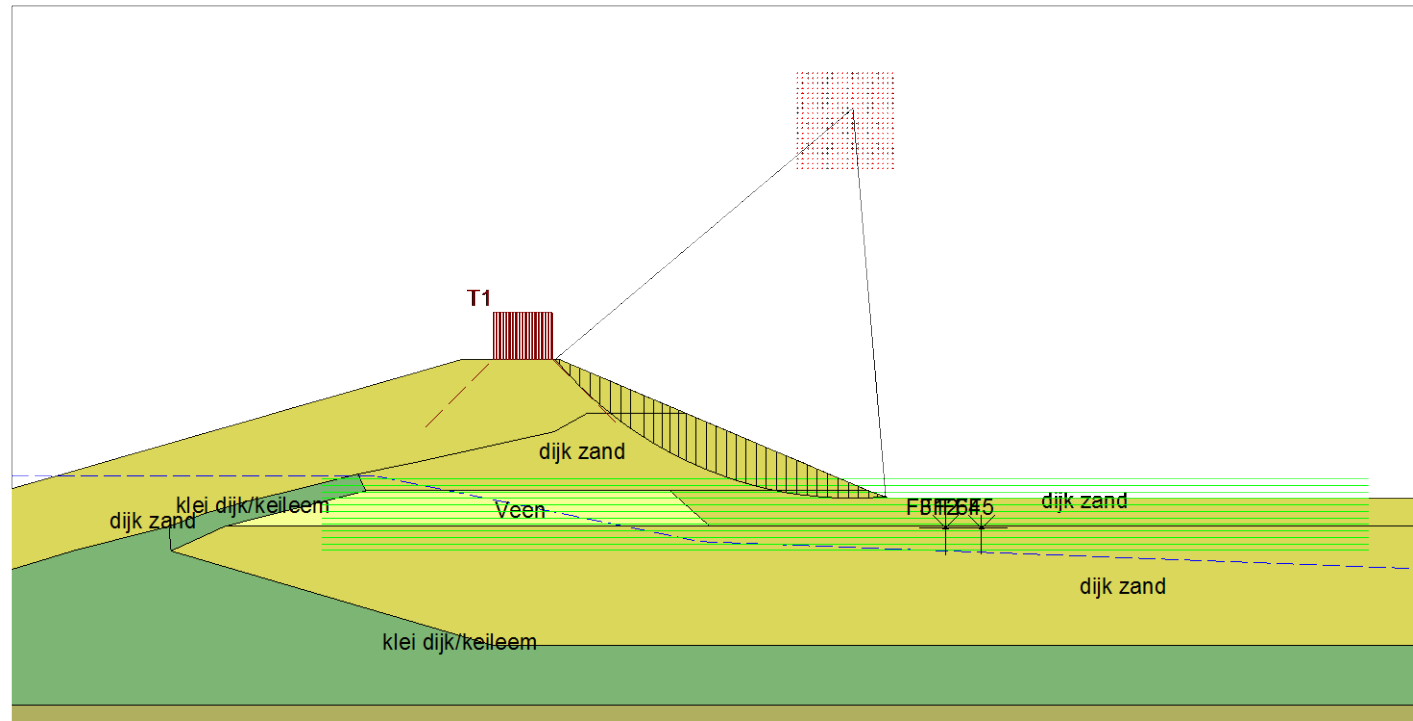


Xm : 44,64 [m]
 Ym : 24,33 [m]

Radius : 21,38 [m]
 Safety : 1,26

Afsluitdijk detail		Foto's Fot		3-Dim Stability v.4.1 : versie 3.1 (2011) [m]	
Verhoging tuimeldijk + ontgraving kabelsleuf		8-5-2015	PAK	Annex 3.4	A4
		1013-0226-005	dr.		

Critical Circle Bishop

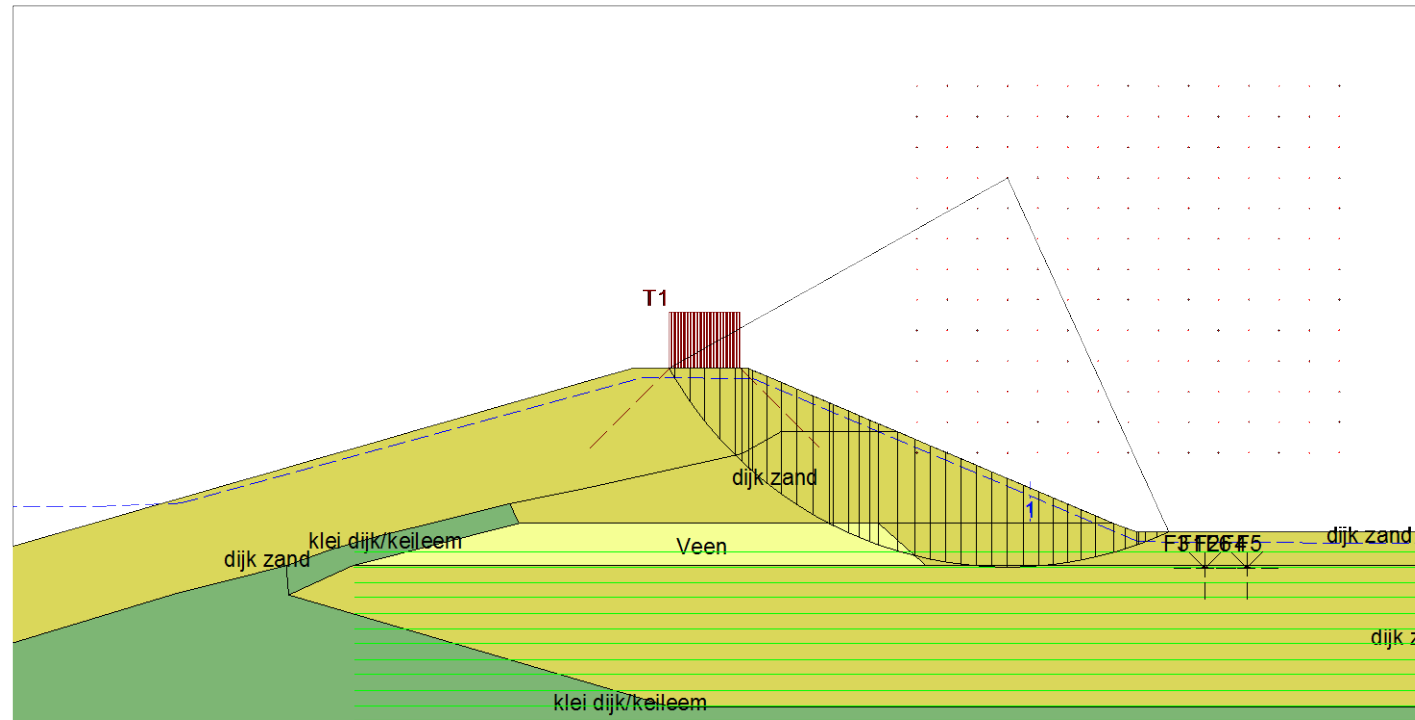


Xm : 41,32 [m]
Ym : 20,53 [m]

Radius : 16,34 [m]
Safety : 1,26

Verhoogde tuimeldijk + kortsluiting	Project		2-082-0001/14.1-0000021_V1.dwg
	Atsurdijk	8-5-2015	
		1013-0226-005	
Annex 3.5			PAK
A4			

Critical Circle Bishop

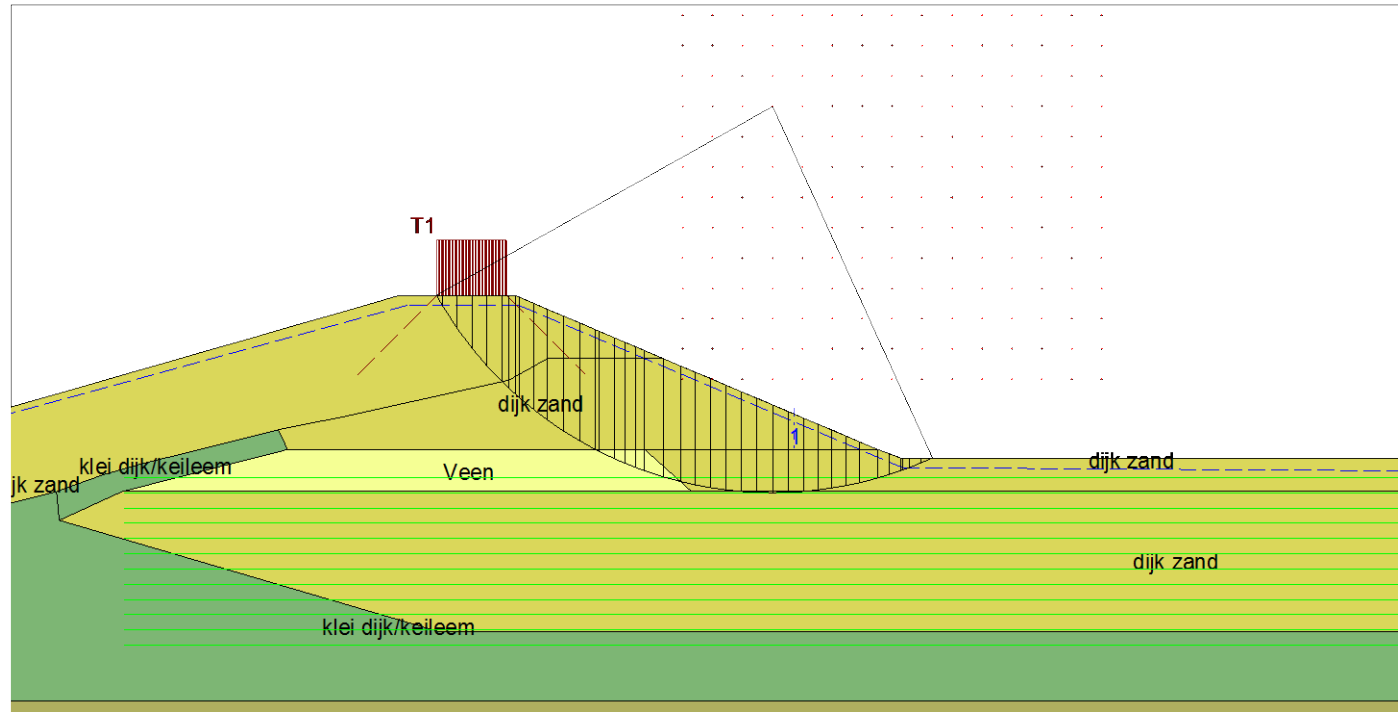


Xm : 38,21 [m]
Ym : 16,75 [m]

Radius : 13,80 [m]
Safety : 0,67

Verhoogde tuimeldijk + kortsluiting + MHW		Project FAK	
Annex 3.6	1013-0226-005	8-5-2015	8-5-2015
A4		PAK	PAK

Critical Circle Bishop



Xm : 38,21 [m]
Ym : 16,75 [m]

Radius : 13,80 [m]
Safety : 0,67

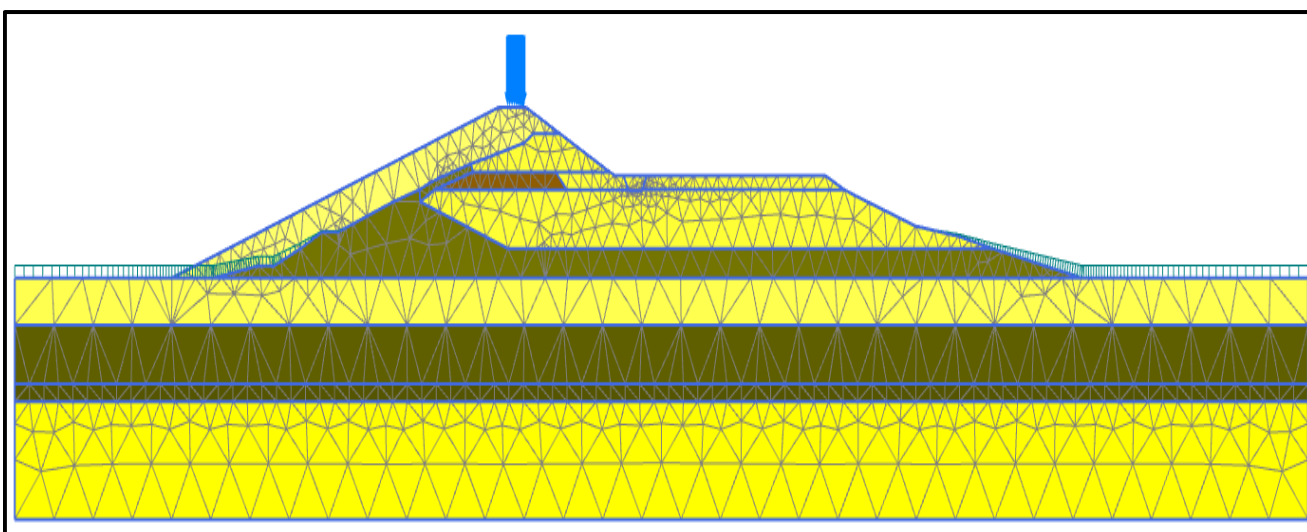
Verhoogde tuimeldijk + MHW		Picta	
		Fax	
Afsluitdijk		D-Que Stability 4.1, versie 2.3.1.01	
1013-0226-005		date	8-6-2015
Annex 3.7		dr.	PAK
A4		tem.	A4

Tabel: Bodemopbouw (sondering Q-1837 DKM39)

Level [m NAP]		Layer
Top	Bottom	Material
10	7.75	ZAND los gepakt (ophoging)
7.75	4.2	ZAND vast gepakt (dijk)
4.2	3	VEEN matig (dijk)
3	-2	ZAND vast gepakt (dijk)
-2	-4.5	KLEI siltig, keileem (dijk)
-4.5	-8.5	ZAND matig vast gepakt (afzetting)
-8.5	-13.5	KLEI slap (afzetting)
-13.5	-15	KLEI zwak humeus (afzetting)
-15	-25	ZAND zeer vast gepakt (afzetting)

Tabel: Geometrie Afsluitdijk

Grondvlakken
_polygon (-19.309 -4.5) (-12.252 -3.461) (-10 -3.5) (-5.81 -2) (-2.5 -0.6) (0 -0.6) (0.195 -0.541) (0.613 -0.415) (8.625 2) (12.585 3) (12.676 1.969) (26.231 -2) (31.395 -2) (32 -2) (47.175 -2) (101.127 -2) (114.97 -4.5) (56.44 -4.5) (32 -4.5)
_polygon (12.676 1.969) (14.935 3) (32 3) (35.313 3) (44.902 3) (44.972 2.92) (46.97 2.92) (47.02 3.005) (78.27 3) (79.92 2.5) (89.3 -0.1) (95.909 -0.959) (101.127 -2) (47.175 -2) (32 2) (31.395 -2) (26.231 -2)
_polygon (47.02 3.005) (47.718 4.2) (47.969 4.2) (48.094 4.2) (51.3 4.2) (75.3 4.2) (78.27 3)
_polygon (14.935 3) (20.849 4.5) (32 4.5) (33.635 4.5) (35.313 3) (32 3)
_polygon (33.635 4.5) (41.983 4.5) (42.8 4.2) (44.064 4.2) (44.902 3) (35.313 3)
_polygon (12.585 3) (14.227 3.589) (15.357 3.91) (15.675 4) (15.804 4.032) (17.725 4.5) (20.525 5.2) (20.849 4.5) (14.935 3) (12.676 1.969)
_polygon (20.525 5.2) (23 5.7) (23.635 5.84) (28.774 6.973) (30.166 7.75) (32 7.75) (33.325 7.75) (34.3 7.75) (41.983 4.5) (33.635 4.5) (32 4.5) (20.849 4.5)
_polygon (-25.701 -4.5) (24.866 10) (29 10) (34.3 7.75) (33.325 7.75) (32 7.75) (30.166 7.75) (28.774 6.973) (23.635 5.84) (23 5.7) (20.525 5.2) (17.725 4.5) (15.804 4.032) (15.675 4) (15.357 3.91) (14.227 3.589) (12.585 3) (8.625 2) (0.613 -0.415) (0.195 -0.541) (0 -0.6) (-2.5 -0.6) (-5.81 -2) (-10 -3.5) (-12.252 -3.461) (-19.309 -4.5)
_polygon (44.064 4.2) (47.718 4.2) (47.02 3.005) (46.97 2.92) (44.972 2.92) (44.902 3)
Grondwater
_waterlevel (-50 5.1) (5.936 5.1) (21.332 5.1) (34.911 2.362) (48.157 1.863) (81.715 0.598) (87.194 -0.1) (100.466 -0.2) (150 -0.2)



Figuur: Gehanteerde mesh

Tabel: Bodemschematisatie (sondering Q-1837 DKM39)

Bk laag	Lg	Classificatie	yunsat	ysat	ow;incr	c'	φ'	pref	α = Eoed/qc	m	Eoed;ref	K0nc	v'ur	OCR	POP	E50;ref/Eoed;re	Eur/E50
[m NAP]	[-]	[Naam]	[kN/m3]	[kN/m3]	[kPa/m]	[kPa]	[°]	[kN/m2]	[-]	[-]	[kN/m2]	[-]	[-]	[-]	[kPa]	[-]	[-]
10	1	ZAND los gepakt (ophoging)	17	19	10	0.1	30	100	3	0.5	12,500	0.50	0.2	1.0	0	1.0	3
7.75	2	ZAND vast gepakt (dijk)	18	20	10	0.1	32	100	3	0.5	34,000	0.47	0.2	1.0	0	1.0	3
4.2	3	VEEN matig (dijk)	12	12	10	0.1	15	100	1	0.9	1,500	0.70	0.2	1.0	0	2.0	5
3	4	ZAND vast gepakt (dijk)	18	20	10	0.1	32	100	3	0.5	34,000	0.47	0.2	1.0	0	1.0	3
-2	5	KLEI siltig, keileem (dijk)	16	18	10	1	22.5	100	3	0.9	4,500	0.62	0.2	1.0	0	2.0	3
-4.5	6	ZAND matig vast gepakt (afzetting)	17	19	10	0.1	32	100	3	0.5	20,000	0.47	0.2	1.0	0	1.0	3
-8.5	7	KLEI slap (afzetting)	15	15	10	1	19	100	3	0.9	2,250	0.67	0.2	1.0	0	2.0	4
-13.5	8	KLEI zwak humeus (afzetting)	15	15	10	0.1	17.5	100	1.75	0.9	2,500	0.70	0.2	1.0	0	2.0	4
-15.0	9	ZAND zeer vast gepakt (afzetting)	19	21	10	0.1	35	100	3	0.5	45,000	0.43	0.2	1.0	0	1.0	3

GWS
[m NAP]
-0.2

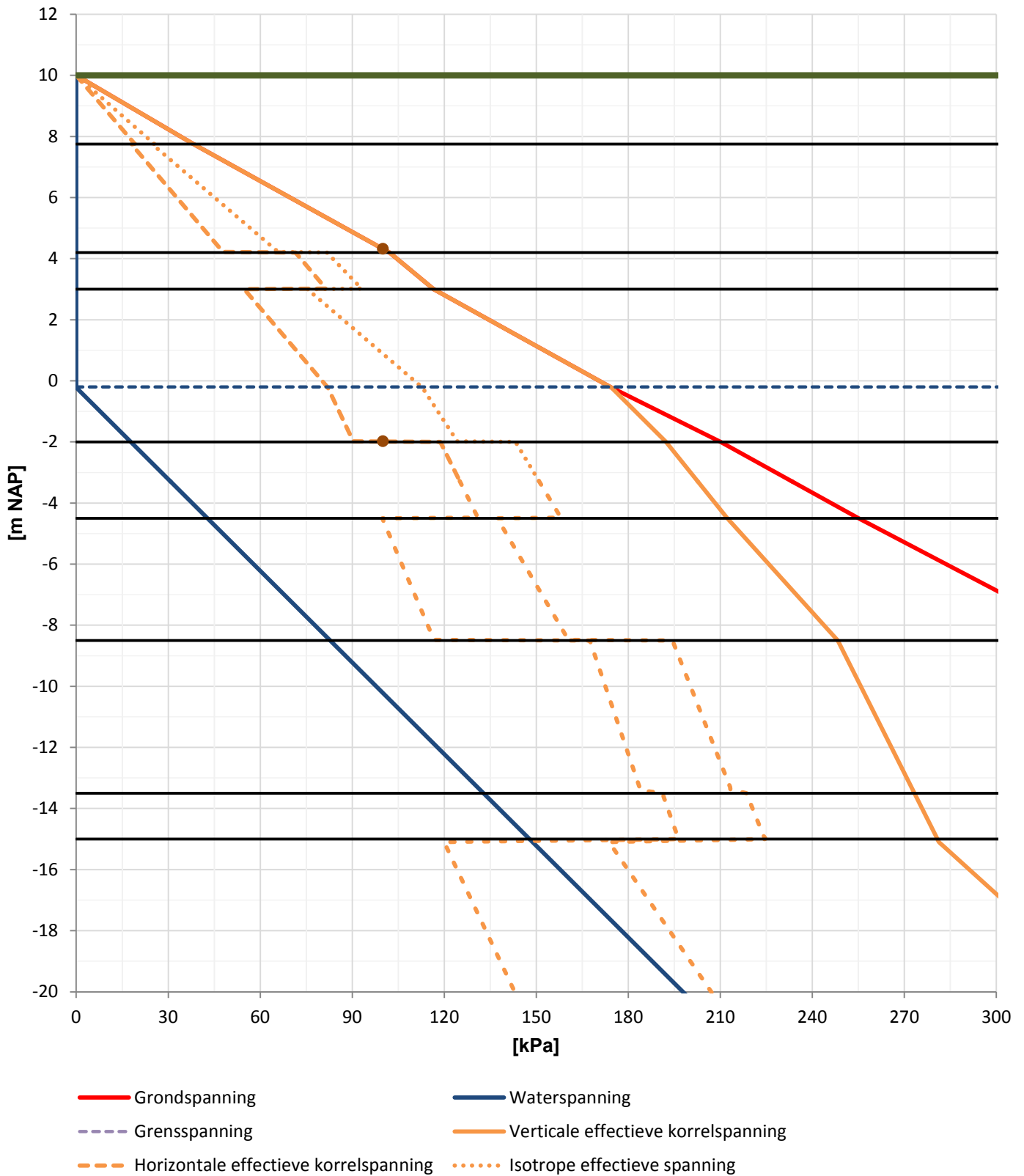
$$E_{oed}^{ref} = \alpha \cdot q_c \left(\frac{p'_{ref}}{\sigma'_{v;0}} \right)^m$$

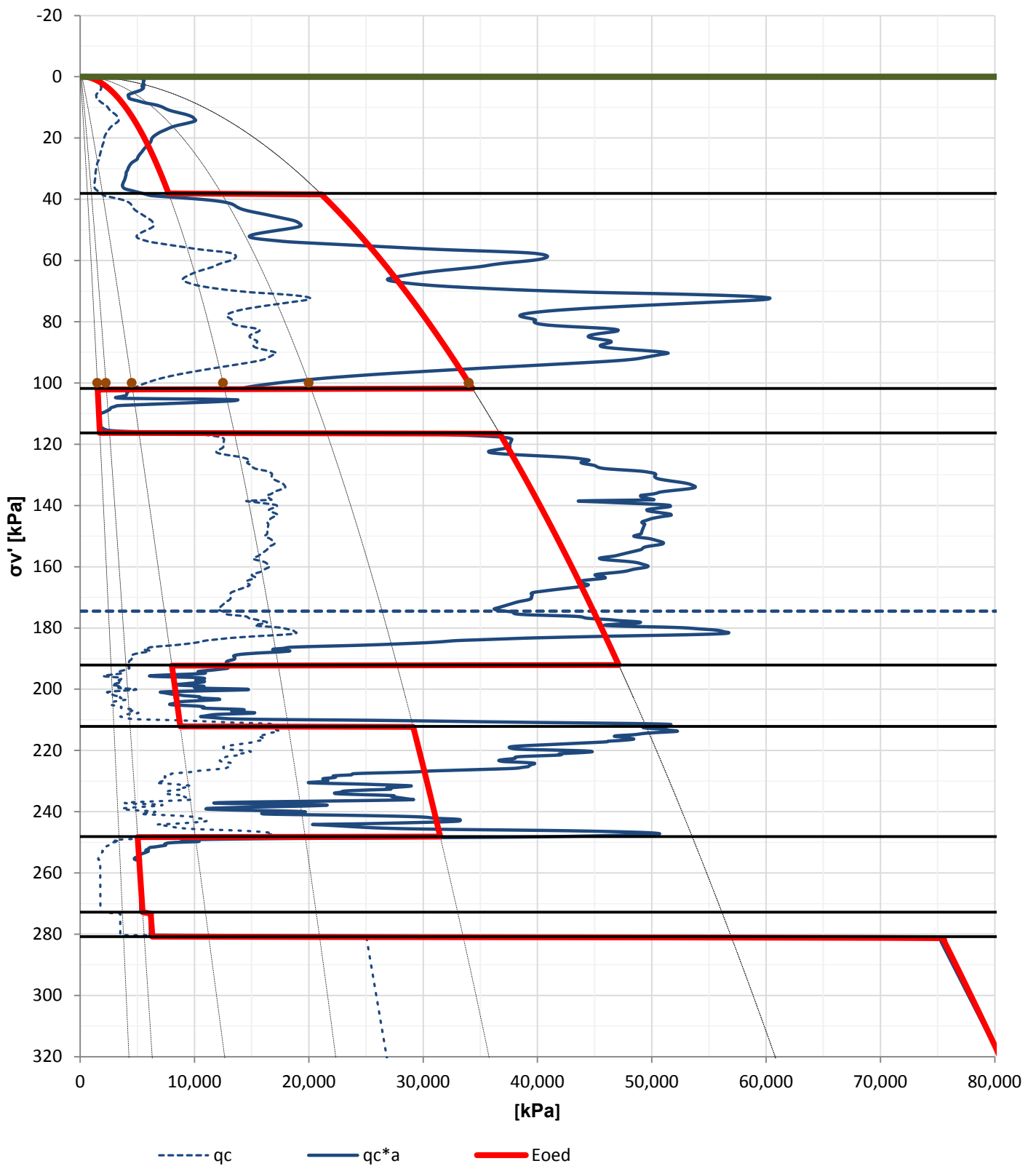
Tabel: Materiaal parameters (a)

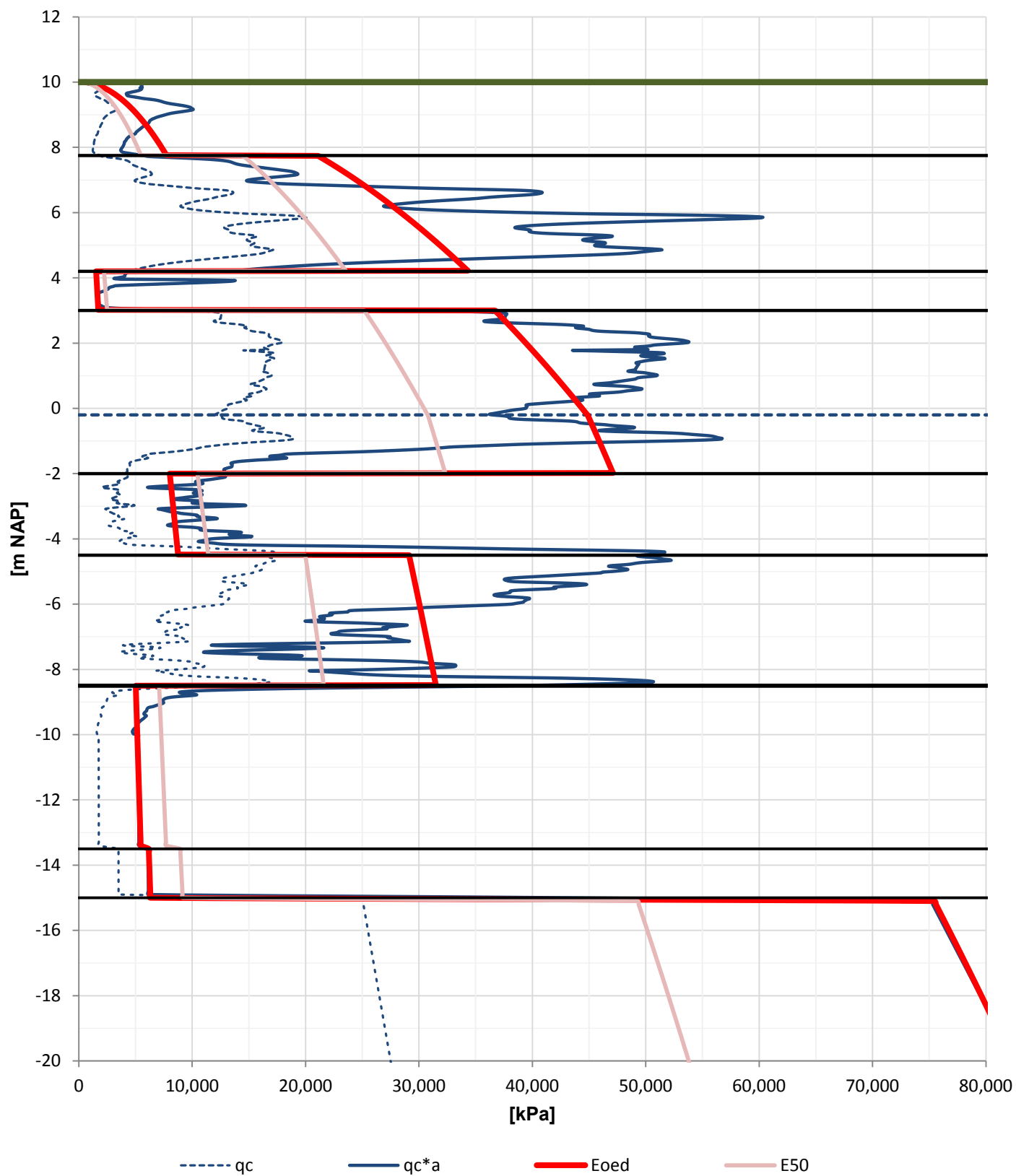
Parameter	Symbol	Unit	Value			
General						
<u>Material set</u>						
Identification			ZAND los gepakt (ophoging)	ZAND vast gepakt (dijk)	VEEN matig (dijk)	KLEI siltig, keileem (dijk)
Material model			Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil
Drainage type			Drained	Drained	Drained	Undrained (A)
Colour	R/G/B		255 / 255 / 100	255 / 255 / 50	140 / 90 / 0	110 / 110 / 0
<u>General properties</u>						
Unit weight above phreatic level	yunsat	kN/m ³	17	18	12	16
Unit weight below phreatic level	ysat	kN/m ³	19	20	12	18
<u>Void ratio</u>						
Dilatancy cut-off			No	No	No	No
Parameters						
<u>Stiffness</u>						
Drained triaxial test stiffness	E50ref	kN/m ²	12,500	34,000	3,000	9,000
Primary loading oedometer stiffness	EOedref	kN/m ²	12,500	34,000	1,500	4,500
Unloading / reloading stiffness	Eurref	kN/m ²	37,500	102,000	15,000	27,000
Stress-level dependency of stiffness	m	-	0.5	0.5	0.9	0.9
<u>Alternatives</u>						
Use alternatives			No	No	No	No
<u>Strength</u>						
Effective cohesion	c' ref	kN/m ²	0.1	0.1	0.1	1
Effective friction angle	φ'	°	30	32	15	22.5
Dilatancy angle	ψ	°	0	2	0	0
<u>Advanced</u>						
Set to default values			Yes	Yes	Yes	Yes
Flow parameters						
<u>Parameters</u>						
Horizontal permeability	kx	m/day	0.6	0.6	0.08001	0.15
Vertical permeability	ky	m/day	0.6	0.6	0.08001	0.15
Initial void ratio	einit	-	0.5	0.5	0.5	0.5
Change of permeability	ck	-	1.E+15	1.E+15	1.E+15	1.E+15
Interfaces						
<u>Strength</u>						
Consider gap closure			Rigid Yes	Rigid Yes	Rigid Yes	Rigid Yes
Initial						
<u>Ko settings</u>						
Ko determination			Automatic	Automatic	Manual	Automatic
Lateral earth pressure coefficient	K0,x	-	0.5000	0.4701	0.7	0.6173
<u>Overconsolidation</u>						
Over-consolidation ratio	OCR	-	1.0	1.0	1.0	1.0

Tabel: Materiaal parameters (b)

Parameter	Symbol	Unit	Value			
General						
<u>Material set</u>						
Identification			ZAND matig vast gepakt	KLEI slap (afzetting)	KLEI zwak humeus	ZAND zeer vast gepakt
Material model			Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil
Drainage type			Drained	Undrained (A)	Undrained (A)	Drained
Colour	R/G/B		255 / 255 / 75	90 / 90 / 0	80 / 80 / 0	255 / 255 / 0
<u>General properties</u>						
Unit weight above phreatic level	yunsat	kN/m3	17	15	15	19
Unit weight below phreatic level	ysat	kN/m3	19	15	15	21
<u>Void ratio</u>						
Dilatancy cut-off			No	No	No	No
Parameters						
<u>Stiffness</u>						
Drained triaxial test stiffness	E50ref	kN/m2	20,000	4,500	5,000	45,000
Primary loading oedometer stiffness	Eoedref	kN/m2	20,000	2,250	2,500	45,000
Unloading / reloading stiffness	Eurref	kN/m2	60,000	18,000	20,000	135,000
Stress-level dependency of stiffness	m	-	0.5	0.9	0.9	0.5
<u>Alternatives</u>						
Use alternatives			No	No	No	No
<u>Strength</u>						
Effective cohesion	c' ref	kN/m2	0.1	1	0.1	0.1
Effective friction angle	φ'	°	32	19	17.5	35
Dilatancy angle	ψ	°	2	0	0	5
<u>Advanced</u>						
Set to default values			Yes	Yes	Yes	Yes
Flow parameters						
<u>Parameters</u>						
Horizontal permeability	kx	m/day	0.6	0.15	0.15	0.6
Vertical permeability	ky	m/day	0.6	0.15	0.15	0.6
Initial void ratio	einit	-	0.5	0.5	0.5	0.5
Change of permeability	ck	-	1.E+15	1.E+15	1.E+15	1.E+15
<u>Interfaces</u>						
<u>Strength</u>						
Consider gap closure			Rigid Yes	Rigid Yes	Rigid Yes	Rigid Yes
Initial						
<u>Ko settings</u>						
Ko determination			Manual	Manual	Manual	Manual
Lateral earth pressure coefficient	K0,x	-	0.4701	0.6744	0.6993	0.4264
<u>Overconsolidation</u>						
Over-consolidation ratio	OCR	-	1.0	1.0	1.0	1.0

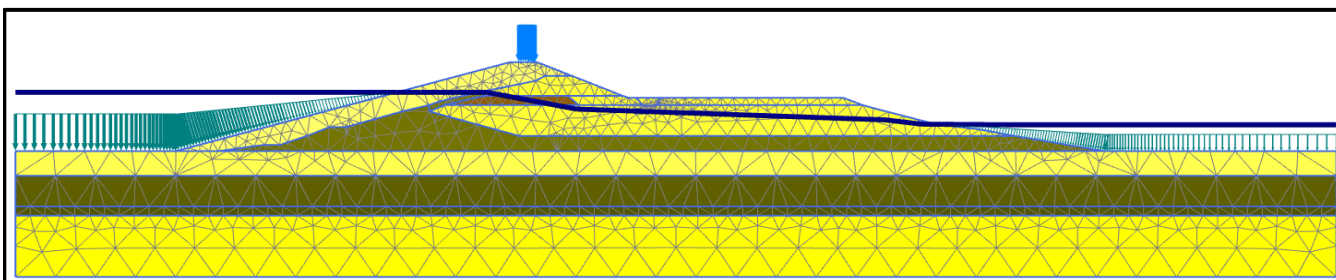
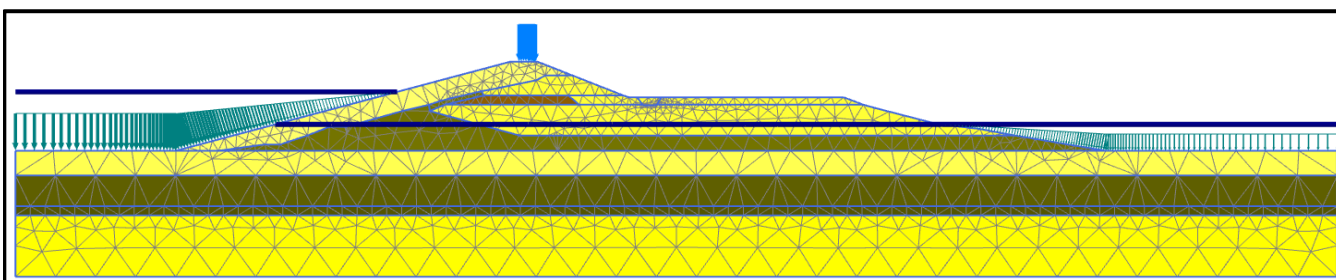
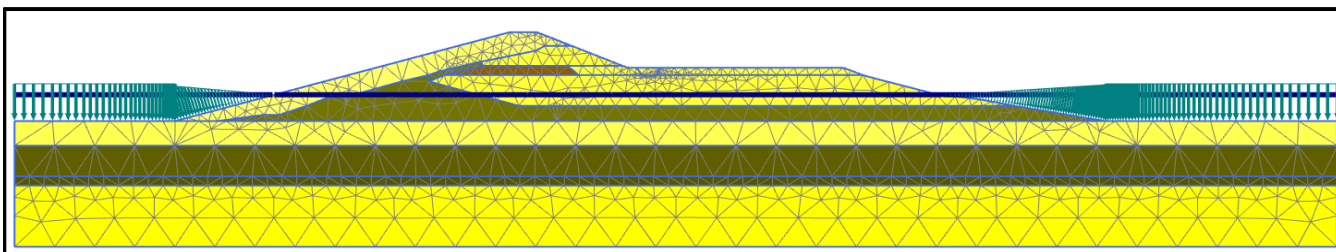
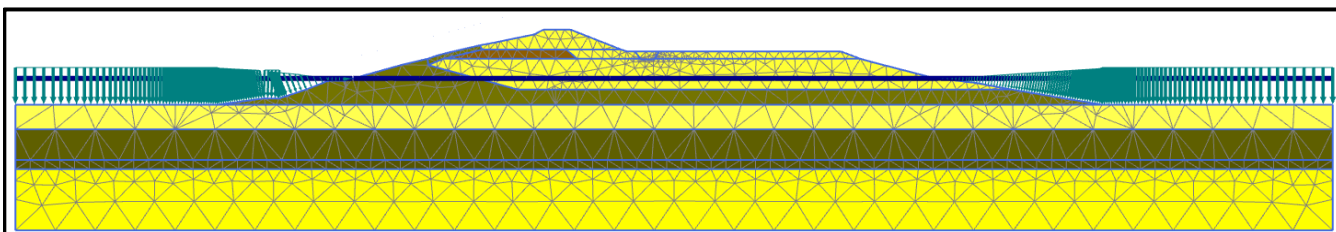


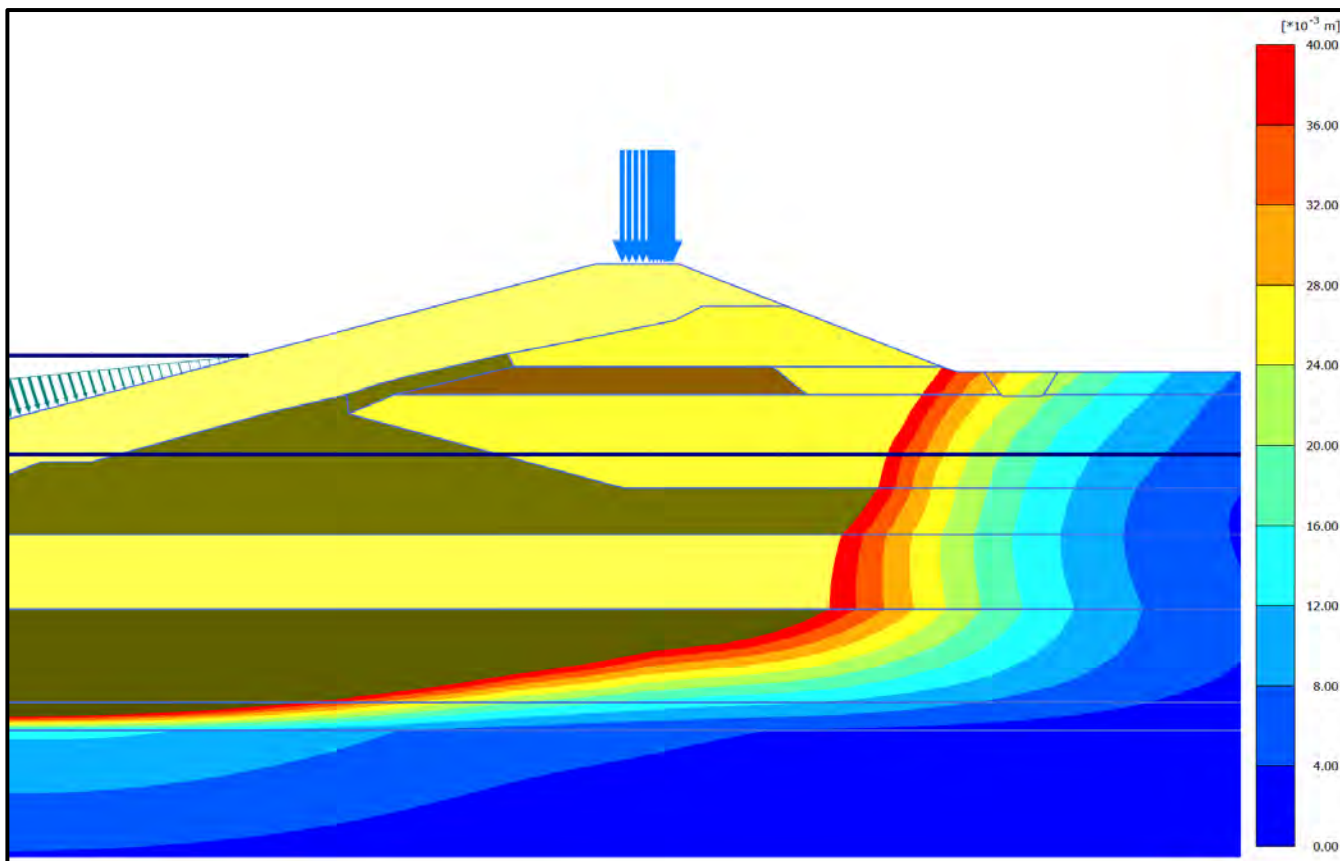




Tabel: Overzicht rekenmethode

General							Deformation control parameters					
ID Phase	Name Phase changes	Start from	Calculation type	Loading type	Pore pressures	Time interval	Ignore undrained	Reset displacement	Reset small strain	Updated mesh	Updated pressure	Ignore suction
InitialPhase	Bestaande situatie, Waddenzee laag		Gravity loading	Staged construction	Phreatic	0 day	Yes					Yes
Phase_1	Ophogen, Waddenzee laag	InitialPhase	Plastic	Staged construction	Phreatic	0 day	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes
Phase_2	Waddenzee extreem omhoog, dijk niet verzadigd	Phase_1	Plastic	Staged construction	Phreatic	0 day	Yes	No	No	No	No	Yes
Phase_3	Verkeersbelasting, ongedraineerd	Phase_2	Plastic	Staged construction	Phreatic	0 day	No	No	No	No	No	Yes
Phase_4	Uitconsolideren verkeersbelasting	Phase_3	Consolidation	Minimum pressure	Previous			No	No	No	No	Yes
Phase_5	Afsluitdijk verzadigd	Phase_4	Plastic	Staged construction	Phreatic	0 day	Yes	No	No	No	No	Yes





Figuur: Visualisatie absolute verplaatsingen ter plaatse van kabelgoot in de maatgevende rekenfase

Addendum zettingsvloeiing bij Kornwerderzand - 8 juli 2015

Onderstaand tekstdeel vervangt het tekstdeel over zettingsvloeiing in paragraaf 5.5 van het Fugro-rapport "Risicobeschouwing elektriciteitskabels, fase 2" d.d. 21 mei 2015.

Zettingsvloeiing

Er is gecontroleerd of de realisatie van de leidingkruising met HDD kan leiden tot zettingsvloeiing. Een zettingsvloeiing treedt op indien bij een toename van de schuifspanning in een losgepakte zandlaag een dusdanige wateroverspanning ontstaat dat verweking van het materiaal optreedt. Een zettingsvloeiing kan alleen optreden indien sprake is van:

1. een initiërend mechanisme;
2. een losgepakte zandlaag met voldoende dikte (> ca. 3 m);
3. een voldoende steil onderwatertalud.

Deze voorwaarden worden hieronder beschouwd:

1. Initiërend mechanisme

Twee aspecten zouden in dit geval kunnen leiden tot een initiatie voor zettingsvloeiing:

- trillingen in de ondergrond ten gevolge van de uitvoering van de HDD;
- ontspanning in de ondergrond ten gevolge van de HDD door tijdsafhankelijke samendrukking van het bentoniet.

Deze twee aspecten zijn niet met berekeningen voor deze specifieke situatie beschouwd. Uit berekeningen bij andere locaties blijkt dat initiatie van zettingsvloeiing kan worden uitgesloten bij verwekingsgevoelige lagen als de onderkant van de HDD-boringen op minimaal 15 m onder deze lagen ligt.

2. Losgepakte zandlaag

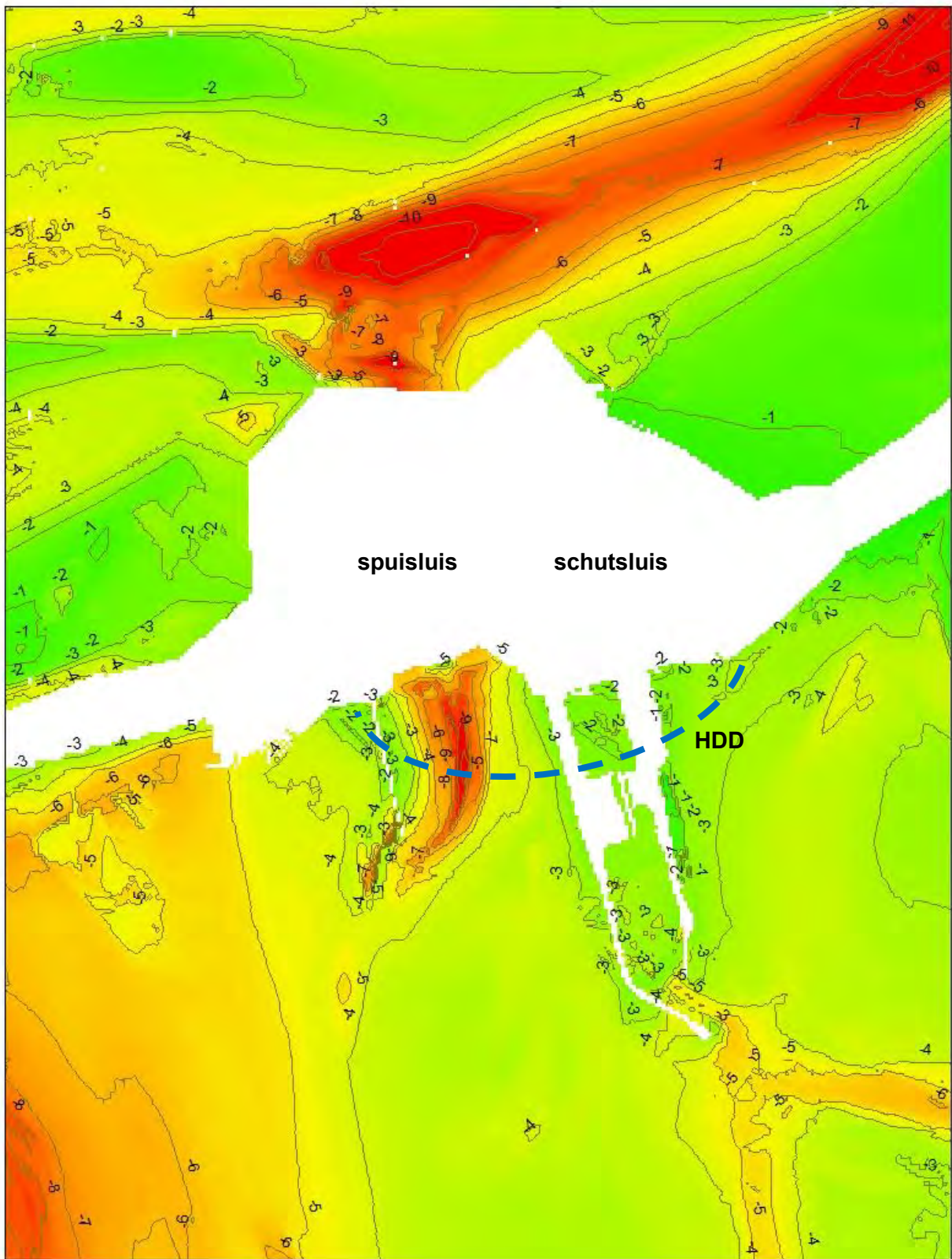
De relatieve dichtheid is een maat voor de pakking van zand. Indien de relatieve dichtheid (R_e) hoger is dan 65% is sprake van vast gepakt zand dan is zettingsvloeiing niet aan de orde. Aan de hand van archiefsondering sondering, DKMP1 (bron: Fugro-project G-7043, t.p.v. KM97.000 langs A7) is de relatieve dichtheid van de zandlagen bepaald, zie bijlage 2.

Hierbij is de relatieve dichtheid bepaald volgens Baldi. Een overzicht van de relatieve dichtheid en verwekingsgevoeligheid van de aanwezige zandlagen is weergegeven in 5.4.

Tabel 5.4 - Overzicht relatieve dichtheid zandlagen op basis van sondering DKMP1, G-7043

Bovenkant laag [m NAP]	Onderkant laag [m NAP]	Dikte laag [m]	Gemiddelde R_e [%]	Zettingsvloeiingsgevoelig
+6,8	-1,0	7,8	20	ja
-1,0	-3,5	2,5	55	ja
-3,5	-7,5	4,0	65	nee
-7,5	-8,5	1,0	35	nee
-8,5	-11,0	2,5	70	nee
-12,0	-14,0	2,0	70	nee

Uit de bepaling van de relatieve dichtheid blijkt dat er tussen NAP +6,8 en -3,5 m verwekingsgevoelige lagen aanwezig zijn. Er is één sondering beschouwd en er is dus niet verkend hoe dit varieert voor andere locaties. Er kan dus niet worden gegarandeerd dat er locaties zijn rondom Kornwerderzand zonder verwekingsgevoelige zandlagen.



Figuur 5.4 – Waterboderniveau rondom Kornwerderzand met globale ligging HDD-boring (opname RWS 2007)

3. Helling onderwatertalud

Bij een flauw onderwatertalud kan zettingsvloeiing worden uitgesloten. Het verloop van het onderwatertalud is herleid uit bij Fugro beschikbare data, die is vrijgegeven door Rijkswaterstaat op 29 november 2007, zie figuur 5.4. Er wordt aangenomen dat de ligging van de waterbodem sindsdien niet ingrijpend is gewijzigd.

Uit deze bathymetrische informatie blijkt dat bij zuidelijke kolk van de schutsluis van Kornwerderzand en ten zuidoosten hiervan de waterdiepte zeer beperkt is en er nauwelijks sprake is van onderwatertaluds. Dit is een zelfde situatie als bij de aanlanding van HDD-boringen bij het transformatorstation bij Breezanddijk, waar ook sprake is van een waterdiepte van 2 à 3 m. Bij deze geringe waterdieptes kan zettingsvloeiing niet optreden.

Ten zuiden van de spuisluis zijn wel grotere waterdieptes gemeten. Hier kruist de HDD-boring een geul van maximaal 10 m diep. De onderwatertaluds langs deze geul hebben hellingen van maximaal 1 : 10 à 1 : 15. Met behulp van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor Primaire Waterkeringen (VTV, katern 9 Voorland) is getoetst of er sprake kan zijn van een afschuiving van het voorland of zettingsvloeiing.

Volgens het VTV is in het getijdengebied nog nooit een inscharing tot aan de waterkering ten gevolge van zettingsvloeiing of afschuiving geconstateerd in natuurlijke geulen waarbij de geuldiepte kleiner was dan 9 m. Dit hangt samen met enerzijds de kans op een instabiliteit, die afneemt naarmate de geuldiepte kleiner is, en anderzijds met de grootte van de inscharing, dus de kans dat de waterkering beschadigd raakt door een instabiliteit; die kans wordt eveneens kleiner bij een kleinere geuldiepte. In de andere watersystemen (zoals het IJsselmeer) zijn de sterkte en belasting bij natuurlijke geulen altijd gunstiger dan in het getijdengebied: het zand is grover en hoekiger en de waterstandvariatie is kleiner. Voor een eerste conservatieve benadering kan het criterium voor bewezen sterkte dat geldt in het getijdengebied daarom ook worden toegepast in het IJsselmeer. Op basis van dit criterium kunnen zettingvloeiing en afschuiving echter niet worden uitgesloten, omdat de geul lokaal 10 m diep is. Bovendien moet rekening worden gehouden met een vergrote (fictieve) geuldiepte door de aanwezigheid van havendammen en de dijk boven water.

In stap 4 van katern 9 van de VTV wordt een geometrische toetsing beschreven. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een rekenregel die berekent of afschuiving mogelijk is op basis van de geometrie van het onderwatertalud. Dit optredingscriterium bevat regels voor de taludhelling van de geul: als de taludhelling nergens zo steil is dat het mechanisme kan optreden, kan op basis daarvan een score 'voldoende' worden gegeven. Het blijkt dat de kans op afschuiving voldoende klein is, omdat de taludhelling tussen de geulrand en geulbodem nergens steiler is dan 1 : 4,5. De kans op zettingsvloeiing is voldoende klein, omdat de taludhelling tussen de geulrand en geulbodem nergens steiler is dan 1 : 7.

Conclusie

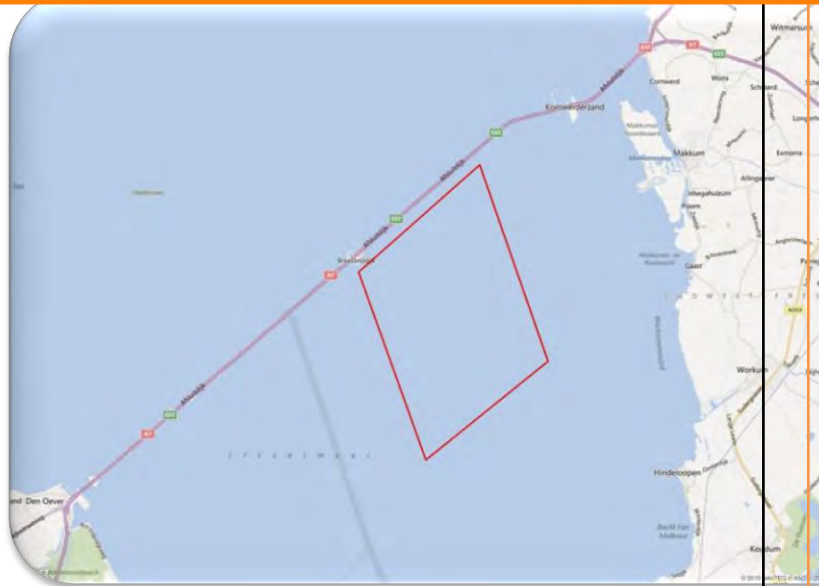
Op basis van bovenstaande beschouwing kan worden geconcludeerd dat het risico op zettingsvloeiing bij Kornwerderzand door toedoen van de voorziene HDD-boringen voldoende klein is.

Bijlage D-16 UXO- rapportage





VOORONDERZOEK Windpark-Fryslân

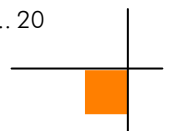


AVG Explosieven Opsporing Nederland

De Grens 7 - 6598 DK Heijen
Postbus 160 - 6590 AD Gennep
K.v.K. Venlo 12029421
Tel. : 0485-802020
Fax : 0485-802084
info@explosievenopsporing.com
www.explosievenopsporing.com

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	AANLEIDING	5
1.2	PROBLEEMSTELLING	5
1.3	DOELSTELLING	5
1.4	ONDERZOEKSGBIED	5
1.5	ONDERZOEKSMETHODE	6
1.5.1	Algemeen	6
1.5.2	Inventarisatie bronnenmateriaal.....	6
1.5.3	Beoordeling bronnenmateriaal	7
1.5.4	Verantwoording.....	7
1.5.5	Leeswijzer	7
2	INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL	8
2.1	EERDER UITGEVOERDE ONDERZOEKEN	8
2.1.1	Rapportages archief AVG	8
2.1.2	Derden	8
2.2	LITERATUUR.....	8
2.2.1	Meidagen 1940	8
2.2.2	Duitse bezetting	9
2.2.3	Bevrijding 1945.....	11
2.2.4	Naoorlogse geschiedenis.....	11
2.3	COLLECTIE STAFKAARTEN TOPOGRAFISCHE DIENST KADASTER TE ZWOLLE	11
2.3.1	Geallieerde stafkaarten	11
2.3.2	Duitse stafkaarten	12
2.3.3	Overig kaartmateriaal	12
2.4	LUCHTFOTO'S.....	12
2.4.1	Geraadpleegde luchtfoto's	12
2.4.2	Geogerefereerde luchtfoto's	13
2.4.3	Luchtfoto-interpretatie 1945.....	14
2.4.4	Luchtfoto-interpretatie huidige situatie	15
2.5	GEMEENTEARCHIEF GEMEENTE SÚDWEST FRYSLÂN	16
2.5.1	Luchtbeschermingsdienst	17
2.5.2	Vliegtuigcrash.....	17
2.5.1	Gesneuvelde militairen	19
2.6	LOCATIEDESKUNDIGE MAJOR ERIC T. ROSLOOT (DEFENSIE).....	19
2.6.1	Groot kaliber schietproeven	19
2.7	NIEUWSBERICHTEN	20



2.7.1	AVG collectie	20
2.8	EXPLOSIEVEN OPRUIMINGS DIENSTEN DEFENSIE (EODD)	23
2.8.1	Collectie ruimrapporten	23
2.9	COLLECTIE MIJNENKAARTEN	23
2.10	SEMI STATISCHE ARCHIEFDIENSTEN MINISTERIE VAN DEFENSIE (SSA)	23
2.10.1	Archief Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD) 1945-1947	23
3	CHRONOLOGIE RELEVANTE GEBEURTENISSEN	25
3.1	INLEIDING	25
3.2	CHRONOLOGIE	25
3.2.1	Meidagen 1940	25
3.2.2	Duitse bezetting	25
3.2.3	Vliegtuigcrashes	25
3.2.4	Bevrijding april 1945	25
3.2.5	Naoorlogse CE-ruimingen	25
4	BEOORDELING BRONNENMATERIAAL	27
4.1	INDICATIE VAN CE IN HET ONDERZOEKSGBIED	27
4.2	LEEMTEN IN KENNIS BRONNENMATERIAAL	27
4.3	SOORT, VERSCHIJNINGSVORM EN AANTALLEN CE	27
4.4	HORIZONTALE BEGRENZING VERDACHT GEBIED	27
4.5	VERTICALE BEGRENZING VERDACHT GEBIED	27
5	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	28
5.1	CONCLUSIE	28
5.2	ADVIES VERVOLGTRAJECT	28
6	BIJLAGEN	29
6.1	BRONNENLIJST	29
6.1.1	Archieven	29
6.1.2	Literatuur	29
6.1.3	Websites	29
6.2	CERTIFICAAT WSCS-OCE	30
6.3	RICHTLIJNEN WSCS-OCE AFBAKENING VERDACHT GEBIEDEN	31
6.4	CE-BODEMBELASTINGKAART (FEITEN)	33
6.5	CE-BODEMBELASTINGKAART	34



Distributielijst

- AVG Explosieven Opsporing Nederland
- Vestigia

Dit document is bestemd voor de opdrachtgever.

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur. (Artikel 16 Auteurswet 1912). Het is de opdrachtgever toegestaan voor intern gebruik kopieën te maken zonder voorafgaande toestemming van de auteur.

Voor informatie, vragen of suggesties:

AVG Explosieven Opsporing Nederland

De Grens 7

6598 DK Heijen

Tel 0485-802020

Fax 0485-802084

Website: www.explosievenopsporing.com / www.uxo.eu

E-mail: info@explosievenopsporing.com

<i>Opdrachtgever</i>	Vestigia
<i>Rapport</i>	1262092-VO-02
<i>Naam</i>	VO Windpark Fryslân
<i>Versie</i>	Definitief
<i>Datum</i>	17 juni 2013
<i>Vrijgegeven door:</i> <i>Paraaf:</i>	M.A. Abee (afdelingshoofd OCE)
<i>Opgesteld door:</i> <i>Paraaf:</i>	Wouter van den Brandhof, MA (historicus)



1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

AVG Explosieven Opsporing Nederland (hierna: AVG) heeft in opdracht van Vestigia een vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven (hierna: CE) uitgevoerd ter plaatse van de projectlocatie 'Windpark Fryslân' gelegen in het Friese deel van het IJsselmeer. Hier zullen in de toekomst diverse waterbodemingrepen worden uitgevoerd ten bate van de aanleg van een windpark van 250-400 MW met bijbehorende ondergrondse electriciteitskabels (zie afbeelding 1).

1.2 Probleemstelling

Er kunnen als gevolg van gevechtshandelingen CE in het onderzoeksgebied zijn achtergebleven. Er ontstaat bij het spontaan aantreffen van CE uit de Tweede Wereldoorlog mogelijk een verhoogd veiligheidsrisico. Onbedoelde detonaties kunnen bij de uitvoering van werkzaamheden in het ergste geval leiden tot dodelijk letsel en zware schade aan materieel en omgeving. Spontane CE vondsten kunnen resulteren in meerwerk-kosten door stagnatie van de uitvoeringswerkzaamheden.

1.3 Doelstelling

Het doel van het vooronderzoek is om aan de hand van een breed scala aan historisch feitenmateriaal een zo genuanceerd mogelijk beeld met betrekking tot het onderzoeksgebied in de Tweede Wereldoorlog te verkrijgen. Aan de hand van deze gegevens wordt een antwoord gegeven op de vraag of en zo ja in welke delen van het onderzoeksgebied er sprake is van een verhoogd risico op het aantreffen van CE. Er zal daarnaast worden ingegaan op de te verwachten soort(en) CE, de verschijningsvorm en de mogelijke hoeveelheid. Het onderzoek resulteert in een horizontale en verticale afbakening van het verdachte gebied door middel van GIS kaartmateriaal en het advies om de werkzaamheden onder reguliere omstandigheden uit te voeren, of om vervolgstappen te zetten in de vorm van de (projectgebonden) risicoanalyse.

1.4 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied ligt in het IJsselmeer ten zuiden van de Afsluitdijk, gemeente Súdwest Fryslân.





Afb. 1.- Begrenzing onderzoeksgebied (rood omlijnd)

1.5 Onderzoeksmethode

1.5.1 Algemeen

Bij het vooronderzoek worden literatuur en historische bronnen verzameld en gestructureerd geordend. Het eindresultaat is een rapportage met een bijbehorende CE-bodembelastingkaart. Het vooronderzoek dient conform de WSCS-OCE te worden uitgevoerd.¹

1.5.2 Inventarisatie bronnenmateriaal

Het bronnenonderzoek vindt plaats op basis van een inventarisatie van:

- Gebeurtenissen die hebben geleid tot de mogelijke aanwezigheid van CE (indicaties);
- Gebeurtenissen die hebben geleid tot de verwijdering van CE (contra-indicaties).

Wij hebben in kader van dit onderzoek de volgende archieven en collecties geraadpleegd:

- Explosieven Opruimings Dienst Defensie (EODD): in het archief van het Explosieven Opruimings Dienst Defensie (EODD) te Soesterberg zijn ruimrapporten van CE aanwezig. Deze rapporten, ook wel bekend als UO's, beslaan een periode van de jaren '70 tot heden. Aan de hand van deze bronnen kan worden vastgesteld waar in het verleden verschillende typen CE zijn geruimd c.q. verwijderd. Een andere belangrijke informatiebron zijn de gedigitaliseerde mijnenkaarten. Deze bronnen geven inzicht in de hoeveelheid gelegde, geruimde en vermiste mijnen;

¹ Werkveldspecifiek certificatieschema voor het systeemcertificaat 'Opsporen CE'



- Universiteit van Wageningen en het Kadaster te Zwolle: een zeer belangrijke informatiebron zijn de geallieerde luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog. Deze bronnen kunnen informatie geven met betrekking tot inslaglocaties van afwerpmunitie, loopgraven, stellingen etc;
- Gemeentearchief: het gemeentearchief van de gemeente Súdwest Fryslân bevat informatie met betrekking de Luchtbeschermingsdienst, oorlogsschade, naoorlogse CE-ruimingen en gesneuvelden;
- Archief AVG: in dit archief zijn documenten uit binnen- en buitenlandse archieven ondergebracht alsmede een selectie van Nederlandse en geallieerde gevechtsverslagen uit de jaren 1940, 1944, 1945 en oude CE gerelateerde krantenartikelen ondergebracht;
- Database AVG: de AVG database en de boeken- en tijdschriftencollectie. Dit betreft een grote hoeveelheid literatuur over plaatsen door geheel Nederland in de Tweede Wereldoorlog.

1.5.3 Beoordeling bronnenmateriaal

In deze fase van het vooronderzoek worden de indicaties en contra-indicaties uit het bronnenonderzoek beoordeeld. Op basis van deze gegevens wordt gemotiveerd vastgesteld of er sprake is van een van een op CE verdacht gebied. Indien er sprake is van een verdacht gebied, dan wordt tevens bepaald: de (sub)soort, de mogelijke aantallen en de verschijningsvorm van de vermoedelijk aanwezige CE, alsmede de horizontale en verticale afbakening van het verdachte gebied.

Bij de beoordeling van bronnenmateriaal is gebruikgemaakt van het geografisch informatie systeem (GIS). De indicaties en contra-indicaties zijn vertaald naar een locatie in het RD-coördinatenstelsel en verwerkt in GIS. De GIS dataset wordt mede gebruikt om te beoordelen of het onderzoeksgebied, of delen daarvan, verdacht is op de mogelijke aanwezigheid van CE.

1.5.4 Verantwoording

Het vooronderzoek is tot stand gekomen dankzij de volgende personen:

- Dhr. W. van den Brandhof, MA (historicus): uitvoering van het vooronderzoek;
- Dhr. P.P.M. Gieben (information manager): GIS kaartmateriaal;
- Dhr. M.A. Abee (afdelingshoofd OCE): interne beoordeling opzet en inhoud rapportage;
- Dhr. J.W.J. de Beer (manager OCE): interne beoordeling opzet en inhoud rapportage.

1.5.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de resultaten van het literatuur- en het archiefonderzoek.

In hoofdstuk 3 zijn de relevante indicaties en contra-indicaties chronologisch geordend in een lijst van gebeurtenissen. In dit hoofdstuk is tevens bepaald of de lijst met gebeurtenissen voldoende indicaties bevat, waaruit blijkt dat ter plaatse van de onderzoekslocatie mogelijk CE aanwezig zijn.

Hoofdstuk 4 is het resultaat van de beoordeling van bronnenmateriaal. De bij hoofdstuk 4 behorende CE-bodembelastingkaart is opgenomen in bijlage 3.

Conclusies en aanbevelingen komen aan de orde in hoofdstuk 5.



2 INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL

2.1 Eerder uitgevoerde onderzoeken

2.1.1 Rapportages archief AVG

Er is door medewerkers van AVG in het verleden één vooronderzoek op het grondgebied van de gemeente Súdwest Fryslân uitgevoerd. Het betreft het project 'Vooronderzoek TenneT 380 Kv Noordwest' met het projectnummer 1262006-VO-01. In deze rapportage staat geen informatie die relevant is voor dit vooronderzoek.

2.1.2 Derden

Er zijn in het AVG archief geen door civiele explosieven opruimingsbedrijven uitgevoerde vooronderzoeken van de directe omgeving van het onderzoeksgebied beschikbaar. Uit een zoekslag op het internet blijkt dat er in 2006 een explosievenonderzoek is uitgevoerd in verband met een nieuw te realiseren Spuisluizencomplex. De locatie bevond zich even ten westen van Kornwerderzand, nabij de knik in het noordelijk deel van de Afsluitdijk.²

2.2 Literatuur

2.2.1 Meidagen 1940

De 6. en de 18. Armee vielen op 10 mei 1940 Nederland binnen in kader van het door Hitler bevolen Fall Gelb. De 6. Armee trok door het zuidelijk deel van Nederland richting het Albertkanaal. De hoofdaanval van de 18. Armee was gericht op de Moerdijkbruggen die door Duitse parachutisten waren veroverd. De Moerdijkbruggen waren de toegangspoort naar Vesting Holland waar het Nederlandse opperbevel, koningin Wilhelmina en de regering zetelden.

Nederland was van groot belang voor de Luftwaffe (de Duitse luchtmacht). De vliegvelden zouden worden gebruikt voor de strijd tegen Groot-Brittannië en tegelijkertijd kon het Ruhrgebied alleen afdoende worden beschermd tegen vijandelijke luchtaanvallen wanneer er Nederlands grondgebied aan het Derde Rijk was toegevoegd.

Het onderzoeksgebied lag niet binnen de regio waar luchtlandingen werden uitgevoerd, of in de nabijheid van de belangrijkste aanvalsassen van de 6. en de 18. Armee.

De opmarsroute van de 1. Kavallerie-Division, die onderdeel uitmaakte van de 18. Armee, liep in de meidagen van 1940 door de noordelijke Nederlandse provincies. Eenheden van de desbetreffende divisie rukten op richting de Afsluitdijk. Het was noodzakelijk om de sluiscomplexen van Kornwerderzand en Den Oever te veroveren, omdat vanaf deze locaties de Nederlandse inundaties van de Grebbelinie en de Waterlinie konden worden beheerst. De inundaties zouden aan betekenis inboeten

² <http://www.bannelisderuiter.nl/projecten/spuicomplex-afsluitdijk>

wanneer de beide sluiscomplexen in Duitse handen waren gevallen, omdat dan het waterpeil van het IJsselmeer kon worden verlaagd.³

Het ten westen van het onderzoeksgebied gelegen gehucht Breezanddijk werd sinds 9 mei 1940 bewaakt door een sectie van de 45e Reserve Grenscompagnie. Daar was de daarop volgende dag versterking bij gekomen in de vorm van vier stuks 3.7 cm geschut. Het complex Breezanddijk stelde op dat op dat moment niet veel voor: er was sprake van slechts een viertal gebouwen. De te Breezanddijk gelegerde militairen waren o.a. belast met het 'in de rug beveiligen' van zowel Kornwerderzand als de nachtelijke aan- en afvoer over de Afsluitdijk.⁴

Niet zozeer Breezanddijk, maar wel het ten noordoosten van het onderzoeksgebied gelegen complex van Kornwerderzand werd het toneel van zware grondgevechten. Er lagen hier twee linies, bestaande uit voor die tijd zeer moderne kazematten. Alleen de eerste linie, bestaande uit zeven gevechtsskazematten, nam in de meidagen van 1940 deel aan de gevechtshandelingen.⁵

De Nederlandse verdedigers beschikten o.a. over zware Schwarzloze machinegeweren, vier stuks 5 cm geschut die de kop van de Afsluitdijk konden bestrijken, 2 cm kanonnen tegen luchtdoelen en landmijnen. Zij werden door duikbommenwerpers van de Luftwaffe met (brand-)bommen en boordwapens bestookt. Er was daarnaast sprake van geschutsvuur. Het Duitse geschut stond bij de kop van de Afsluitdijk opgesteld. De aanvallers maakten gebruik van 3.7 cm Panzer Abwehr Kanone, licht luchtafweergeschut en 8.8 cm Flak. De Nederlandse verdedigers kregen op hun beurt vuursteun van de met 15 cm kanonnen uitgeruste kannoneerboot Johan Maurits van Naussau. Dit Marineschip voer ten noorden van de Afsluitdijk door de Doove Balg en nam doelen onder vuur die ruim 18 kilometer verderop lagen.⁶ Er werden meer dan honderd 15 cm granaten afgevuurd.⁷

2.2.2 Duitse bezetting

In het bijzonder de ten noordoosten van het onderzoeksgebied gelegen regio Kornwerderzand heeft gedurende de bezettingsjaren geleden onder bombardementen, vliegtuigbeschietingen en vliegtuigcrashes. In het onderstaande overzicht wordt de luchtoorlog in het desbetreffende gebied, alsmede de regio Breezanddijk besproken. De locaties die relatief het dichtst in de buurt van het onderzoeksgebied liggen zijn vetgedrukt weergegeven:

Datum	Document bombardementen archief AVG	Zwanenburg, En nooit was het stil...(deel 1 en 2)	Omschrijving
10 mei 1940	X		Messerschmitt Bf 109 E-3 bij het Monument op de Afsluitdijk gecrasht ⁸
12 mei 1940	X		Afsluitdijk te te Kornwerderzand door brandbommen getroffen
12 mei 1940	X		Duits bombardement op de Hr. Ms. Brinio die op ca. 6000 meter ten zuidoosten van het Monu-

³ H. Amersfoort / P. Kamphuis (red.), *Mei 1940. De strijd op Nederlands Grondgebied* ('s-Gravenhage 2005) 313.

⁴ O.J. Siersema / V.E. Nierstrasz, *De stelling van Den Helder. Mei 1940* ('s-Gravenhage 1960) 33.

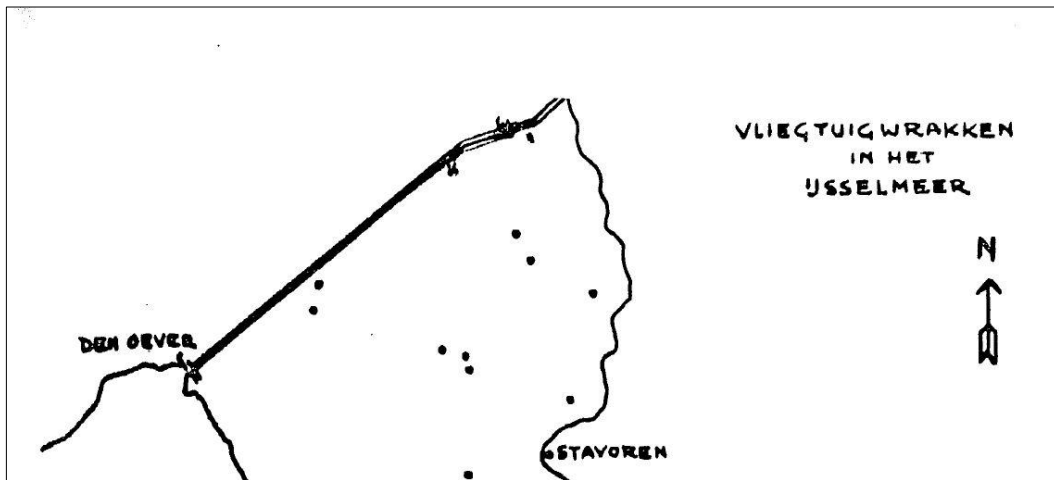
⁵ Q.J. Ham, 'De verdedigingswerken aan het Kornwerderzand gedurende de oorlogsdagen', in: *De Militaire Spectator* (1941) 171-172.

⁶ Siersema / V.E. Nierstrasz, *De stelling van Den Helder. Mei 1940*, 328.

⁷ L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog. Deel 3. Mei '40* ('s-Gravenhage 1970) 318.

⁸ <http://www.bhummel.dds.nl/gif/duitseverliezen.html>. Er wordt hier over 11 in plaats van 10 mei 1940 gesproken.

			ment op de Afsluitdijk ten anker lag
12 mei 1940	X		7 Duitse vliegtuigen nemen het detachement bij Breezanddijk gedurende 20 minuten onder vuur met boordwapens
13 mei 1940	X		Kornwerderzand door bommen getroffen
14 mei 1940	X		De Wonsstelling te Kornwerderzand door bommen getroffen
14 mei 1940	X		Duitse stellingen bij Kornwerderzand door de artillerie vanaf een Marineschip getroffen
2 september 1941	X		Hampden Mk I X3144 OL-N van het No. 83 Squadron om 00.00 uur verongelukt bij Kornwerderzand.
25 maart 1942	X		Manchester L7390 ZN- van het No. 106 squadron 22.28 uur verongelukt in het IJsselmeer bij Kornwerderzand.
31 mei / 1 juni 1942	X		Bombardement op de Afsluitdijk nabij Friesland.
26 juni 1942	X		Stirling Mk I W7442 YZ-B van het No. 1651 Conversion Unit Squadron in de Waddenzee bij Kornwerderzand gecrasht.
31 mei / 1 juni 1942		X	Aanvallen op de Afsluitdijk door vliegtuigen van Fighter Command
27 oktober 1942	X		Messerschmitt Bf 110 G9+MY met Werkenummer 2664 van het 11./NJG 1 om 22.15 uur verongelukt tegen de Afsluitdijk.
27 november 1942	X		Messerschmitt Bf 110 van het 2./NJG 1 bij Breezand tegen de Afsluitdijk gecrasht.
15 april 1944		X	Een vrachtwagen wordt halverwege de Afsluitdijk met boordwapens beschoten door vliegtuigen van de 8th Air Force
21 mei 1944		X	Geallieerde luchtaanvallen op steunpunten op de Afsluitdijk, uitgevoerd door jagers die terugkeerden uit Duitsland
Nacht van 12 op 13 juni 1943	X		Avro Lancaster van No. 83 Squadron (ED-603) in het noordelijk deel van het IJsselmeer neergestort, ten westen van het onderzoeksgebied. De bommenwerper had deelgenomen aan een aanval op Bochum en werd neergeschoten door de nachtjagerpilot Rudolf Sigmund
6 juli 1944	X		Hudson Mk IIIA FK790 MA-R van het No. 161 Special Duties Squadron (verantwoordelijk voor het droppen van geheim agenten) verongelukt in het IJsselmeer, vier kilometer ten zuidwesten van Kornwerderzand [N.B. dit door een Duitse nachtjager neergeschoten vliegtuig werd in 1997 geborgen. Er wordt in het boek 'de luchtoorlog boven Zuidwest Friesland op p. 286-287 overigens ten onrechte over een Stirling bommenwerper gesproken]
30 augustus 1944	X		Bombardement met twee bommen op Kornwerderzand door uit Duitsland teruggekeerde Amerikaanse bommenwerpers van 8th Air Force
5 / 6 december 1944		X	Luchtaanvallen met boordwapens door jachtvliegtuigen van de 2nd Tactical Air Force op doelen op de Afsluitdijk
6/7 december 1944		X	Geallieerde luchtaanvallen op verkeer over de Afsluitdijk
11 / 12 december 1944		X	Geallieerde luchtaanvallen van de 2nd Tactical Air Force op verkeer over de Afsluitdijk
19 april 1945		X	Gewapende verkenningen door vliegtuigen van de 2nd Tactical Air Force boven de Afsluitdijk



Afb.2. - Locaties vliegtuigcrashes, aangegeven met zwarte stippen. Bron uitsnede: S.L. Veenstra, *In de schaduw van de glorie: overzicht van vliegtuigbergingen in Nederland: 1960-1977* (Zutphen 1999) 9.

2.2.3 Bevrijding 1945

De Duitse bezetter was bang voor geallieerde luchtlandingen bij de Afsluitdijk. Dit leidde tot de onderwaterzetting van de Wieringermeerpolder op 17 april 1945.⁹

Eenheden van de 3rd Canadian Infantry Division rukten in april 1945 op naar Friesland. Zes Canadese militairen van The Queen's Own Rifles of Canada, 8th Canadian Infantry Brigade, sneuvelden op 15 en 16 april 1945 bij gevechten in de regio Wons bij de Afsluitdijk. Er wordt in de regimental history van de desbetreffende eenheid melding gemaakt van een kort gevecht voorafgaand aan de bevrijding van Witmarsum en Kornwerderzand op 17 april 1945.¹⁰ Kornwerderzand werd door Canadese artillerie onder vuur genomen.¹¹

2.2.4 Naoorlogse geschiedenis

Er zijn geen gegevens met betrekking tot de naoorlogse geschiedenis bekend.

2.3 Collectie stafkaarten Topografische Dienst Kadaster te Zwolle

2.3.1 Geallieerde stafkaarten

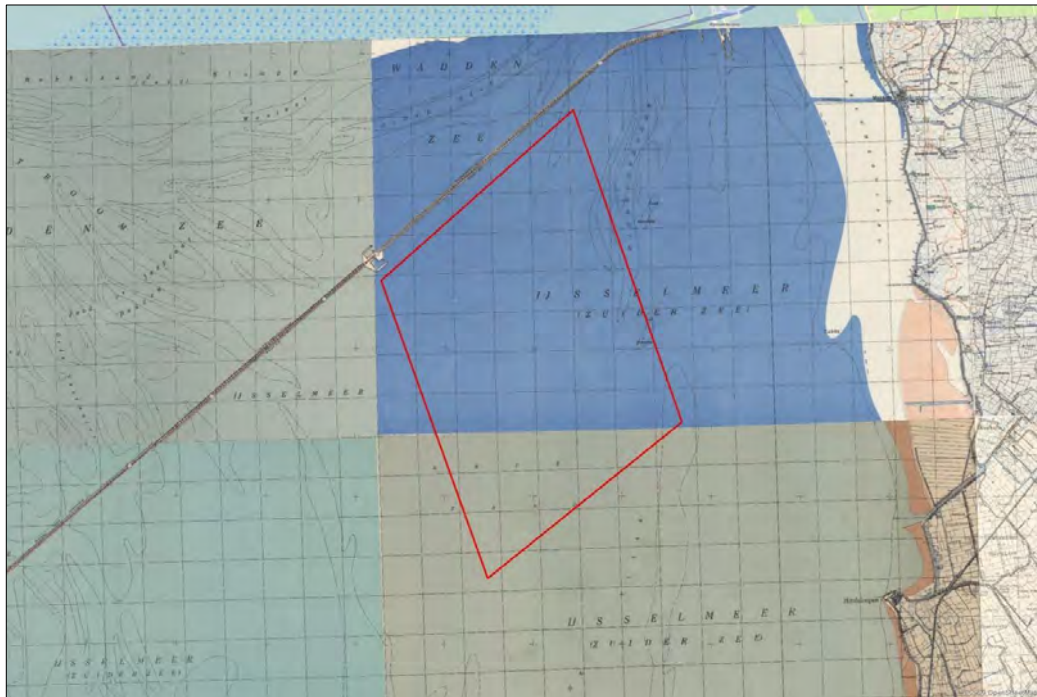
Het onderzoeksgebied staat op de stafkaarten, 'Afsluit Dijk' sheet 316A (First Edition 1943) en 'Mak-kum' sheet 317 (First Edition 1943), beiden met het Nord de Guerre coördinatenstelsel. Deze kaarten hebben een schaal van 1:25.000. Er zijn in het AVG archief geen defence overprint kaarten van het onderzoeksgebied aanwezig.

⁹ C.Klep / B. Schoenmaker (red.), *De bevrijding van Nederland 1944 – 1945. Oorlog op de flank* (Den Haag 1995) 300.

¹⁰ W.T. Barnard, *The Queen's own Rifles of Canada 1860-1960* (1960) 258-259.

¹¹ 'Kornwerderzand, vestingwerken en kazemattenmuseum'.





Afb.3. - Geallieerde stafkaarten van het onderzoeksgebied, gepositioneerd door middel van GIS. Rode omlijning: onderzoeksgebied

2.3.2 Duitse stafkaarten

Er is in het AVG archief één relevante Duitse stafkaart van het onderzoeksgebied aanwezig. Dit is de Topografische Karte der Niederlande 1:50.000, Truppenkarte 10 West Sneek (uitgave juli 1941). Op deze stafkaart staan geen relevante gegevens vermeld.

2.3.3 Overig kaartmateriaal

In het AVG archief zijn geen andere relevante kaarten aanwezig.

2.4 Luchtfoto's

2.4.1 Geraadpleegde luchtfoto's

Het archief van de Afdeling Speciale Collecties van de Wageningen Universiteitsbibliotheek is in kader van het vooronderzoek geraadpleegd. Dit archief bevat circa 93.000 luchtverkenningfoto's, die zijn gemaakt door de Royal Air Force (RAF) en United States Army Air Forces (USAAF) tijdens de Tweede Wereldoorlog. De volgende luchtfoto's zijn verzameld:

Datum	Vlucht	Fotonummer	Kwaliteit	Collectie
20 april 1945	290	4079	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4080	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4082	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4084	B	Afdeling Speciale Collecties WUR

Datum	Vlucht	Fotonummer	Kwaliteit	Collectie
20 april 1945	290	4086	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4088	B	Afdeling Speciale Collecties WUR

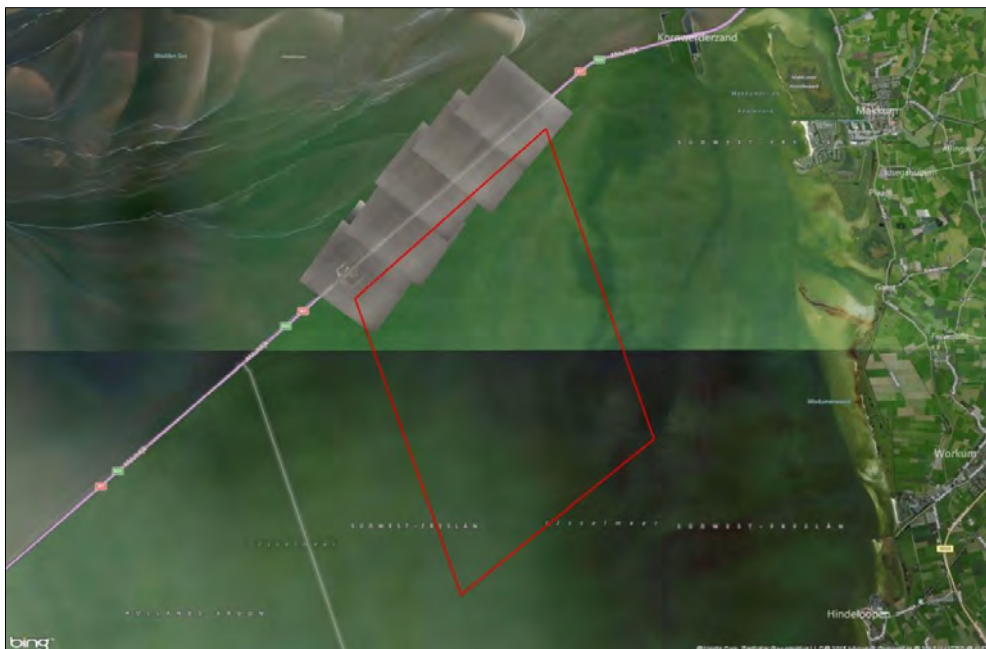
Het archief van de Topografische Dienst te Zwolle is eveneens geraadpleegd. Dit archief bevat circa 110.000 luchtverkenningfoto's uit de oorlogsperiode, gemaakt door de RAF en USAAF. Het archief bestaat ook deels uit voor- en naoorlogse luchtfoto's. Er zijn hier geen relevante luchtfoto's van het onderzoeksgebied aanwezig.

2.4.2 Georeferereerde luchtfoto's

De onderstaande luchtfoto's zijn georeferereerd in GIS:

Datum	Vlucht	Fotonummer	Kwaliteit	Collectie
20 april 1945	290	4079	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4080	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4082	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4084	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4086	B	Afdeling Speciale Collecties WUR
20 april 1945	290	4088	B	Afdeling Speciale Collecties WUR

De luchtfoto's zijn als categorie B gekwalificeerd. Dat betekent dat de luchtfoto's een kwalitatieve beperking hebben voor wat betreft de luchtfoto interpretatie.



Afb.4.- Luchtfotocollage van het onderzoeksgebied. De luchtfoto's d.d. 20 april 1945 zijn gepositioneerd door middel van GIS.



*Afb.5.- Luchtfoto van Breezanddijk d.d. 20 april 1945.
De luchtfoto is gepositioneerd door middel van GIS. Rode omlijning: begrenzing onderzoeksgebied*

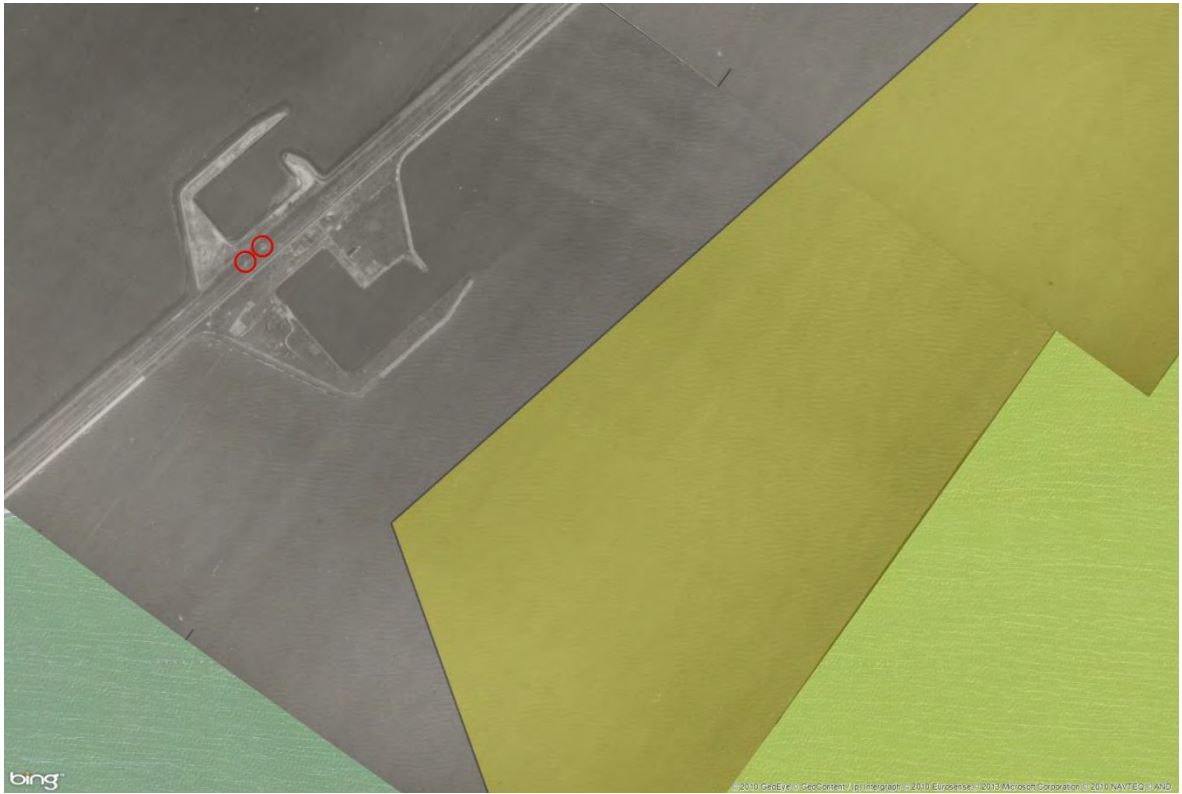
2.4.3 Luchtfoto-interpretatie 1945

Een belangrijk selectie criterium voor de luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog is de opnamedatum. De voorkeur ging primair uit naar 'jonge' luchtfoto's met een zo laat mogelijke opnamedatum uit de Tweede Wereldoorlog, dat wil zeggen: luchtfoto's die na de belangrijkste gevechtshandelingen zijn gemaakt. Er is daarnaast rekening gehouden met de kwaliteit van de luchtfoto's, alsmede de schaal. Er kan naar aanleiding van de luchtfotoanalyse worden geconcludeerd dat er geen sporen van gevechtshandelingen in het onderzoeksgebied zichtbaar zijn.

20 april 1945:

Het grootste gedeelte van de gebruikte luchtfoto's bestaat alleen uit water. Er zijn bij Breezanddijk sporen zichtbaar die duiden op militaire activiteiten. Het betreft een loopgraaf, aan de westzijde en langs de verharde weg zijn enkele constructies zichtbaar (mogelijk bunkers). Dit kan vanwege de kwaliteit van de beschikbare luchtfoto's echter niet met zekerheid worden vastgesteld. Daarnaast zijn er 2 (vermoedelijke) bomkraters met een doorsnee van ca. 4.5 meter zichtbaar. Er zijn vanaf Breezanddijk richting Kornwerderzand schuilgaten langs de verharde weg waargenomen.

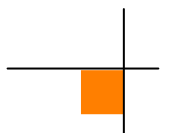




*Afb.6.- Luchtfoto van het Breezanddijk van 20 april 15. De twee vermoedelijke bomkraters zijn rood omcirkeld.
Gearceerde gebied: onderzoeksgebied.*

2.4.4 Luchtfoto-interpretatie huidige situatie

Het onderzoeksgebied in de huidige situatie is geanalyseerd met behulp van google maps, google earth en bing maps. Uit een vergelijking van deze luchtfoto's met de in paragraaf 2.4.3. besproken exemplaren blijkt dat het onderzoeksgebied nauwelijks is veranderd. Bij Breezanddijk is de Afsluitdijk aan de zuidzijde verbreed en Breezanddijk is aan de oostzijde vergroot. Er is hier tegenwoordig een tankstation aanwezig.





Afb.7.- Luchtfoto van het Breezanddijk . De geel-zwarte lijn geeft de zuidelijke waterlijn van de Afsluitdijk van 1945 weer. Rode omlijning: onderzoeksgebied

2.5 Gemeentearchief gemeente Súdwest Fryslân

De huidige gemeente Súdwest Fryslân bestond in de Tweede Wereldoorlog uit de volgende (voormalige) gemeenten:

- Voormalige gemeente Bolsward
- Voormalige gemeente Nijefurd
- Voormalige gemeente Sneek
- Voormalige gemeente Wûnseradiel
- Voormalige gemeente Wymbritseradeel

Het onderzoeksgebied lag in de Tweede Wereldoorlog in de toenmalige gemeente Wûnseradiel.

Bij het gemeentearchief werden de volgende inventarisnummers geraadpleegd:

gemeentearchief Wûnseradiel	Periode
1.776.1 (1142) Identificatie en begraven van militairen. Algemene zaken	Onbekend
1.782.11 Opsporing explosief Oude Nieuwbuurt te Makkum	2003
1.783 Opsporing en ruiming explosieven in het van Panhuyskanaal onder Makkum (I)	2007-2008
1.783 Opsporing en ruiming van explosieven in het van Panhuyskanaal onder Makkum (II) – bijdrage in kosten ruiming	2007-2010
1.783 Ruiming explosieven, mijnen en munitie	Onbekend
1.783 (4627) Berging vliegtuigwrak Lockheed Hudon uit het IJsselmeer nabij Kornwerderzand	1997-1999

gemeentearchief W0nseradiel	Periode
1.842.913 (1302) Oorlogs en bezettingsschade	Onbekend
1.842.913 (1310) Vergoeding van materiële oorlogsschade aan particulieren	Onbekend
1.853.22 Kazemattenmuseum te Kornwerderzand	Onbekend
1.865 (4174) Schietoefeningen Breezanddijk	Onbekend
1.865 (2002) Landsverdediging	Onbekend

2.5.1 Luchtbeschermingsdienst

Er zijn in het gemeentearchief geen documenten van de Luchtbeschermingsdienst aanwezig. De Luchtbeschermingsdienst was tijdens de Tweede Wereldoorlog onder andere verantwoordelijk voor het geven van luchtalarm bij bombardementen, het controleren van verduisteringsmaatregelen en het opnemen van schade na uitgevoerde bombardementen en vliegtuigbeschietingen.

2.5.2 Vliegtuigcrash

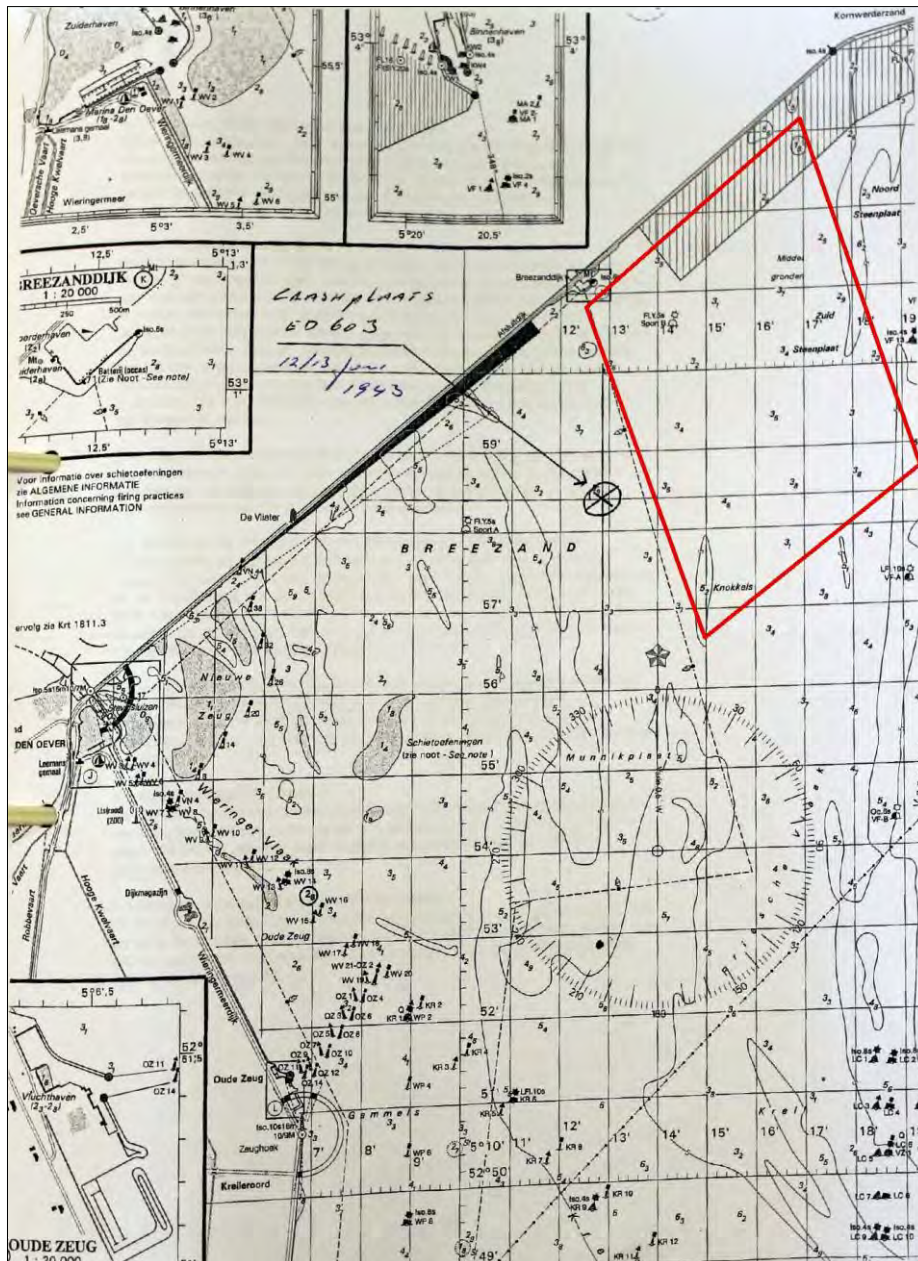
Er is in het gemeentearchief informatie aanwezig met betrekking tot de locatie van een op 6 juli 1944 bij Breezanddijk neergestorte Lockheed Hudson van het Special Duties Squadron. De crashlocatie bevindt zich op 4 kilometer ten westen van Kornwerderzand. De Hudson werd in 1997 geborgen met assistentie van de Duik- en Demontegroep. Men trof in de wrakresten de overblijfselen van de gezagvoerder aan, alsmede .303 inch boordwapenmunitie, een seinpistool, machinegeweren en staven dynamiet.



Afb.8.- Vondsten afkomstig van de Lockheed Hudson, waaronder staven dynamiet.



Er zijn in het gemeentearchief tevens gegevens aanwezig met betrekking tot de crashlocatie van een in de nacht van 12 op 13 juni 1943 neergestorte Lancaster bommenwerper van No. 83 Squadron. Deze locatie bevindt zich ten westen van het onderzoeksgebied. Uit de SGLO verlieslijst blijkt dat de motor en kleine vliegtuigonderdelen in 1997 zijn geborgen door de Aircraft Recovery Group. Meerdere bemanningsleden van het vliegtuig worden tot op de dag van vandaag vermist.¹²



Afb. 9.- Locatie Lancaster bommenwerper en onderzoeksgebied (rood omlijnd)

¹² <http://www.org1940-1945.nl/lancaster%20ol-o%20pagina%201.htm>

2.5.1 Gesneuvelde militairen

Er spoelde op 26 juni 1943 te Breezanddijk een gesneuvelde militair aan. Dit betrof vermoedelijk een bemanningslid van een vliegtuig.

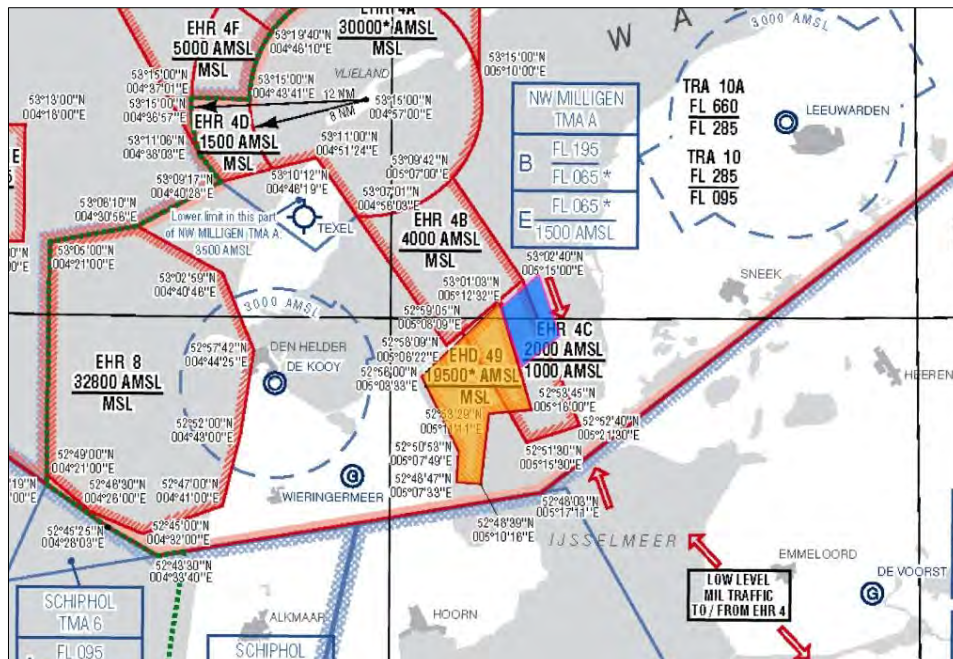
25. Waier	22- 6-1943	idem	??	Makkum
26. Kinsen, A.T.	22- 6-1943	idem	1017417	Makkum
27. ??	22- 6-1943	idem	131234	Mak krum
28. ?? (3 personen)	22- 6-1943	idem	gene	Makkum
29. Uffeij, C.	26- 6-1943	Breezanddijk	B86752	Makkum
30. Stuckeij, W.	????	IJsselmeer	51042	Makkum
31. Grady G. Hunt	22- 6-1944	idem	0675432	Makkum

Afb. 10.- Gesneuvelde militair Breezanddijk

2.6 Locatiedeskundige majoor Eric T. Rosloot (defensie)

2.6.1 Groot kaliber schietproeven

De historicus van AVG heeft contact opgenomen met majoor Eric T. Rosloot, hoofd Groot Kaliber Schietproeven van het Kenniscentrum Wapensystemen en Munitie naar aanleiding van defensie schietoefeningen vanaf Breezanddijk. De meest recente oefening met 155 mm munitie werd van 27 tot en met 31 mei 2013 gehouden. Er is in het verleden tevens met 25 mm munitie geschoten. Naar aanleiding van de door dhr. Rosloot op 13 juni 2013 via de e-mail aangeleverde informatie kan worden geconcludeerd dat er geen gegevens beschikbaar zijn die erop wijzen dat er schietoefeningen in het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden.



Afb. 11. – Webbron. Bron afbeelding: defensie DMO. Blauw gearceerde gebied: onderzoeksgebied. Geel gearceerde gebied: gebied schietoefeningen

2.7 Nieuwsberichten

2.7.1 AVG collectie

De collectie CE gerelateerde nieuwsberichten is in het AVG bedrijfsarchief is geraadpleegd. In dit archief zijn meerdere berichten gevonden die betrekking hebben op Breezanddijk. Er werden in 1960 te Breezanddijk militaire oefeningen gehouden, waarbij men oefengranaten afvuurde in de richting van de Noorderdijk te Wieringerwerf.

Er zijn meerdere militaire vliegtuigen in de omgeving Breezanddijk neergestort, zowel tijdens als na de Tweede Wereldoorlog. Een gebied van twee vierkante kilometer tussen Breezanddijk en Kornwerd werd in 1997 tot verboden gebied verklaard vanwege de berging van een in 1944 neergestorte Hudson. Er stortte in 1982 een Duitse Starfighter neer, op tussen de ca. 5 en 7 kilometer afstand van Breezanddijk. Defensie heeft in 2012 een Messerschmitt Bf 109 in het IJsselmeer geborgen bij het monument op de Afsluitdijk.



Afb. 12. – Krantenartikel. Bron afbeelding: Nieuwsblad van het Noorden d.d. 25 mei 1940

Granaten uit koers: twee koeien gewond

Drie granaten zijn gistermiddag ingeslagen in de onmiddellijke omgeving van het landbouwbedrijf van de heer J. Breed aan de Noorderweg in Wieringerwerf (gem. Wieringermeer). Twee granaten kwamen in het grasveldje voor de woning terecht, de derde viel honderd meter verder in het weiland van een buurman.

De projectielen bleken afkomstig van een stuk geschut waarmee militairen op de Breezanddijk (Afsluitdijk) aan het oefenen waren. Twee koeien van de heer Breed liepen verwondingen op door rondvliegende scherven. Zij moesten worden behandeld door een veearts. De commandant van de betreffende geschutsafdeling en de marechaussee uit Den Heider arriveerden spoedig op de plaats waar de granaten waren ingeslagen om een onderzoek in te stellen.

Afb. 13. – Krantenartikel. Bron afbeelding: Het Vrije Volk d.d. 19 mei 1960

Explosie te Kornwerderzand Twee militairen bij beproeven van kanon gedood

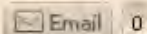
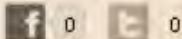
Vanmorgen omstreeks tien uur zijn te Kornwerderzand op de Afsluitdijk twee militairen op slag gedood, toen bij het beproeven van de vuurmond van een aldaar opgesteld kanon, een granaat ontplofte. Het waren twee onderofficieren, behorende tot een inspectieploeg van de 105e Technische Dienst Basisveldherstelcompagnie, namelijk de 31-jarige sergeant eerste klas P. Hopman uit Amsterdam en de 35-jarige sergeant eerste klas W. C. P. Kat uit Haarlem, die bij dit ongeluk het leven verloren. Beiden waren gehuwd. De heer Hopman was vader van een kind; de heer Kat had twee kinderen.

Over de toedracht van het ongeluk staat nog niets met zekerheid vast. Andere leden van de inspectieploeg, die tijdens het ongeval niet in de buurt waren, verklaarden, dat alle voorgeschreven veiligheidsmaatregelen waren getroffen. Er waren tevoren twee granaten met hetzelfde kanon afgevuurd. De derde granaat moet voor of tijdens het afschieten zijn geëxplodeerd. De commandant van de 105e T.D. Basisherstelveldecompagnie leidt persoonlijk het onderzoek naar de oorzaak van het ongeluk. Er is een enorme ravage aangericht, die de reconstructie van de toedracht ten zeerste bemoeilijkt.

Afb. 14. – Krantenartikel. Bron afbeelding: Leeuwarder Courant d.d. 24 juni 1959

Defensie haalt Messerschmitt uit IJsselmeer

deel dit artikel via



tags

Argus Arie Kappert

Defensie duikers

Duitsland

Explosieven

IJsselmeer landmacht

Lockheed Hudson

luchtmacht Luftwaffe

marine

tweede wereldoorlog

vliegtuig

BREEZANDDIJK – Defensie heeft een Messerschmitt Bf 109 uit het IJsselmeer gehaald. Het wrak zou vlak bij het monument op de Afsluitdijk hebben gelegen. Er zijn geen stoffelijke resten gevonden.

Op aanwijzing van een groep duikers heeft Defensie het Duitse jachtvliegtuig uit de Tweede Wereldoorlog aangetroffen. De duikers waren op zoek naar een vermiste Lockheed Hudson uit de Tweede Wereldoorlog, maar stuitten dus op de Messerschmitt.

Omdat geïnteresseerde sportduikers al gauw op de hoogte waren van de positie van het vliegtuigje, kwam Defensie snel in actie. „Mogelijke wapens en munitie aan boord kunnen, zoals in het verleden bleek, leiden tot gevaarlijke situaties”, aldus Defensie.

Afb. 15. – Webbron. Bron afbeelding: website Bolswards Nieuwsblad

Jager stort neer

DEN HAAG — Duikers van de Marine zijn vandaag begonnen met een zoekactie naar het stoffelijke overschot van de Westduitse piloot die gisteravond met zijn Starfighter neerstortte. De brokstukken van het vliegtuig zijn gevonden in het IJsselmeer, 7 kilometer ten zuiden van Breezanddijk aan de Afsluitdijk.

De Starfighter was gisteravond opgestegen van de Westduitse basis Norvenich voor een oefenvlucht op Vlieland.

Het toestel werd het laatst waargenomen toen het in de buurt van Leeuwarden op een hoogte van honderd meter vloog.

Afb. 16. – Krantenartikel. Bron afbeelding: Het Vrije Volk d.d. 27 oktober 1982. Er wordt in een ander krantenartikel overigens over een locatie op 5 kilometer afstand van de Afsluitdijk gesproken.

2.8 Explosieven Opruimings Diensten Defensie (EODD)

2.8.1 Collectie ruimrapporten

De EODD houdt sinds 1970 heeft meldingen van aangetroffen CE bij. Deze meldingen zijn tot 1992 als melding opdracht en ruim rapport (MORA) en na 1992 als uitvoeringsopdracht (UO) gearchi-veerd. AVG heeft het overzicht van relevante MORA's en UO's van Breezanddijk en Kornwerderzand opgevraagd. Er zijn in dit overzicht geen meldingen van het onderzoeksgebied en/of nabije omgeving geregistreerd. Op basis van de locatiebeschrijvingen zijn de ruimrapporten geselecteerd en opge-vraagd. Deze documentatie is bestudeerd. De onderzoeksresultaten zijn als volgt:

MORA / UO	Locatie	Vondst
19991786	Afsluitdijk tussen de sluizen bij hm 96.4 langs het fiets-pad, Kornwerderzand, fietspad	1x 10.7 cm granaat [N.B. er wordt vermoede-lijk op een 10.5 cm granaat gedoeld]
20030101	Musea kazematten Kornwerderzand	Betreft aan het museum gerelateerde CE
20071118	Afsluitdijk, parkeerplaats aan Waddenzee zijde, Bree-zanddijk, openbare weg	1x marker location marine MK 25 [N.B. naoor-logs object]

2.9 Collectie mijnenkaarten

De collectie mijnenveldkaarten van de EODD is in kader van het vooronderzoek geraadpleegd. Dit geldt ook voor de collectie mijnenveld leg- en ruimrapporten. Er lagen geen gedocumenteerde mijnenvelden in het onderzoeksgebied.

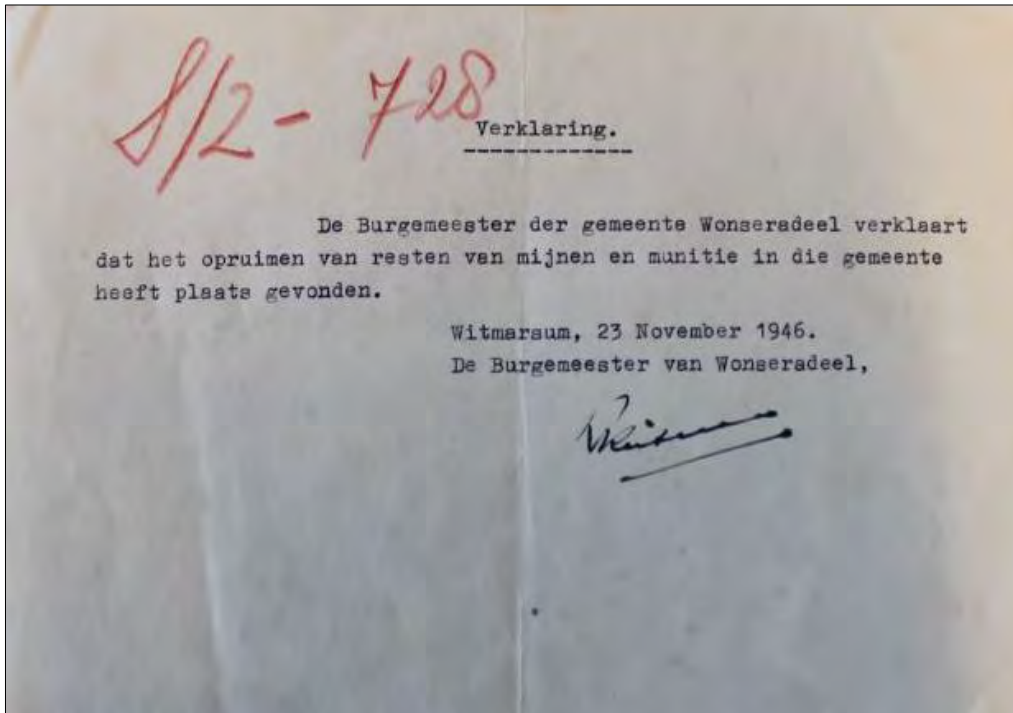
2.10 Semi Statische Archiefdiensten Ministerie van Defensie (SSA)

Het SSA in Rijswijk beheert de archieven van het Ministerie van Defensie voordat deze aan het Nationaal Archief worden overgedragen. In dit archief zijn bronnen met betrekking tot naoorlogse CE-ruimingen door de Mijn- en Munitie Opruimingsdienst en de Mijn Opruimings Dienst ondergebracht. Het betreft documen-ten uit de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog: een periode waarin er nog grote aantallen CE in Neder-land aanwezig waren.

2.10.1 Archief Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD) 1945-1947

De MMOD en de MOD waren na de Tweede Wereldoorlog in Nederland verantwoordelijk voor het opruimen van mijnen en achtergelaten CE. Het archief bestaat uit meldingen, kaarten, plattegron-den en ruimrapporten betreffende locaties binnen Nederlandse gemeenten waar CE aanwezig wa-ren. Er is in het MMOD archief één document met betrekking tot de voormalige gemeente Wonse-radeel aanwezig.





Afb. 17. -Bericht van de burgemeester van de gemeente Wonseradeel d.d. 23 november 1946



3 CHRONOLOGIE RELEVANTE GEBEURTENISSEN

3.1 Inleiding

AVG heeft op basis van de gegevens in hoofdstuk 2 een overzicht van gebeurtenissen tijdens en na de Tweede Wereldoorlog opgesteld, waarbij gebruik is gemaakt van alle op het moment van opstellen beschikbare bronnen. Deze gegevens zijn in paragraaf 3.2 verwerkt.

3.2 Chronologie

3.2.1 Meidagen 1940

De voornaamste gevechtshandelingen vonden op geruime afstand ten noordoosten van het onderzoeksgebied plaats. Dit betrof de omgeving Kornwerderzand. De hier aanwezige stellingen werden door vliegtuigen van de Luftwaffe gebombardeerd en onder vuur genomen door Duitse artillerie. De Nederlandse verdedigers beschikten over landmijnen, 2 cm geschut tegen luchtdoelen en 5 cm kanonnen.

Het gehucht Breezanddijk werd bewaakt door een sectie van de 45e Reserve Grenscompagnie. Zij beschikten onder andere over vier stuks 3.7 cm geschut. Duitse vliegtuigen namen het hier aanwezige Nederlandse detachement op 12 mei 1940 met boordwapens onder vuur. Er zijn geen gegevens bekend over gevechtshandelingen in het onderzoeksgebied.

3.2.2 Duitse bezetting

Er was gedurende de Duitse bezettingsjaren geen sprake van (feitelijk aantoonbare) gevechtshandelingen in het onderzoeksgebied of gedocumenteerde mijnevelden. Er lagen hier ook geen militaire objecten.

3.2.3 Vliegtuigcrashes

Ten westen van het onderzoeksgebied is in de nacht van 12 op 13 juni 1943 een Avro Lancaster bommenwerper (ED-603) van No. 83 Squadron neergestort. De bommenwerper had deelgenomen aan een bombardementsvlucht van Bochum en viel ten prooi aan het vuur van een Duitse nachtjager.

3.2.4 Bevrijding april 1945

Er was in 1945 geen sprake van gevechtshandelingen in het onderzoeksgebied. Er vonden bij het op geruime afstand ten noordoosten van het onderzoeksgebied gelegen Kornwerderzand kleinschalige gevechtshandelingen en Canadese artilleriebeschietingen plaats.

3.2.5 Naoorlogse CE-ruiming

Er zijn uit het archief van de Mijn- en Munitieopruimings Dienst geen relevante CE-ruiming in of in de nabijheid van het onderzoeksgebied bekend. Hetzelfde geldt ook voor het gemeentearchief.



Het EODD archief bevat geen relevante gegevens met betrekking tot CE-ruimingen in of in de nabijheid van het onderzoeksgebied.

Er werden na de Tweede Wereldoorlog geen gedocumenteerde mijnen in of nabij het onderzoeksgebied als zijnde vermist opgegeven.

Defensie heeft in 1997 één militair vliegtuig in de omgeving Breezanddijk – Kornwerderzand uit het IJsselmeer geborgen. Het betrof een in juli 1944 neergestorte Lockheed Hudson met Nederlandse geheim agenten aan boord. Deze behoorde tot No. 161 Special Duties Squadron. De particuliere Aircraft Recovery Group heeft in hetzelfde jaar ten westen van het onderzoeksgebied kleine vliegtuigonderdelen en de motor van een Avro Lancaster bommenwerper van No. 83 Squadron geruimd. Er lijkt geen sprake te zijn geweest van een volledige bergingsoperatie.

Daarnaast blijkt uit de geraadpleegde bronnen dat er in 1982 een Duitse Starfighter is neergestort op tussen de 5 en 7 kilometer afstand van de Afsluidijk bij Breezanddijk. De exacte locatie is niet bekend.



4 BEOORDELING BRONNENMATERIAAL

4.1 Indicatie van CE in het onderzoeksgebied

Er zijn geen feitelijke CE gerelateerde indicaties met betrekking tot het onderzoeksgebied bekend. Derhalve kunnen de indicaties niet worden beoordeeld.

4.2 Leemten in kennis bronnenmateriaal

Luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog geven een momentopname weer. Eventuele inslagen van afwerpmunitie (duikbombardeerten, noodafwerpen) zijn niet zichtbaar op de desbetreffende luchtfoto's, omdat er sprake is van water. Ooggetuigeverslagen met betrekking tot het IJsselmeer zijn (zeer) schaars, zeker voor wat betreft de omgeving van het onderzoeksgebied. Defensie heeft na de Tweede Wereldoorlog schietoefeningen bij Breezanddijk gehouden. Onbekend is of de oefengranaten ook buiten de huidige bekende 'schietzone' terecht zijn gekomen c.q. of de 'schietzone' is de afgelopen decennia is veranderd. De tekening met crashlocaties in het IJsselmeer, zoals opgenomen in het boek 'In de schaduw van de glorie: overzicht van vliegtuigbergingen in Nederland: 1960-1977', is dermate onduidelijk dat er geen conclusies kunnen worden getrokken over eventuele neergestorte vliegtuigen in het onderzoeksgebied.

4.3 Soort, verschijningsvorm en aantallen CE

Daar er geen feitelijk bewijs voor de vermoedelijke aanwezigheid van CE is gevonden, zijn de soort en verschijningsvorm niet van toepassing. Op basis van het ontbreken van feitelijke bewijslast kan worden geconcludeerd is dat er naar alle waarschijnlijkheid geen CE in het onderzoeksgebied aanwezig zijn.

4.4 Horizontale begrenzing verdacht gebied

Daar er geen feitelijk bewijs voor de vermoedelijke aanwezigheid van CE is gevonden, is de horizontale begrenzing van het verdachte gebied niet van toepassing.

4.5 Verticale begrenzing verdacht gebied

Daar er geen feitelijk bewijs voor de vermoedelijke aanwezigheid van CE is gevonden, is de verticale begrenzing van het verdachte gebied niet van toepassing.



5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusie

AVG heeft in opdracht van Vestigia een vooronderzoek CE uitgevoerd ter plaatse van Windpark Fryslân.

Op basis van de beoordeling van de feiten van het vooronderzoek is geconcludeerd dat er onvoldoende indicaties zijn voor de mogelijke aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied. Derhalve is het onderzoeksgebied niet verdacht op de mogelijke aanwezigheid van CE.

5.2 Advies vervolgtraject

AVG adviseert Vestigia om de werkzaamheden onder reguliere omstandigheden uit te voeren. De kans op het aantreffen van CE is net zo groot als de gemiddelde kans op het aantreffen van CE op als 'onverdacht' aangemerkte locaties in de rest van Nederland.



6 BIJLAGEN

6.1 Bronnenlijst

6.1.1 Archieven

- Archief AVG
- Archief Explosieven Opruimings Dienst Defensie Soesterberg / Semi Statistische Archief Diensten Rijswijk
- Gemeentearchief Súdwest Fryslân (voormalige gemeente Wûnseradiel)
- Universiteit Wageningen, afdeling Speciale Collecties
- Kadaster Zwolle

6.1.2 Literatuur

- H. Amersfoort / P. Kamphuis (red.), *Mei 1940. De strijd op Nederlands Grondgebied* ('s-Gravenhage 2005)
- E.H. Brongers, *Afsluitdijk 1940* (Baarn 1977)
- W.T. Barnard, *The Queen's own Rifles of Canada 1860-1960* (1960)
- Q.J. Ham, 'De verdedigingswerken aan het Kornwerderzand gedurende de oorlogsdagen', in: *De Militaire Spectator* (1941)
- C.Klep / B. Schoenmaker (red.), *De bevrijding van Nederland 1944 – 1945. Oorlog op de flank* (Den Haag 1995)
- V.E. Nierstrasz, *De territoriale verdediging van de noordelijke provinciën* ('s-Gravenhage 1952)
- B.C. de Pater/ B. Schoenmaker e.a., *Grote Atlas van Nederland 1930-1950* (2006)
- O.J. Siersema / V.E. Nierstrasz, *De stelling van Den Helder. Mei 1940* ('s-Gravenhage 1960)
- J.J. van der Veer, *De luchtoorlog boven Zuidwest-Friesland '40-'45* (Bolsward 1977)
- S.L. Veenstra, *In de schaduw van de glorie: overzicht van vliegtuigbergingen in Nederland: 1960-1977* (Zutphen 1999)
- G.J. Zwanenburg, *En nooit was het stil....Kroniek van een Luchtoorlog. Deel 1 & 2.*(Den Haag 1990/1992)

6.1.3 Websites

- <http://www.arg1940-1945.nl/lancaster%203%20ol-o%20pagina%201.htm>
- <http://www.avg.eu>
- <http://www.explosievenopsporing.com>
- <http://www.explosievenopsporing.nl>
- <http://www.gemeentesudwestfryslan.nl>
- <http://www.bhummel.dds.nl/gif/duitseverliezen.html>
- <http://www.luchtoorlogfriesland.nl>
- <http://www.studiegroepluchtoorlog.nl>



6.2 Certificaat WSCS-OCE

A.V.G. Explosieven Opsporing Nederland te Gennep

KvK: 12029421

heeft aangetoond dat het managementsysteem en de verrichtte werkzaamheden voldoen aan het:

Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven WSCS-OCE: 2012, versie 1

Het bedrijf voldoet daarmee aan de in de bovengenoemde werkveldspecifieke certificatieschema vastgelegde eisen ten aanzien van:

Deelgebied A: Opsporing Deelgebied B: Civieltechnisch Opsporingsproces

Evaluatie van het managementsysteem heeft plaatsgevonden volgens de procedures voor systeemcertificatie van TÜV Nederland.
Deze certificatie is onderworpen aan een jaarlijkse evaluatie door TÜV Nederland.

Registratienummer : 13380/9.1
Geldig tot : 15-12-2015
Datum uitgifte : 15-12-2012
Datum eerste certificaat : 15-12-2006

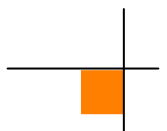


Algemeen directeur



TÜV Nederland QA B.V. - Postbus 120 5680 AC Best - Tel. +31-(0)499-339500 - Fax +31-(0)499-339509
Website: www.tuv.nl - e-mail: info@tuv.nl

Aanwijzingsbeschikking Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid onder nummer: G&VW/VW/2009/14037



6.3 Richtlijnen WSCS-OCE afbakening verdachte gebieden



Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Verdedigingswerk	Groepering van wapenopstellingen en/of geschutsopstellingen, rondom afgezet met een versperring (bijvoorbeeld weerstandskern of steunpunt).	x		Het grondgebied binnen de grenzen van het verdedigingswerk is verdacht. De grenzen worden bij voorkeur bepaald aan de hand van georeferente luchtfoto's.
Wapenopstelling	Opstelling van handvuurwapen, machinegeweer of anderszins automatisch wapen, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.	x		Locatie van de wapenopstelling.
Geschutopstelling (statisch en mobiel)	Locatie van geschut, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.	x		25 meter rondom het hart van de geschutopstelling, maar niet verder dan een eventueel aangrenzende watergang.
Munitieopslag in open veld	Locatie van munitievoorraad in het open veld, niet zijnde binnen een verdedigingswerk.	x		Locatie van de veldopslaglocatie.
Loopgraaf	Militaire loopgraaf	x		Het gebied binnen de contouren van de loopgraaf is verdacht, bij voorkeur bepaald aan de hand van georeferente luchtfoto's.
Tankgracht of -geul	Een diepe (al dan niet droge) gracht of geul met steile wanden, aangebracht om pantservoertuigen tegen te houden.		x	Niet verdacht, tenzij er aanwijzingen zijn dat er mogelijk munitie in gedumpt is.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenlegrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MMOD geen landmijnen aangetroffen.		x	n.v.t.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenlegrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MMOD, of bij na-oorlogse activiteiten landmijnen aangetroffen.	x		De grenzen zoals aangegeven in het ruimrapport.
Mijnenveld	Geregistreerd mijnenveld, waarvan mijnenlegrapport aanwezig is. Alle volgens het legrapport gelogde landmijnen zijn geruimd.		x	n.v.t.
Mijnenveld	Geregistreerd mijnenveld waarvan mijnenlegrapport aanwezig is. Niet alle volgens het mijnenlegrapport gelogde landmijnen zijn geruimd. Geen feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermist.	x		De grenzen zoals aangegeven in het mijnenlegrapport en/of ruimrapport.
Mijnenveld	Mijnenlegrapport aanwezig. Niet alle volgens het legrapport gelogde landmijnen zijn geruimd. Feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermist.		x	n.v.t.
Versperingen	Versperingen, zoals strandversperingen en drakentanden.		x	Tenzij er indicaties zijn dat CE onderdeel uitmaken van de versperring.
Infrastructuur zonder geschutsopstelling of munitievoorraad	Militaire werken zoals woononderkomen of werken met een burgerdoel zoals schuilbunker.		x	Tenzij er indicaties zijn op CE vanwege de aanwezigheid van nabijverdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Schuilloopgraaf	Loopgraaf voor burgerbevolking om in te schuilen.		x	n.v.t.
Kampementen	Grondgebied met onderkomens zoals tenten.		x	Tenzij er indicaties zijn op CE vanwege de aanwezigheid van munitieopslag of nabijverdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Mangot	Gat in grond met schuilfunctie, niet in gebruik genomen als schuttersput.		x	n.v.t.
Vernielingslading	Locatie van aangebrachte vernielingslading.	x		Locatie van de vernielingslading.
Artillerie-, mortier- of raketbeschieting	Gebied dat is beschoten door mobiel of vast geschut, mortieren of grondgebonden (meervoudig) raketwerpersysteem.	x		Situationeel te bepalen.
Raketbeschieting inslagenpatroon bekend	Gebied dat is getroffen door een raketbeschieting met raketbommenwerpers.	x		Op basis van een analyse van het inslagenpatroon wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslagenpatroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dit is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindganger binnen het inslagenpatroon.
Instappunt blindganger, zijnde een vliegtuigbom	Vliegtuigbom die niet in werking is getreden.			Te bepalen volgens rekenmethode waarin ten minste rekening wordt gehouden met de volgende parameters: de afwerphoogte, de afwerpsnelheid, het gewicht van de bom, de diameter van de bom en de weerstand van de lucht. Op basis van in ieder geval deze vijf parameters wordt berekend tot welke diepte CE theoretisch kunnen indringen en hoever de maximale horizontale verplaatsing is.



Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Crashlocatie vliegtuig	Aanwezigheid van CE vanwege de crash.	x		Situationeel te bepalen.
Krater van gedetoneerde incidentele luchtafweergranaat	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een incidentele luchtafweergranaat bevindt.		x	Tenzij er indicaties zijn dat het geen incidentele luchtafweergranaat betreft.
Inslagpunt van een V-1 wapen	Gebied dat is getroffen door de inslag van een V-1 wapen.	x		15 meter rondom een inslagpunt vanwege de mogelijke horizontale verplaatsing onder de grond.
Krater van een (gedeeltelijk) gedetoneerd V-1 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-1 wapen bevindt.	x		50 meter rondom een inslagpunt vanwege de mogelijke aanwezigheid van explosieve componenten.
Krater van een (gedeeltelijk) gedetoneerd V-2 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-2 wapen bevindt.	x		Situationeel te bepalen.
Dumplocatie van munitie en/of toebehoren	Dumplocatie van CE en/of toebehoren in landbodem of op waterbodem.	x		Locatie van de dump en afbakening verder situationeel te bepalen, bijvoorbeeld dumping in stilstaand of stromend water.
Ongecontroleerde (massa)explosie	(Sympathische) detonatie van een explosieven voorraad zoals ontploffing munitieopslag of munitie trein.	x		Situationeel te bepalen
Vernietigingslocatie voor CE	Eén of meerdere springputten.	x		De contouren van de springputten en afbakening verder situationeel te bepalen, bijvoorbeeld gelet op de afstand van eventuele uitgeworpen CE buiten deze contouren).
Vernietingslading (in werking gesteld)	Locatie van in werking gestelde vernietingslading, waarbij de mogelijkheid bestaat op het aantreffen van niet (geheel) gedetoneerde springlading(en).	x		Locatie waar de vernietingslading in werking is gesteld en afbakening verder situationeel te bepalen.
Tapijtbombardement	Gebied dat is getroffen door een bombardement met middelzware en/of zware bommenwerpers, met als doel om schade aan te richten over een groot gebied.	x		Op basis van een analyse van het inslagenpatroon ¹ wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslagenpatroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dat is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindganger binnen het inslagenpatroon.
Duikbombardement op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 181 meter gemeten vanuit het hart van het doel ^{2,3} .
Duikbombardement op zgn. 'Line Target', inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 91 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn ^{2,4} .
Raketbeschieting op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 108 meter gemeten vanuit het hart van het doel ^{2,5} .
Raketbeschieting op zgn. 'Line Target', inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn of treinstiel op deze spoorlijn te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 80 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn ^{2,6} .

¹ Verzameling van de locaties van inslagen van één bepaald toestel of één bepaald bombardement.

² Afstanden zijn afkomstig van een Britse studie (empirisch onderzoek) naar de accuratesse bij aanvallen door eenmotorige duikbommenwerpers gedurende de periode oktober 1944 – april 1945 (AIR 55/322). Eventueel effect van vijandelijke luchtafweer tijdens deze duikbombardementen is niet in de studie meegenomen.

³ De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50% van de vliegtuigbommen binnen 119 meter neer is gekomen en de maximaal gemeten afstand t.o.v. het doel 181 meter was.

⁴ De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50% van de vliegtuigbommen binnen 46 meter neer is gekomen en de maximaal afstand t.o.v. het doel 91 meter was.

⁵ De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel (gebouwen) waarbij opgemerkt moet worden dat de gemiddelde spreiding van de raketten t.o.v. het middelpunt van een salvo 69 meter was, en dat de gemiddelde afstand van het middelpunt van een salvo t.o.v. het doel 99 meter was.

⁶ De genoemde afstand is de maximale afstand gemeten n.a.v. luchtfoto-interpretatie.

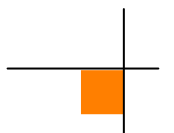
Bijlage 4: Eisen te stellen aan materieel

Indien bij het benaderen van CE gebruik wordt gemaakt van materieel dient deze te voldoen aan de onderstaande eisen:

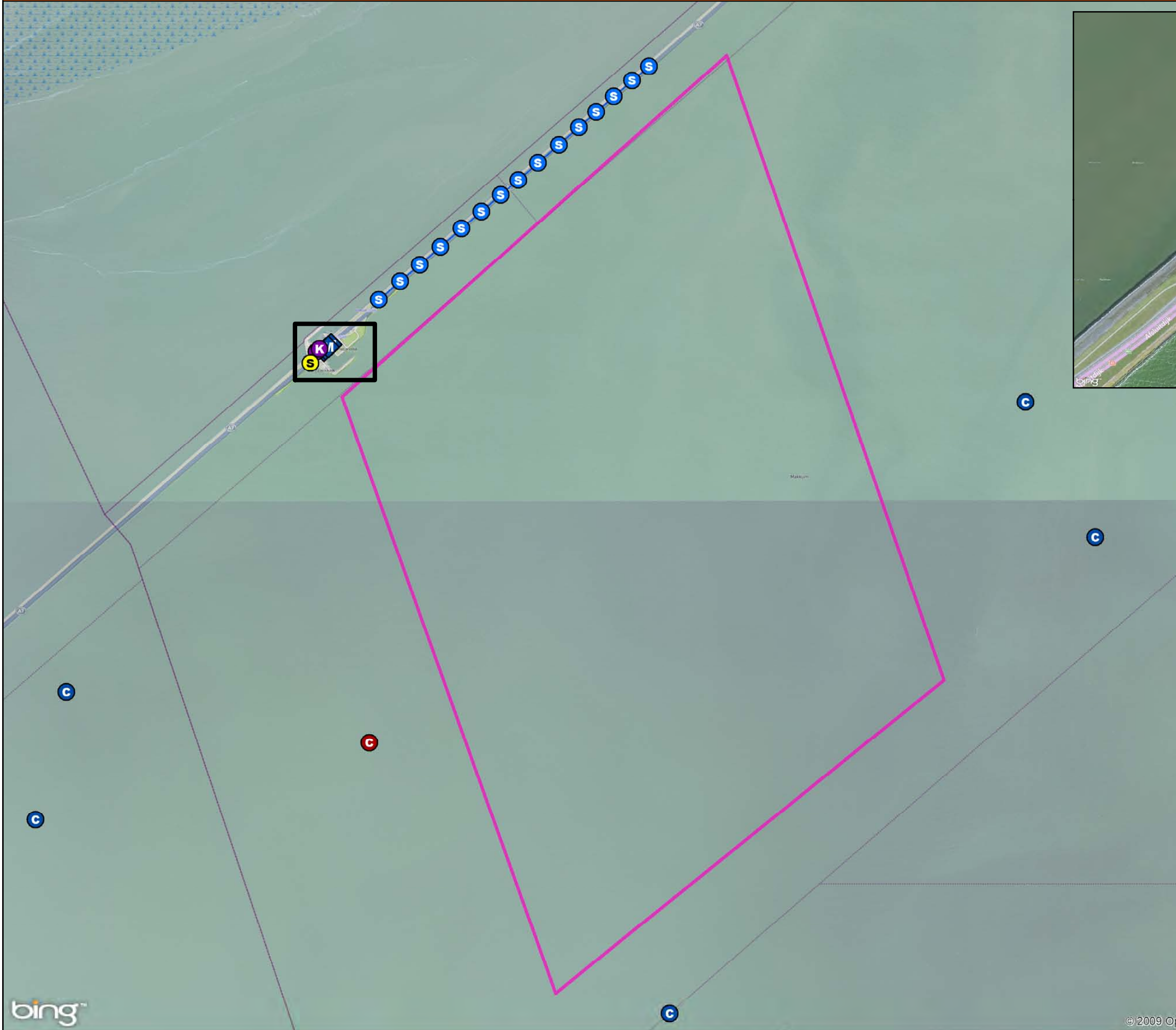
- De naar de graafbak gerichte ruiten zijn voorzien van 33 mm Lexguard materiaal, of een daaraan minimaal gelijkwaardige voorziening. Deze voorziening kan zijn aangebracht door de ruiten te vervangen of door het aanbrengen van een voorzertuit. Indien voorzertuiten worden toegepast dienen de originele ruiten te zijn vervangen door 8 mm Lexan materiaal, of een daaraan minimaal gelijkwaardige voorziening.



6.4 CE-bodembelastingkaart (feiten)

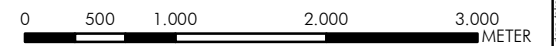


VERZAMELDE FEITEN - WINDPARK FRYSLAN



Legenda

- Onderzoeksgebied
- S Stelling
- K Vermoedelijke kraters
- M Constructies, doel onduidelijk
- S Schuilgaten
- Vliegtuigcrash**
- C Exact
- C Gloobaal
- Loopgraaf



AVG Explosieven Opsporing Nederland
Postbus 180
6590 AD Gennep



Vestigia
Sporstraat 5
3811 MN Amersfoort

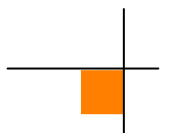
Presentatie kaart verzamelde feiten
Conventionele Explosieven

Gemeente Súdwest-Fryslân
Afsluitdijk
Windpark Fryslân

Projectnummer: 1262092
Tekeningnummer: PK-1
Formaat: A3
Getekend: Paul Gieben
Datum: 14-06-2013
Voor akkoord: Menno Abee



6.5 CE-bodembelastingkaart

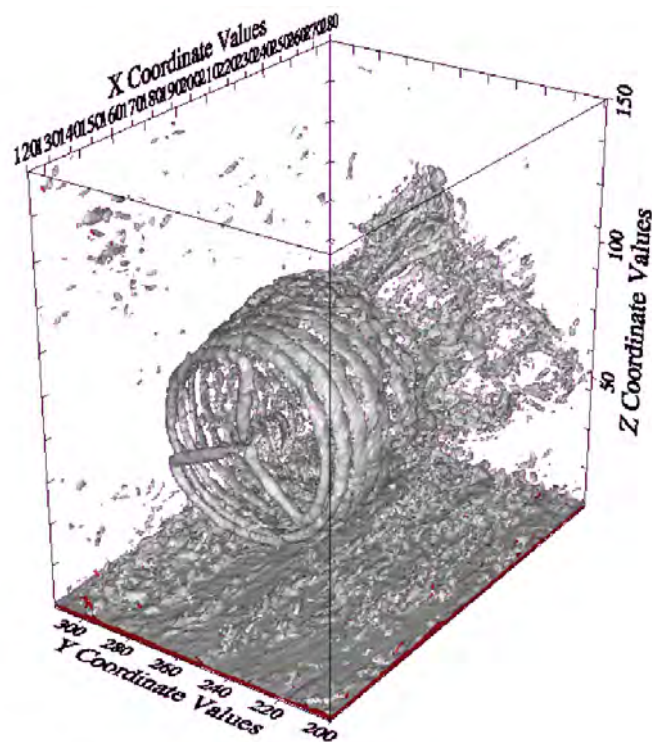


Bijlage D-17 Effect op wind – IWES Report



FRAUNHOFER-INSTITUT FOR WIND ENERGY AND ENERGY SYSTEM TECHNOLOGY, IWES

Study on the effect of wind turbine wakes on sail boats and (kite) surfers



Study on the effect of wind turbine wakes on sail boats (and kite surfers)

Dr. Bernhard Stoevesandt

Head of Department

Turbine simulation, software development and aerodynamics
Fraunhofer Institut for Windenergy und Energysystemtechnology, IWES
in Kassel, Bremerhaven and Oldenburg

Dr. Jonas Schmidt

Scientist Turbine simulation, software development and aerodynamics
Fraunhofer Institut for Windenergy und Energysystemtechnology, IWES
in Kassel, Bremerhaven and Oldenburg

Project number: A-13-511-089

Project partner: Pondera Consult B.V.

Version: 1.1

Date: February 18th, 2014

Contents

1	Abstract	5
2	Introduction	7
3	The wind farm and wake conditions in the IJsselmeer	9
3.1	The wind farm setup	9
3.2	Wind conditions for sailing and kite surfing	9
4	Characteristics of the wind and wind farm or turbine wakes	13
4.1	The wind field characteristics	13
4.2	Characteristics of the wind turbine wakes	16
4.2.1	Loads on wind turbines	17
4.2.2	Analytical models	18
4.2.3	Measurements on the wake expansion	20
4.2.4	The changes in wind speed by the wake	21
4.2.5	Added turbulence by wind turbines	25
4.3	Discussion of the results in respect to sailboats	28
4.4	Characteristics of wind farm wakes	29
5	Conclusions	33

Abbreviations and symbols

A	rotor area
c_p	power coefficient
c_{dir}	Wind direction coefficient
c_{season}	seasonal coefficient
c_t	thrust coefficient
$c_r(z)$	roughness coefficient
D	rotor diameter
D_w	diameter of the wake
d	distance from turbine
F_{thrust}	Thrust force
I	turbulence intensity
I_{10}	turbulence intensity over 10 minutes measurement
I_c	characteristic turbulence intensity
h	Height about ground
k	empirical constant
M	Torque
s	distance normed to rotor diameters D
τ	time increment
TKE	turbulent kinetik energy
u	ambient wind speed
Δu	changes in wind speed
u_w	wind velocity in the wake of a turbine
u_{10}	average velocity over 10 minutes interval
z_0	roughness length
z_{hub}	hub height
α	empirical constant
ρ	air density
σ	standard deviation of the wind speed

1

¹ Figure on front page: LES simulation of actuator line turbine by University of Oldenburg

1

Abstract

The effect of an offshore wind farm on sailboats and surfers or kite surfers was investigated in this study. The focus of interest was, if the wakes of the turbines or the whole wind farm could influence the boats or surfers and if any dangerous situations could occur.

By a literature review it has been found that no occurrence of endangerment is to be expected as the influence on boats is minimal. In comparison to wind fluctuations measured in free stream offshore wind conditions in the north sea, the induced fluctuations in the wind due to the wind turbine wakes are lower in all studied cases.

Apart from this the average wind speed in the wind farm and in the wake of it is expected to be decreased even below the minimum rotor outreach. A average wind velocity reduction below the rotor of $\leq 25\%$ within the wind farm and $\leq 10\%$ at a distance of $d > 4km$ from the wind farm could occur in the maximum. While the changes directly inside the wind farm might be sensed directly, the differences outside the farm will hardly be without systematic measurements.

For the study different literature has been used concerning single wind turbine and whole wind farm wakes using a variety of methods. These included numerical simulations, wind tunnel experiments, analytical models or field measurements. None of the used literature indicates a larger fluctuations than those occurring frequently in the offshore wind measurements.

2 Introduction

Pondera consult BV is drafting an environmental impact assessment for an offshore wind farm in the Dutch IJsselmeer. At this stage of the project, there are different scenarios in terms of the number of turbines and the turbine types. There are four different options considered so far as given in table 2.1. The two different turbines are expected to have the size in case of the

- 4 MW classe of a rotor of 120 metre and a hub height of 95 m or
- 6 MW classe of a rotor of 154 metre and a hub height of 105 m.

Since the IJsselmeer is a popular ground for water sports such as sailing or kite surfing, there is a concern of possible changes in the wind by the wind turbines and dangers occurring due these changes. Wind turbines take energy out of the wind. This leads to a reduction in wind and to additional turbulence in the wind in the wake of wind turbines.

The question of this memo is, if and how the change in wind due to the wind turbines possibly effects sailboats or kite surfers in the area. Any type of endangerment is to be excluded.

Variant number	Installed capacity	turbine class	number of turbines	distance between turbines [m]	distance to beach [km]
1	264 MW	4 MW	66	600 / 720	6.5
2	400 MW	4 MW	100	600 / 720	6.5
3	282 MW	6 MW	47	770 / 924	6.5
4	390 MW	6 MW	65	770 / 924	6.4

Table 2.1
Different possible setups of the planned wind farm

3

The wind farm and wake conditions in the IJsselmeer

3.1

The wind farm setup

Figure 3.1 show the area where the wind farm is planned, as well as the areas prescribed for kite surfing. There are different options for the wind farm layout. The different layouts are shown in figure 3.2.

The distance to the closest kite surfing area is given in table 3.1. The closest point of the tip to the sea surface of the lowest blade would be $h = 35$ m or $h = 28$ m respectively for the turbines given in table 2.1.

3.2

Wind conditions for sailing and kite surfing

While kite surfers and surfers can be considered to be effected by a very far wake ($> 25D$ - with D being the diameter of the rotor) where the wake effect is also close to the ground, for sail boats the dimension of the masts should be considered. Dimensions of sails of large sail boats and their masts are given in table 3.2.

Next to typical leisure sailing boats and sailing race boats, there also exist large sailing ships - so called tall ships - in many different sizes. Two different tall ships of different size have also been added in table 3.2 to also regard their size compared to the ones of typical sailing boats.

A survey on German owned sailing boats gives an estimation of the amount of sailing boats according to the size [7]. The social structure in Germany and the

Location of surf area	Open	Distance from farm to surf area [km]
Kornwerderzand	May 1st to October 1st	about 5.5
Makkum (Hoalle Poarte)	October 1st to May 1st	about 4
Workum	all year	about 5.8
Hindeloopen	all year	7

Table 3.1
Minimum distances of the wind farm to the outer boundaries of the kite surfing areas.



Figure 3.1
Map of the area of the planned wind farm site and kite surfing areas as given by Pondera Consult.

Boat type	Hull length [m]	Mast over Water [m]
Hallberg-Rassy 40	12.4	18.3
Hallberg-Rassy 43 MKIII	13.57	20.2
Hallberg-Rassy 64	19.85	27.40
Swan CS42	12.98	18.00
Swan 66	20.12	27.50
Swan 105	31.96	37.72
ABEKING and RASMUSSEN	50.2	36.5
60m Tall Ship		
Americas Cup AC72	22	40
Kruzenshtern	114.4	51.3

Table 3.2
Different large sailing boats and ships types and their mast height [1, 2, 3, 4, 5, 6].

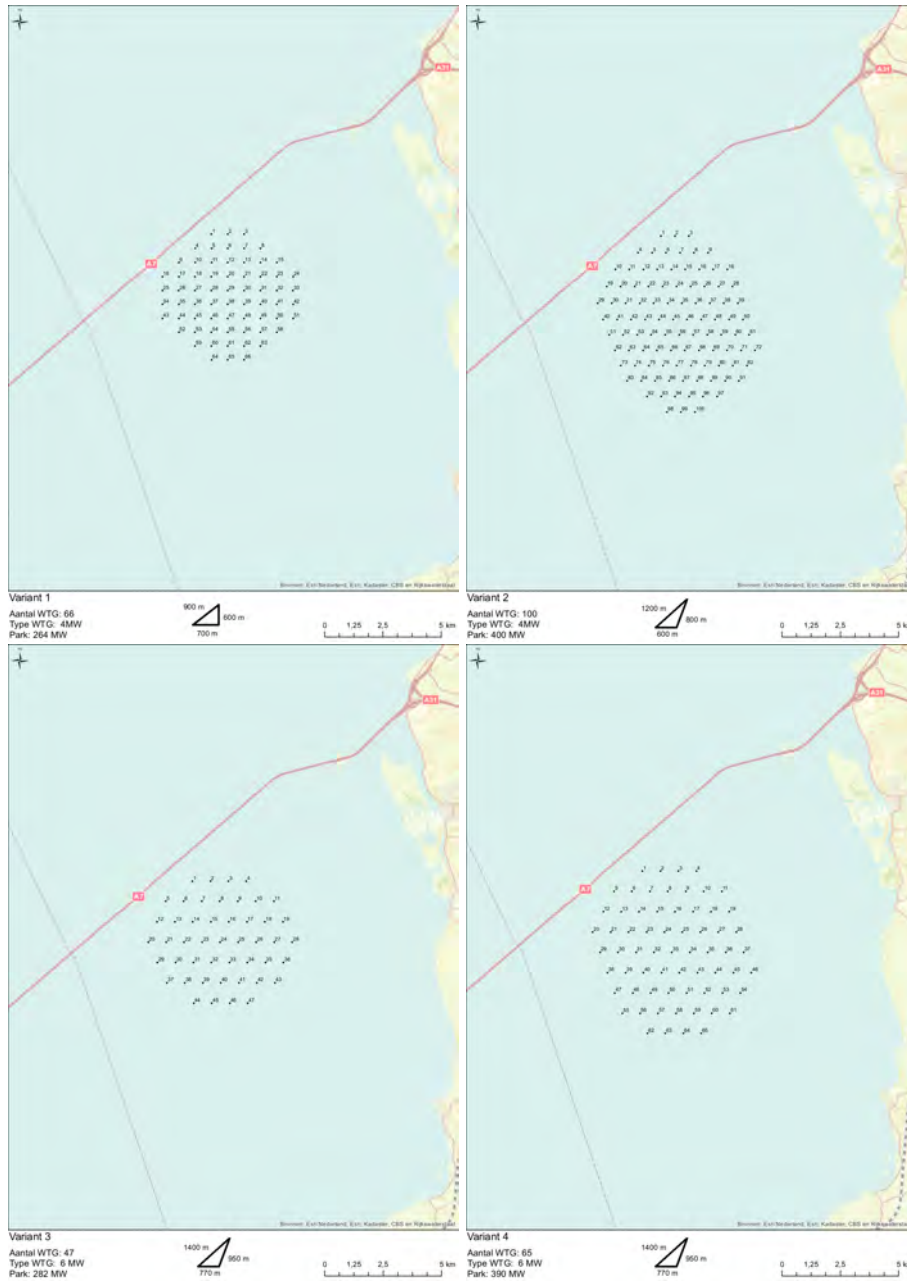


Figure 3.2
The four different layout options as planned by Pondera Consult by February 26th, 2013.

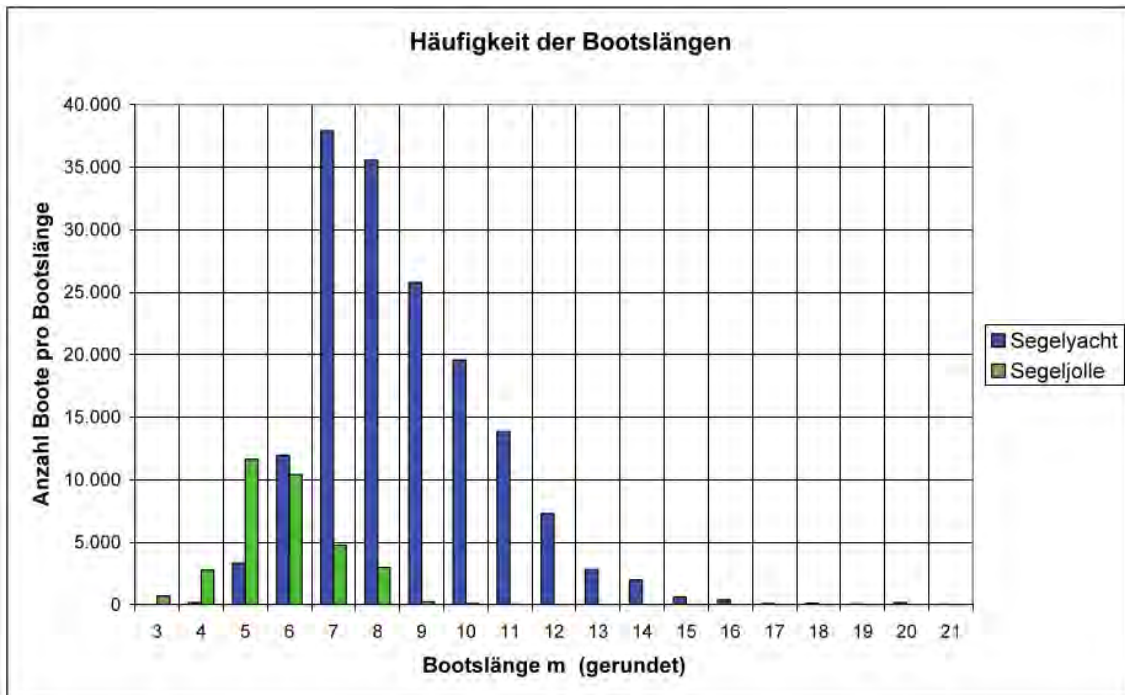


Figure 3.3
Histogram of the distribution of boat lengths of sailing boats (and dingies) over the length in Germany (from [7]).

Netherlands do not differ too much, thus it is expected, that the distribution in boat size should be similar in the Netherlands. Since it was a survey, the total numbers were extrapolated to the total number of all registered sailing boats in Germany. The survey makes a difference between yachts and open sailing boats (dingies, in the graph named "Jollen"). Figure 3.3 shows, the rather small part of larger sailing boats. Only 2.1% are estimated to be larger than 13m, thus potentially with a mast height of more than $h = 20m$. Nevertheless this mast height shall be considered here, to examine how such boats are effected and to make sure even such large sailboats will not be endangered.

4

Characteristics of the wind and wind farm or turbine wakes

4.1

The wind field characteristics

To understand, if the change in the wind field by wind turbines is potentially hazardous to water sports, the characteristics of the natural wind shall be described at first. The quantification of the changes shall later show the possible dangers. The turbulence intensity I is defined by [8]

$$I = \frac{\sigma}{\bar{u}}, \quad 4.1$$

where σ is the standard deviation of the wind velocity and \bar{u} is the average wind speed. It is considered to be dependant on the height, since most of the turbulence is generated by the shear close to the surface. According to Frandsen et. al. [9] the turbulence intensity with respect to the height can be calculated by

$$I = \frac{1}{\ln(h/z_0)}, \quad 4.2$$

with z_0 being the so called roughness length.

The wind field at the IJsselmeer is expected to show similar wind characteristics to pure offshore wind - even though it can be considered as a near-shore site. Near-shore would here consider, that some characteristics of the wind profile onshore, especially under stable conditions, are maintained for more than 10 km on the sea (see e.g. [10]). Taking the offshore site "Horn Rev" in the North Sea as a reference, the turbulence intensity at this site can be described as $0.06 \leq I \leq 0.09$ at $h = 62m$ height and $0.08 \leq I \leq 0.12$ at $h = 20m$ (see fig. 4.1).

However, the turbulence intensity is only a rough estimation for the fluctuations of the wind, since it gives only standard deviations and no information of maximum fluctuations, which might endanger sailing boats or kites. The IEC-61400-1 proposes therefore the use of a turbulence intensity I_{10} related to the 10 minutes average wind speed u_{10} [12]. This type of turbulence intensity is given by

$$I_{10} = \frac{\overline{\sigma_{10}}}{\bar{u}_{10}}, \quad 4.3$$

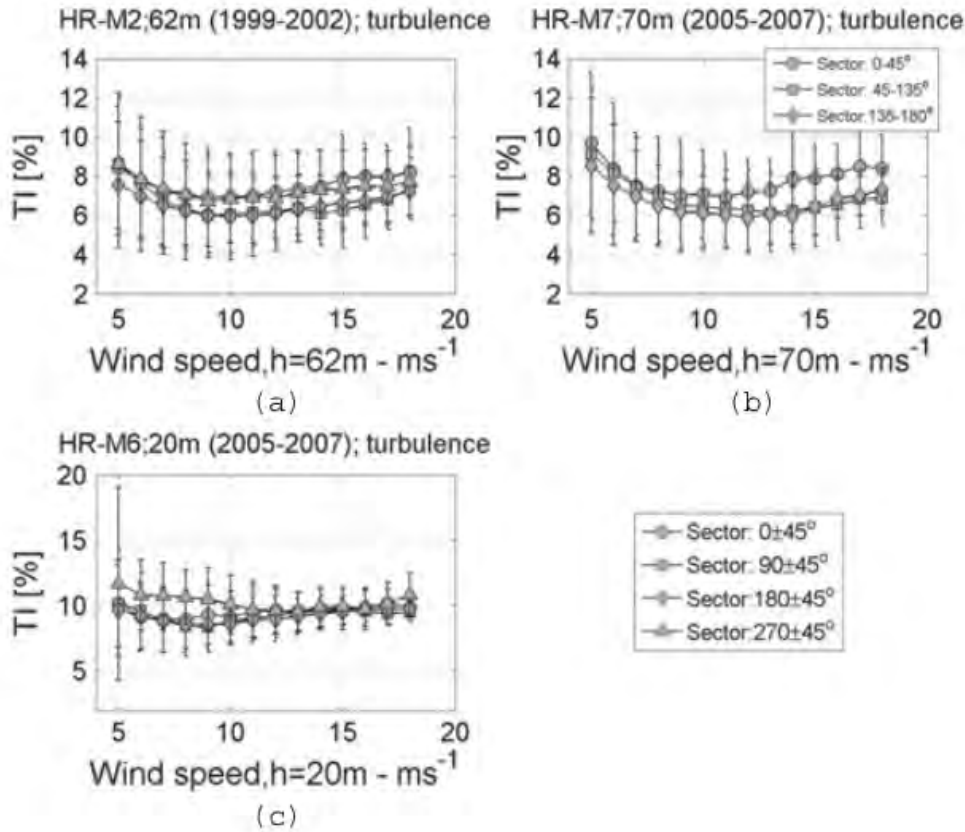


Figure 4.1
Turbulence intensity from different measurement campaigns at the offshore site "Horns Ref". The measurements were taken from different measurement masts at different heights (from [11]).

with σ_{10} being the standard deviation of the wind velocity within the 10 minutes period.

Using this type of turbulence intensity definition, it is possible to regard the distribution of the turbulence intensity in more detail. This was e.g. done by Machiels at an onshore site in the Netherlands as given in figure 4.2 [13]. It can be seen that the turbulence intensity has a broad spread from higher to lower fluctuations.

The best estimation for possible endangering wind fluctuations is the consideration of wind increments $u(\tau)$. It is given by the change in wind speed in a certain time scale τ . To endanger a sailboat or a surfer, the time scales regarded have to be in a range of up three seconds, since afterwards an operator will be able to react to the change in wind.

4.4

$$u(\tau) = u(t + \tau) - u(t)$$

Figure 4.3 shows the increments of the wind measured at the FINO I platform in the North Sea at time scales of $\tau = 2, 4, 10$ and $60s$. The increments have been normalized by the standard deviation of the wind σ . So according to the definition

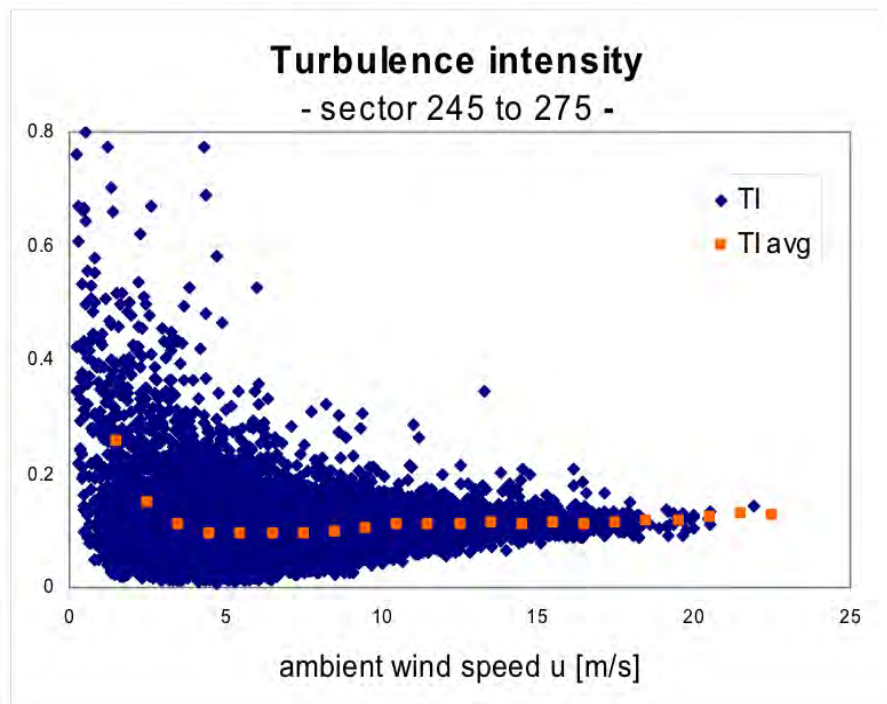


Figure 4.2
Measurement of the turbulence intensity I_{10} against the wind speed from a Dutch wind turbine test field (published by Machiels in [13]).

of the turbulence intensity, the distributions have been normalized by the mean velocity times the turbulence intensity.

If we consider a mean velocity of about $u_{mean} = 10$ m/s and a turbulence intensity of $I = 5\%$, a change in wind speed of $\Delta u(\tau = 2) > 7.5$ m/s would occur according to [14] every three days at the metmast FINO I. The question is, if the existence of the wind turbines would lead to significantly larger increments.

In the following we will use the incremental statistics as an indicator for fluctuations, that might endanger sailboats or surfers, since such changes, in wind, change massively the loads and are the main problem to be handled.

To ensure security of wind driven water sports, the wakes of the turbines have to be regarded in all different forms:

1. For large sailing boats with a mast reaching high into the area of the wind turbine wake, the region of almost near wake shall be taken into account. It includes the area, where the wake of the turbine is inhomogeneous and rather strong[15].
2. For kite surfers further away and smaller sailing boats, the far wake and the very far wake, where mainly the effect of the whole wind farm needs to be taken into account, is to be regarded [16, 17].

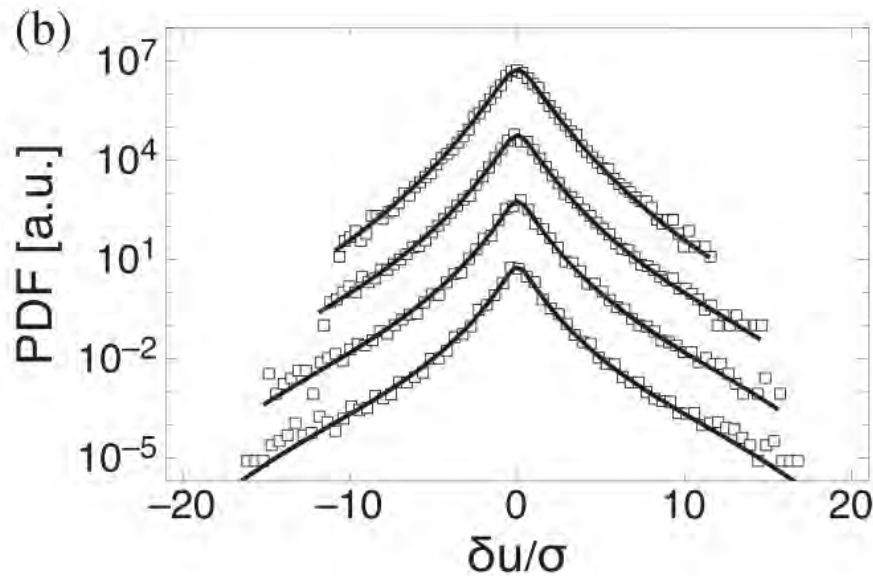


Figure 4.3
Changes in wind speed at time scales of $\tau = 2, 4, 10$ and 60 s from wind measurements at $h = 100$ m on FINO 1. The changes have been normalized by the standard deviation of the wind speed σ (from [14]).

4.2 Characteristics of the wind turbine wakes

In the scientific literature there differentiation in the forms of the wakes is usually done between the near wake at a distance of $d < 2 - 3D$ and the far wake at $d > 5D$ [15].

Since there are no own investigations done, different types of current research are considered in this work. Due to the increase in the use of wind energy in the last 15 years a vast number of publications can be found on the wakes of wind turbines and farms. Different means of investigation have been used to estimate the wakes. All methods have advantages and disadvantages. Table 4.1 summarizes the most prominent methods. Also, it shows, which method has been used in which publication. In general the characteristics of the wind turbine wake depends on the turbulence intensity of the incoming wind [29]. Thus, in a wind farm, where the turbines create additional turbulence intensities, which influence the downwind wind turbines, the characteristics of a wind turbine depends on the wind farm layout and the ambient wind direction [29]. In general it can be assumed, that a less turbulent wind field as inflow creates a more stable wake situation at the turbines and therefore an effect of the turbines over a longer distance. Therefore, we will mostly take single turbine situations into account to regard the maximum impact of the turbines wake.

Method	Advantage	Disadvantage	Publication
Field measurements	Real conditions, real turbines, real turbulence and wind shear	Specific to turbine type, strong dependency on site, hard to grasp the complete wake (except with hub based LIDAR), hard to reproduce	[18, 19, 20, 13, 21]
Wind tunnel measurements	Reproducible conditions, wind field arbitrarily measurable	Wind field only closely related to those in nature, turbines differ a lot from real turbines, Reynolds numbers too small, often c_p -values not optimal	[22, 23, 24, 25]
Numerical simulations	Reproducible conditions, turbines could be simulated in any detail, flow field well analysable	Resolution depends strongly on computational capabilities, real turbulence hard to reproduce, often reduction of the models (rotors only, no shear, no tower, no stratification, etc.)	[26, 27, 28, 20, 29]
Analytical models	Generalized models, easy to use	Only a limited amount of factors have been included in the derivation of the models, based on different assumptions	[9, 30, 31, 32]

Table 4.1
Different methods for the investigation and analysis of wind turbine wakes.

4.2.1 Loads on wind turbines

For the understanding of the characteristics of the wakes of wind turbines under specific conditions, here the way to calculate thrust and power - which is proportional to torque - is described. This is done, since the wake of the turbines is related to the forces induced by the wind turbine on the wind and vice versa. Basically the wind turbine takes power from the wind with a velocity u , by taking energy from the wind and transforming it into torque M . The power taken in relation to the overall power in the wind is given by the power coefficient c_p . It is calculated by

$$c_p(u) = \frac{\omega \cdot M(u)}{\frac{\rho}{2} A \cdot u^3}. \quad 4.5$$

Here ω is the rotational frequency, A the area of the rotor and ρ the air density. At the same time thrust is exerted on the turbine described by the thrust coefficient c_t [33]. It is given by

$$c_t(u) = \frac{F_{Thrust}(u)}{\frac{\rho}{2} A \cdot u^2}, \quad 4.6$$

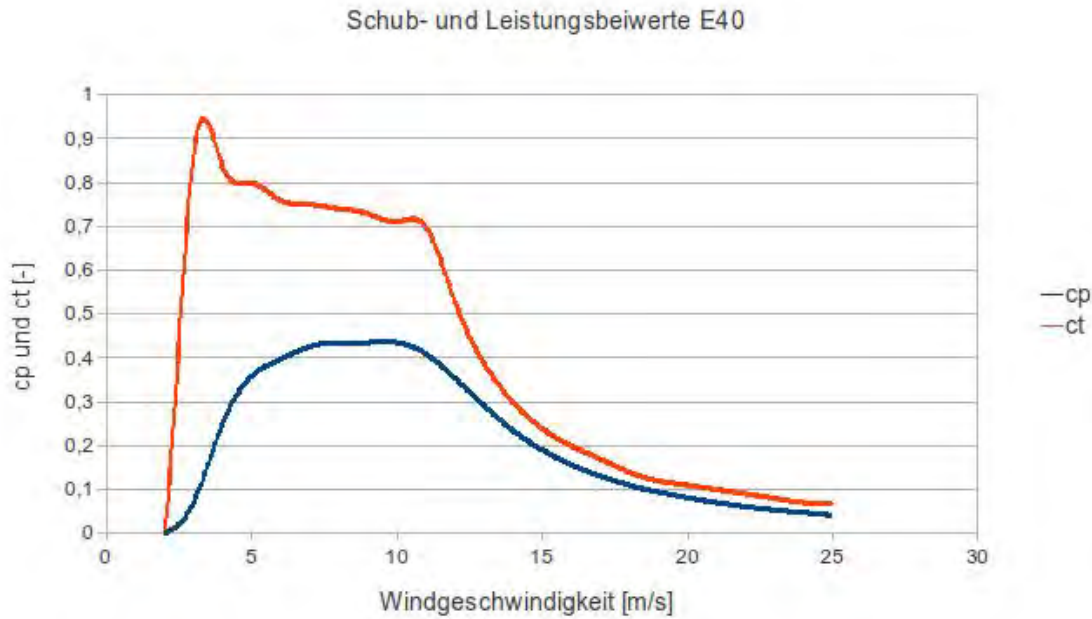


Figure 4.4
Characteristic curves of power and thrust coefficient of an Enercon E40 turbine (taken from [34]).

with $F_{Thrust}(u)$ being the sum of all axial forces on the rotor.

c_p and c_t depend on the velocity of the ambient wind. Generally the approach is to maximize c_p while minimizing c_t . However, there are limits to this approach. Therefore, the turbines are designed for certain cases. In general the turbines are planned and designed to achieve specific c_p and c_t curves. Figure 4.4 shows a typical curve of c_p - and c_t of an Enercon E40 turbine with variable rotational speed at a rotor diameter of $r = 44$ m. Note the drop in c_p and c_t at wind speeds $u > 12$ m/s. At this wind speed the control system of the wind turbines reduce the loads on the turbine at nominal wind speed by reducing the amount of power taken from the wind.

The velocity deficit depends on c_p and the turbulence intensity added on c_t . So all cases to be regarded are dependent on the wind velocity. Since the maximum effect by the wind on water sports can be expected with a high c_p at high wind speeds, the critical wind speed is at nominal wind speed. Apart from this, the specific curves of c_p and c_t depend in detail on the turbine type.

4.2.2 Analytical models

Wind turbines take kinetic energy from the wind. Thus the ambient wind is slowed down. At the same time the blades induce a vorticity in the air leading to additional turbulence. The shear between the reduced wind speed of the wake and the wind outside of the influence of the turbine produces turbulence [35]. Due to dispersion and diffusion and an increasing mixture of the wake with the

surrounding wind, the wake effect decreases by the distance to the turbine. Also, the dissipation of the turbulence contributes to this reduction [15]. To describe this process, several analytical models have been developed.

Most of the models include the deficits of the wind velocity in the wake and the expansion of the wake. One of the oldest of such models which is still used is the so called Jensen model [36]. It describes a linear model of the wake diameter D_w by

$$D_w = D(1 + 2ks) \quad 4.7$$

with a factor $s = d/D$ depicting the distance to the rotor plane in terms of rotor diameters and a constant k . For most cases a factor of $k = 0,075$ is mostly assumed. The wind velocity in the wake u_w is then given by

$$u_w = u \left[1 - \frac{1 - \sqrt{1 - c_t}}{1 + 2ks} \right]. \quad 4.8$$

Frandsen et al. and Larsen et al. developed newer and more advanced models [30, 31] to achieve especially better results in wind farms. Both models do not use a linear expansion model for the wake anymore. Thus the methods become slightly more complex. The method of Frandsen introduces a factor β as

$$\beta = \frac{1 + \sqrt{1 - c_t}}{2\sqrt{1 - c_t}}. \quad 4.9$$

This leads to

$$D_w = D(\beta^{k/2} + \alpha s)^{1/k} \quad 4.10$$

using the empirical constants k and α . Frandsen uses as values for these constants $k = 3$ and $\alpha = 0.05$. The wake velocity is then calculated by using some assumptions to be

$$u_w = \frac{u}{2} \left(1 \pm \sqrt{1 - 2 \frac{D^2}{D_w^2} c_t} \right) \quad 4.11$$

Table 4.2 shows as an example the values calculated for the mentioned E40 turbine with a rotor diameter of $D = 44$ m and the estimated values for rotor diameters of $D = 120$ m and $D = 154$ m respectively. The nominal wind speed of the prospected Siemens 4 or 6 MW turbines is between $u = 12$ and 14 m/s [37].

From table 4.2 it becomes obvious that the expansion model by Jensen is not very applicable for vertical expansions of the wake in such a form. Here the vertical shear should be taken into account, slowing the wind down closer to the surface. A sailboat mast of $h = 20$ m would reach the wake of the turbines at an expansion

Model	u [m/s]	$c_t t$	D [m]	β	$D_w(1D)$ [m]	$D_w(2D)$ [m]	$D_w(3D)$ [m]	$D_w(4D)$ [m]	$D_w(10D)$ [m]
Frandsen	11	0.7	44	1.4	52.8	53.3	53.8	54.3	57.0
Frandsen	12	0.53	44	1.2	49.4	49.9	50.5	51.1	54.1
Frandsen	13	0.7	120	1.4	144.0	145.4	146.8	148.1	155.6
Frandsen	14	0.53	120	1.2	134.7	136.2	137.8	139.3	147.7
Frandsen	13	0.7	154	1.4	184.8	186.6	188.3	190.0	199.7
Frandsen	14	0.53	154	1.2	172.8	174.8	176.8	178.7	189.5
Jensen	11	0.7	44		50.6	57.2	63.8	70.4	110.0
Jensen	12	0.53	44		50.6	57.2	63.8	70.4	110.0
Jensen	13	0.7	120		138.0	156.0	174.0	192.0	300.0
Jensen	14	0.53	120		138.0	156.0	174.0	192.0	300.0
Jensen	13	0.7	154		177.1	200.2	223.3	246.4	385.0
Jensen	14	0.53	154		177.1	200.2	223.3	246.4	385.0

Model	u [m/s]	$c_t t$	D [m]	β	$u(1D)$ [m/s]	$u(2D)$ [m/s]	$u(3D)$ [m/s]	$u(4D)$ [m/s]	$u(10D)$ [m/s]
Frandsen	11	0.7	44	1.4	6.4	6.7	6.9	7.1	7.7
Frandsen	12	0.53	44	1.2	8.4	8.5	8.7	8.8	9.3
Frandsen	13	0.7	120	1.4	7.6	7.9	8.1	8.3	9.2
Frandsen	14	0.53	120	1.2	9.8	9.9	10.1	10.2	10.8
Frandsen	13	0.7	154	1.4	7.6	7.9	8.1	8.3	9.2
Frandsen	14	0.53	154	1.2	9.8	9.9	10.1	10.2	10.8
Jensen	11	0.7	44		6.7	7.2	7.6	7.9	7.9
Jensen	12	0.53	44		8.7	9.1	9.4	9.6	9.6
Jensen	13	0.7	120		7.9	8.5	8.9	9.3	9.3
Jensen	14	0.53	120		10.2	10.6	11.0	11.2	11.2
Jensen	13	0.7	154		7.9	8.5	8.9	9.3	9.3
Jensen	14	0.53	154		10.2	10.6	11.0	11.2	11.2

Table 4.2
Expansion and velocity deficit of the wake behind an E40 and extrapolated rotors with the same c_t values at the planned rotor sizes.

of up to 150 m and 170 m respectively. This would be reached according to the Jensen model already in close range to the turbine. According to the newer Frandsen model the smaller rotor would exceed this expansion only in the far wake region, while the expansion of the larger rotor would reach mast heights of $h = 20$ m also in the real near wake.

Nevertheless, the reduction in wind speed Δu is according to the models always smaller than 5.4 m/s. This is much lower than the measured natural wind fluctuations of up to $\Delta u > 7.5$ m/s described in section 4.1.

4.2.3 Measurements on the wake expansion

The effect of the expansion of the wake in the way described by the analytical models has been validated by current measurements and experiments as shown by

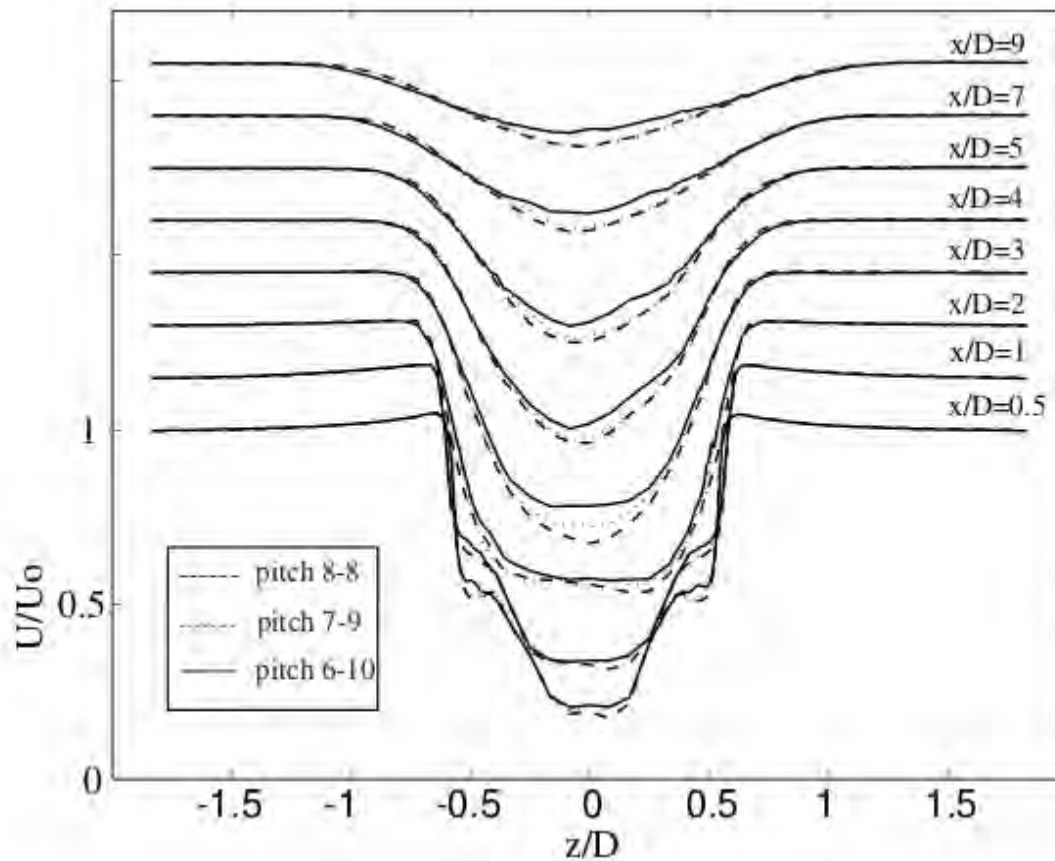


Figure 4.5
Wind deficit in the wake of a turbine according to a wind tunnel experiment by Dahlberg et al. (from [38]).

figure 4.5 [38, 19]. However, España et al. showed that this effect is only correct in average. In wind tunnel measurements they showed that the mean expansion in a simplified atmospheric boundary layer remains almost constant [23]. Due to turbulent inflow a spatial fluctuation of the wind deficit was induced - the so called meandering. This resulted in the mean into an expanded wake profile in the vertical as well as horizontal direction. Although the effect was mainly observed for distances of $s > 2$ (see fig. 4.6).

The meandering of the wake might lead to sudden change in wind speed at mast height for sailboats. Therefore the magnitude of changes in wind speed is important to a final conclusion on the endangerment of sailboats.

4.2.4 The changes in wind speed by the wake

The reduction of wind speed depends on the c_p and c_t values of the turbine. Thus it is related to turbine type and wind speed. This might have led to differing

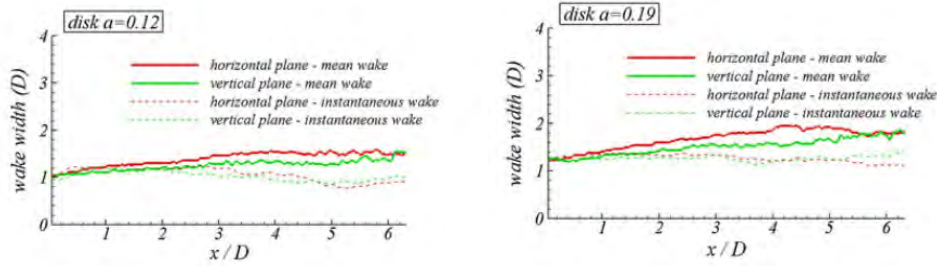


Figure 4.6 Wind tunnel measurements of the wake of a wind turbine with different induction factors a . The graphs show the mean expansion of the wake in horizontal (red) and vertical (green) direction. The dotted line depicts the instantaneous vertical and horizontal expansions of the wake (from [23]).

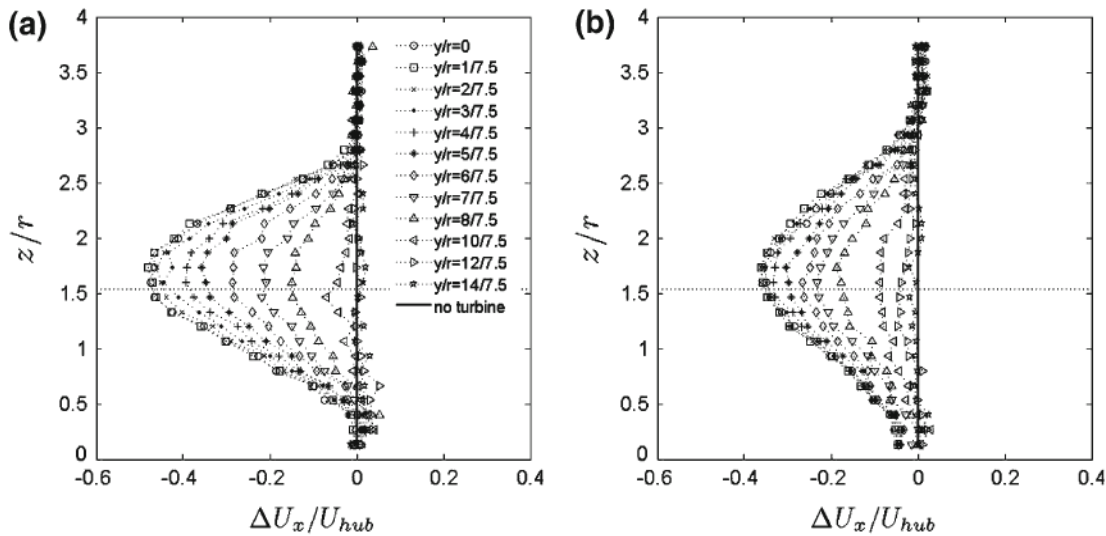


Figure 4.7 Vertical traverses of the wake of a model wind turbine in a wind tunnel at $s = 3$ a) and $s = 5$ b). All distances have been normalized to rotor radius r [25].

research results in the paper taken into account. Dahlberg et al., Chamorro et al. and Krogstad did wind tunnel experiments with smaller model turbines [38, 25, 24]. Similar to España, Chamorro changed the experimental setup in such a way that the turbulent inflow was similar to an atmospheric shear flow. Dahlberg and Krogstad didn't do this. Therefore, their results are expected to show stronger and more sustained wakes. The results of Dahlberg et al. show a strong velocity deficit of $u_w \approx 0,5u$ at a distance of $3D$ (see fig. 4.5) [38]. However, all measurements have been done in the horizontal plane at hub height. So the applicability is not clear. In contrast Chamorro et al. did wind tunnel measurements in a turbulent shear flow [25]. They measured the velocity deficit and turbulence intensity at different vertical traverses at different distances of the rotor. Figure 4.7 shows the mean velocity in the wake in relation to the ambient velocity at the specific height in a distance of $s = 3$ and $s = 5$ behind the rotor. Different traverses have been taken in the horizontal plane of the rotor.

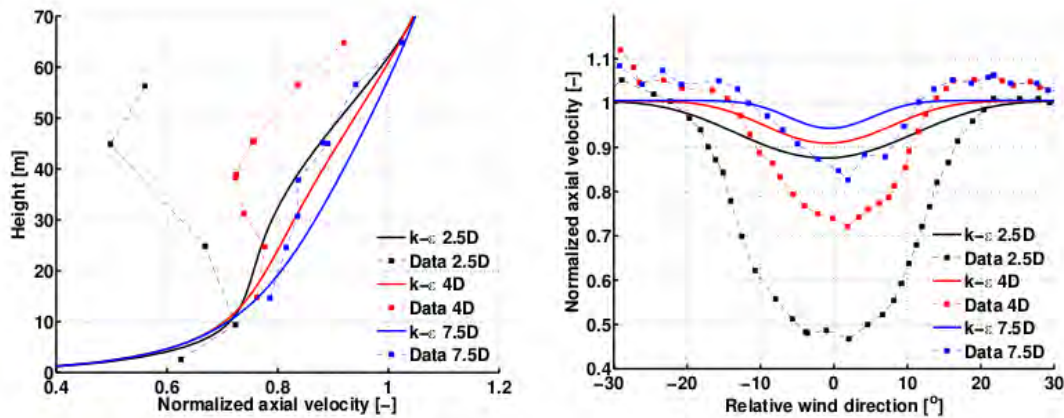


Figure 4.8
Results of a non adapted RANS-simulation in comparison with measurement data at the Nibe site at different distances from the rotor plane [20].

The results show again at a distance of $s = 3$ from the rotor plane in the center of the central axis values of $u_w \approx 0,5u$. In the outer region of the rotor the values drop again to $u_w > 0,4u$. At a larger distance of $s = 5$ the values are already far smaller. Thus non of the configurations would indicate stronger fluctuations than in the natural wind field.

Numerical simulations have in contrast to wind tunnel measurements the advantage, that the whole flow field, including turbulence parameters and Reynolds number, can be setup and analyzed. In practice however, some insecurities are connected to this, since the turbulence is mostly just modeled. Therefore, validation is necessary. Réthoré tested in his PhD thesis a lot of different models comparing them to measurement data [20]. He used time averaged (RANS) simulations as well as large eddy simulations (LES), which are supposed to be more accurate. In figure 4.8 the problem of non validated RANS-Simulations becomes evident. Nevertheless, the measurement data of the Nibe wind farm, gives a good impression of the form of the wake at different heights. Again it is evident, that the maximum reduction of the wind speed is at about $u_w \approx 0,5u$.

The large eddy simulations (LES) were supposed to achieve better results. Réthoré used two different methods for the simulation of the turbine with a variable forcing (VF) and a constant forcing (CF) on the flow by the assumed turbine. In the vertical profiles of the velocity of the wake in figure 4.9 an wake deficit in the out blade region can be observed in the near wake with $u_w \approx 0,5u$. As it expands slowly the deficit is reduced. Especially in the region of expansion the deficit remains far lower. Additionally it was possible in the simulation to regard the deficit value over the distance as depicted in figure 4.10. The simulation stress again the observed characteristics of a maximum deficit in the range of $s = 2 - 3$. At a larger distance the deficit in velocity is strongly decreasing.

For offshore turbines Steinfeld et al. simulated the wakes of single turbines as well as the whole wind farms using large eddy simulation with actuator line and actuator disc models [39]. In figure 4.11 the normalized wake deficit in the vertical

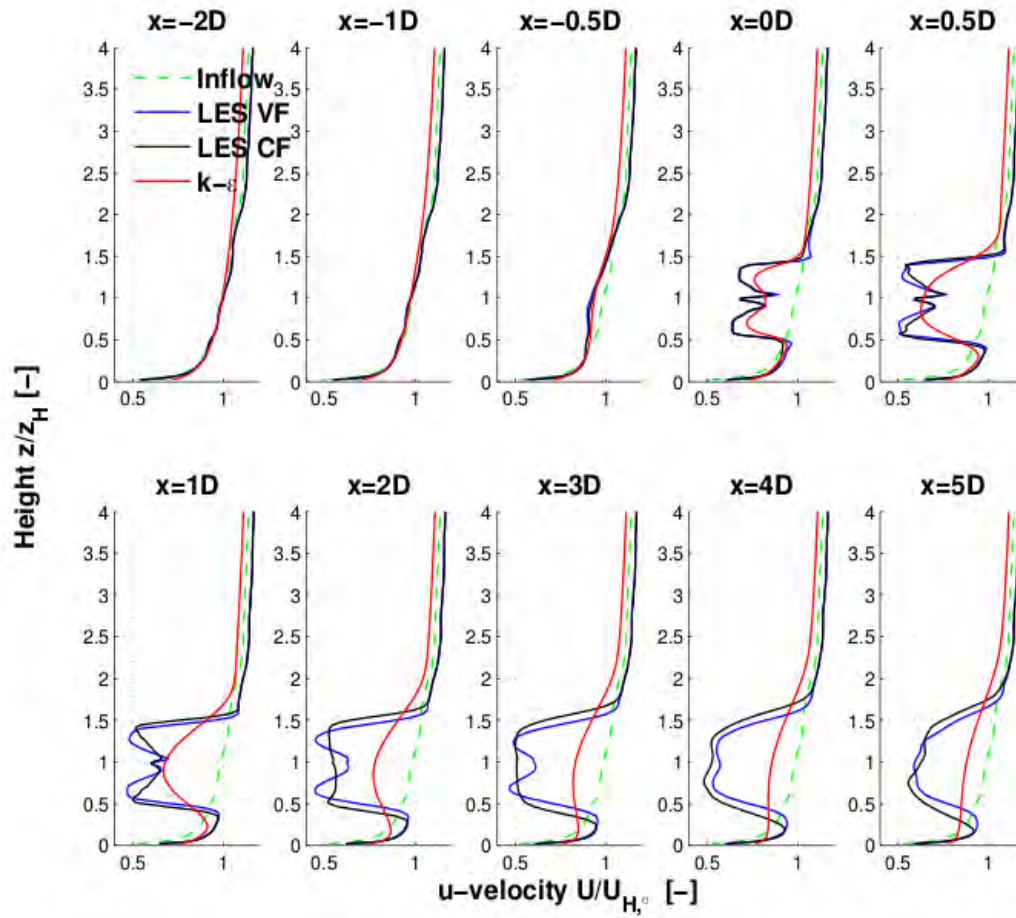


Figure 4.9 Normed vertical velocity profile as in fig.4.8 with two LES calculations for different distances from the rotor plane [20].

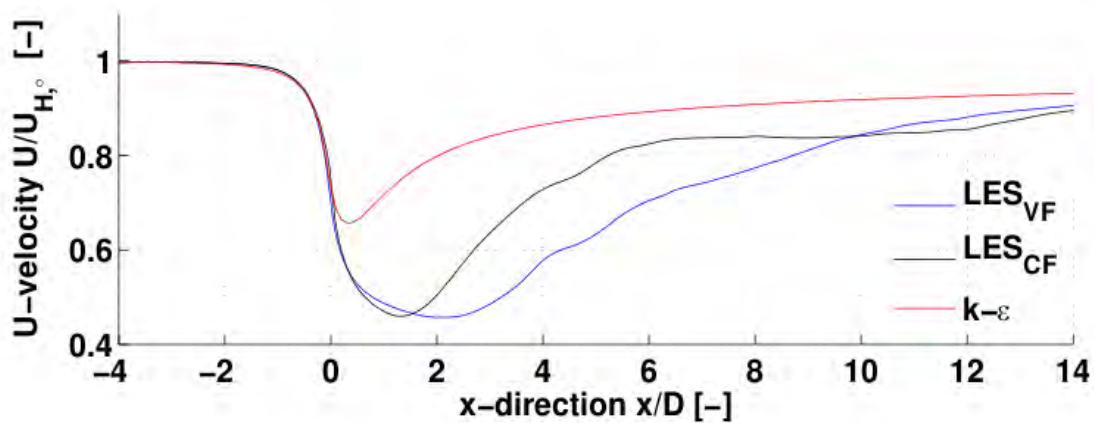


Figure 4.10 Normed velocity in the wake of the simulated turbine in Nibe over the distance from the rotor plane $s = x/D$ [20].

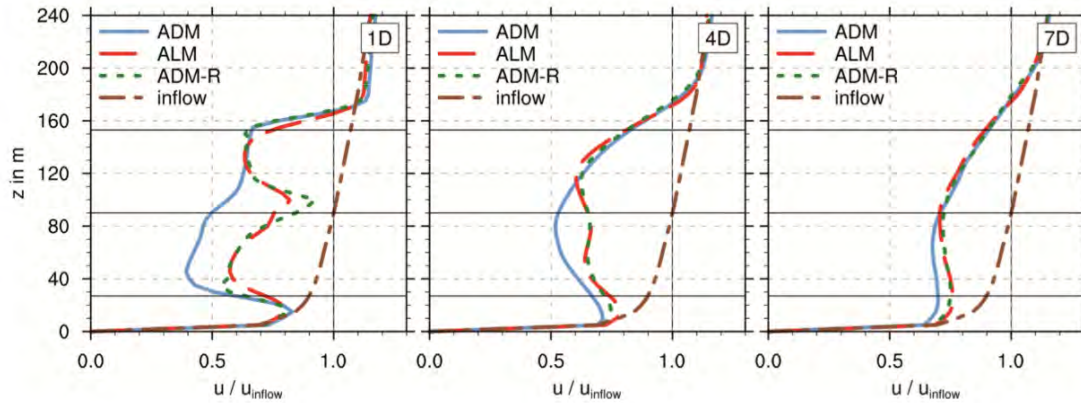


Figure 4.11
LES of a single wake in an offshore situation simulated with different methods to model the rotor. The wake shows a deficit in the region below the rotor of $\leq 20\%$ of the ambient wind speed [39].

shear is quantitatively shown for offshore turbines at 1 D, 4 D and 7 D behind the rotor. It can be seen, that the wake expands in the downwind direction to lower heights than $h = 20$ m. However the average deficit is $\leq 20\%$ of the original wind speed.

Field measurements, although they can be considered to be the most valid indicator, are rare, since the measurements are difficult and expensive. Machiels et al. did nevertheless some field measurements at an onshore test site in recent years. The measurements were done at a 2,5 MW type turbine at hub height in $h = 80$ m [13]. There were two equal turbines in the vicinity in a distance of $2,5D$ and $3,5D$ respectively to the metmast. The results of the wake deficit were not normed and are given in fig. 4.12. Even in this critical distance $u_w > 0.5u$ is always the case. Thus it can be assumed that the assumptions concerning the velocity deficit by the simulations and wind tunnel measurements are for the considered case rather conservative.

The field measurements also support the assumption that at wind speed above rated power, the wake effect is significantly reduced. In fig. 4.12 the deficit at average ambient wind speeds of $u = 13$ m/s is already strongly reduced at both distances compared to the lower wind speeds.

4.2.5 Added turbulence by wind turbines

Apart from a reduction of the mean wind, additional turbulence as defined in equation (4.1) might add to the regular turbulence. This is not surprising, as the wind turbines force a periodic reduction in wind speed. It is a question how strong this change is and how far it can be observed in the wake of the turbine.

In general it is differentiated between the additional turbulence intensity I_{add} (sometimes given as I_+) and the overall turbulence intensity in the wake I_w . Some

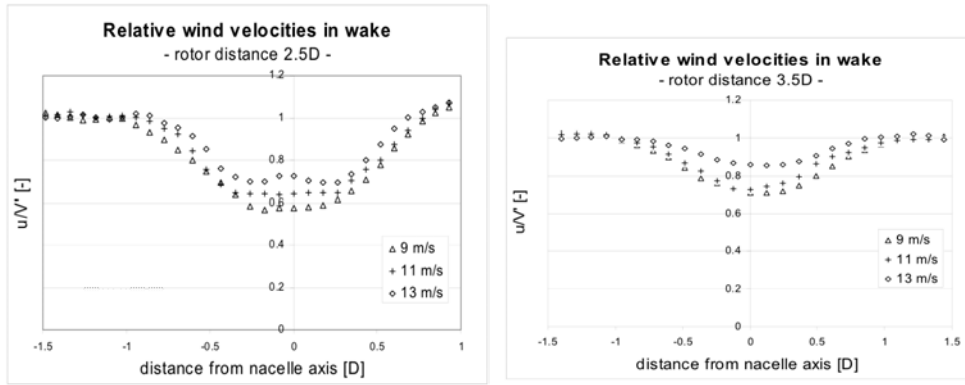


Figure 4.12 Measurements of the wind velocity in the wake of two turbines of the same type in hub height at a distance of $2,5D$ and $3,5D$ (taken from [13]).

literature (e.g. [8]) the overall turbulence intensity is given by

4.12
$$I_w = I + I_{add}$$

According to Frandsen, whose model has been adapted in the IEC standard 61400-1 [9, 12] the overall turbulence intensity in the wake should be given as

4.13
$$I_w = \frac{1}{2}(\sqrt{I_{add}^2 + I^2} + I).$$

This reflects on the statistical independence of I_{add} and I . According to the latter definition, the turbulence intensity in the wake should be lower than in than in the upper definition.

Figure 4.13 shows the measured (and in case of Chamorro normalized) turbulence intensity in the wake of the turbine in the wind tunnel [38, 25]. In case of Dahlberg et al. a horizontal traverse at hub height is given. Here it is apparent, that the turbulence intensity in the near wake is dominated by the tip vortex. This is a very local phenomenon of a dimension of the blade tip itself, which expands by dispersion and finally diffusion and dissipation.

Chamorro et al. designed the wind tunnel in such a way that there was a vertical wind shear with typical turbulence. The results in figure 4.13 shows the additional turbulence intensity I_{add} similar to (4.13) in vertical traverses at a distance of $3D$ and $5D$ of the rotor. The hub is again at $\sim 1,5r/D$. The difference between the two measurements, which show a distinct peak in the outer area of the tip vortex in case of Dahlberg et al. and non of this for Chamorro et al., might be explained by the influence of the inflow turbulence on the decay of the wake as described by Sørensen et al. in his LES calculation [29]. They showed that the turbulence of a proceeding turbine interferes strongly with the one of a turbine behind as already shown in figure 4.14. This can also be expected for any incoming turbulence

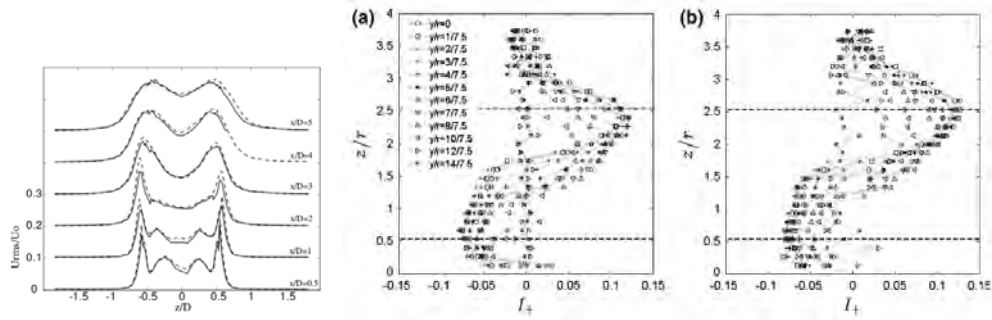


Figure 4.13
Turbulence intensity in the wake of wind turbines in wind tunnel measurements. On the left the results of a horizontal traverse at hub height by Dahlberg (from [38]). On the right the results of the vertical traverses at $s = 3$ and 5 in the turbulent wind tunnel [25].

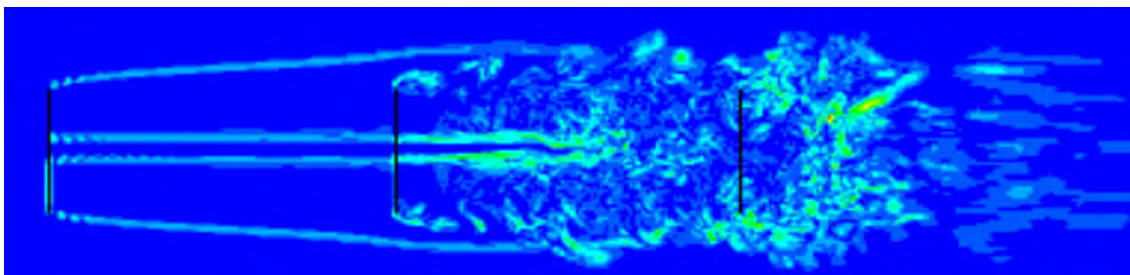


Figure 4.14
LES calculation of the effect of wakes from preceding turbines on the wake of the turbines following. The figure shows the contours of the vorticity [29].

at wind turbines. This assumption is supported by the field measurements of Machiels et al. [13]. The results of I_w shows only slight structures of the outer blade region at a distance of $s = 3.5$. At the distance of $s = 2.5$ there is an increase of I_w by 0.1 visible for an ambient velocity of $u = 9$ m/s. For $u = 13$ m/s the effect is much smaller. This is another indicator for a less loaded turbine, which has started to reduce c_p and c_t significantly (see 4.15).

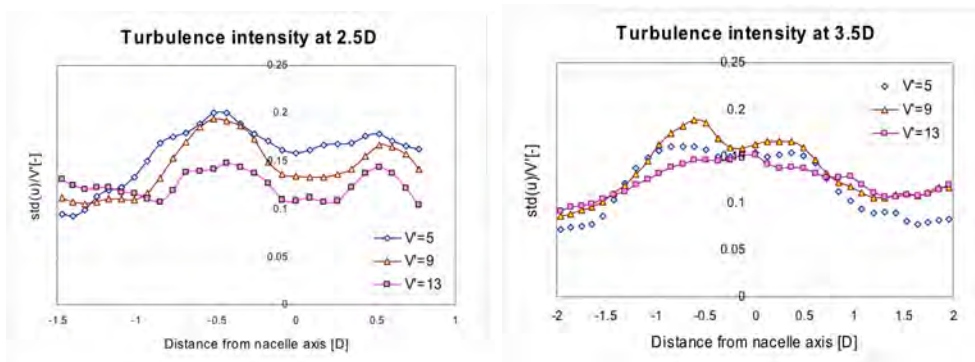


Figure 4.15
Measurements of the turbulence intensity in the wake of two turbines of the same 2,5 MW type at hub height in $s = 2,5$ and $3,5$ (from [13]).

4.3

Discussion of the results in respect to sailboats

Wind turbines take energy from the wind to transform it to electrical power. This process reduces the kinetic energy of the wind and slows it down in an inhomogeneous way. The inhomogeneous wind field leads to shear, which causes small turbulent vortices, which dissipate in the further process.

There are three main questions to be answered to reach a conclusion on the effect on sailboats:

1. Is it possible, that sailboats reach into the height of the wake of wind turbines at a distance, where the fluctuations might be relevant?
2. Are the fluctuations strong enough to endanger the boats?
3. How strong is the wind reduction in general?

Obviously, the first question cannot be finally answered for smaller boats, the assumed models are too different. However, large sailboats will certainly be reaching with their mast into the range, where the wake might effect the sail. So, it can be concluded, that there is the possibility of large sailboat reaching with their mast into the near wake of the wind turbines. Average size boats will sense only very small wind reductions in the direct vicinity of the wind farm.

The second question is not as obvious to be answered. In general it can be stated that wind turbines reduce the wind velocity. Sudden increases in wind speed induced by the wind turbine are generally not to be expected. Only the so called tip vortex, might show a temporal increase by not more than 50% in wind speed [40, 41] as show in figure 4.16. Comparing to fluctuations in the natural wind, the deficit of the average wind in the wake is smaller than natural fluctuation that can be measured. Also the increase in wind speed by the tip vortex, with a small dimension, will be in the range of naturally appearing fluctuations.

The increase in turbulence intensity by I_{add} 0.15 would at $u = 14$ m/s lead to a change in σ of 2.1 m/s. Most of the turbulence is generated by the shear between the ambient flow and the changed flow by the wind turbine. This generates vortices in the velocity range between the ambient flow an the minimum velocity induced by the turbine. The latter, however, has been shown to be in the range to $u_w \approx 0.5u$, which would lead to changes in wind speed up to $\Delta u_w \leq 6$ m/s. This is less than the $u(\tau = 2) > 7.5$ m/s observed by Morales et al. in the neutral offshore wind [14]. Thus it can be concluded, that the fluctuations originating from the wind farm are in the range or smaller than the ones in the natural wind. Therefore, an effect leading to dangerous situations is not expected.

The nearshore situation in the IJsselmeer does not change this observation to the worse, since the near shore will lead to an increase of natural turbulence and a stronger decay of the wake of the turbine.

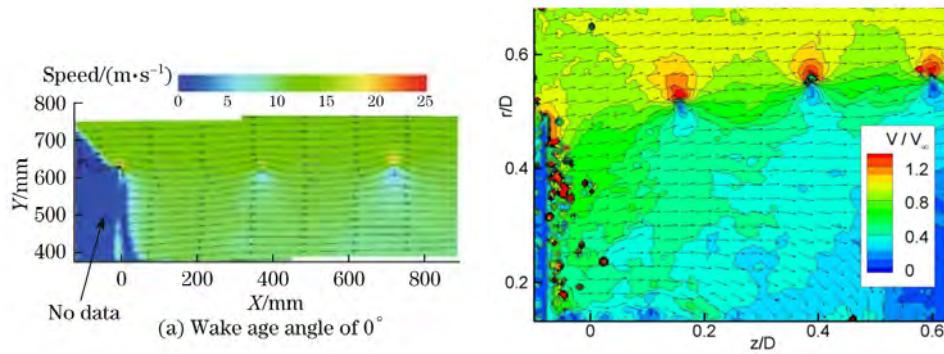


Figure 4.16
Normalized figures of the tip vortex measured by PIV by Xiao et al. (left) and Massouh et al.(right)(from [40, 41]).

Thus an endangerment of sailboats near or further away from the turbines is not expected, as long as they do not collide - which is not part of this investigation.

For the third question there is also no final answer, since the reduction depends on the wind turbine type. However, most investigations show a wind reduction of $\leq 20\%$ of the original wind speed in the direct area below the rotor for single turbine settings.

4.4 Characteristics of wind farm wakes

Large wind farms in relatively undisturbed offshore conditions might show a wake effect of the whole farm far downstream of the wind farm. This might have an effect on kite surfers in the kite surfing areas. Again the question remains, if the wake of the wind farms effect kite surfers or even pose a possible threat.

So far, the field of wake effects of whole wind farms is rather new. Large offshore wind farms have only recently been established on a greater scale, so only few data is available. Li et al. investigated the far field of the offshore wind farm Alpha Ventus in the north sea by metmast for the ambient flow and satellite data for the wind speed in the wake [16]. The results showed a reduced wind speed up to about 10 km away from the wind farm, which was fluctuation a bit. Figure 4.17 shows an in-situ measurement of the wind speed by this technique at a measured wind speed of $u = 11.3$ m/s wind speed at the FINO I platform in front of the wind farm. The lowest wind speed measured in the wake at that point was at $u_w = 8.6$ m/s, indicating a maximum change in wind speed from the assumed ambient wind of $\Delta u = 2.7$ m/s.

This observation was also made in a similar way by Hasanger et al. for the larger offshore wind farm Horns Rev. They used several satellite images to evaluate the wind farm wake and the drop in velocity [42]. Here a drop in wind velocity of in maximum 1.2 m/s against the surrounding wind at an ambient wind speed of 7.3 m/s was observed (Fig. 4.18).

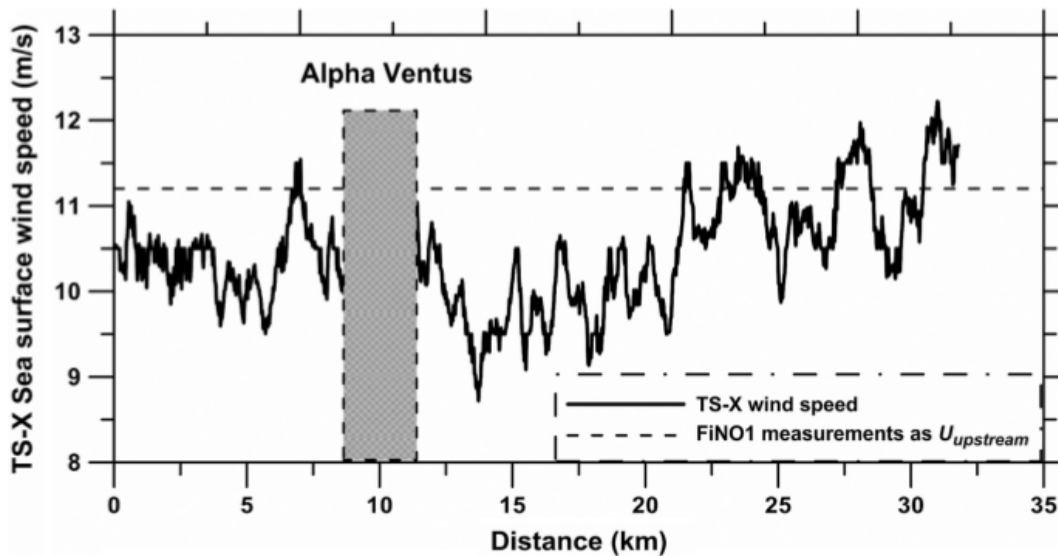


Figure 4.17
In-situ satellite measurement of the wind speed at the wind farm Alpha Ventus. The dotted line is the wind speed measured at the time at the offshore metmast at FINO I [16].

For the large picture of the flow, mesoscale models can also be used to calculate the effect of such farms. This was done by Fitch et al. [17]. They used the WRF model on an estimated wind farm with an dimension of 10x10 km. The turbines modeled are based on the thrust and power coefficients of the REpower 5M turbine, with a nominal power output of 5 MW, a hub height of 100 m, and a blade diameter of 126 m. In this simulation the zonal component of the geostrophic wind is 10 m/s at all levels, and the meridional component is set to zero. Their observation was, that the wind deficit of the farm increases with distance from the upstream edge, as more turbines reduce momentum, and reaches a maximum of 1.5 m/s, which is a reduction of 16% at the hub-height level (see fig. 4.19). Behind the farm, the wind speed deficit extends in a long wake, with an e-folding distance of 60 km. A 1 m/s (11%) deficit reaches 11 km from the downstream edge of the farm [17]. Nevertheless, the turbulence intensity does not increase strongly in the wake of the wind farm. Fitch et al. give the change in turbulent kinetik energy (TKE) as magnitude. Near the ground, the turbulence just increases inside of the wind farm. An increase in TKE of $0.4 \text{ m}^2/\text{s}^2$, a factor of nearly 3, extends 1 km down-stream from the farm at hub-height level. Beyond 10 km downstream, a reduction of maximum $0.04 \text{ m}^2/\text{s}^2$ (27%) is observed [17].

LES calculations are know for more a higher accuracy in the numerical simulations. Calculations by the university of Oldenburg using the code PALM of the offshore wind farm *Baltic I* give also a good impression on the vertical deficit in the wake of the wind farm as shown in fig. 4.20 [39]. Here additional aspects of the wind farm wakes in contrast to single turbine wakes become obvious:

1. In a wind farm the deficit below the wind turbines add up to a certain extend. Nevertheless, the maximum deficit in average wind speed leads to a decrease in wind speed of no more than 25% below the rotor.

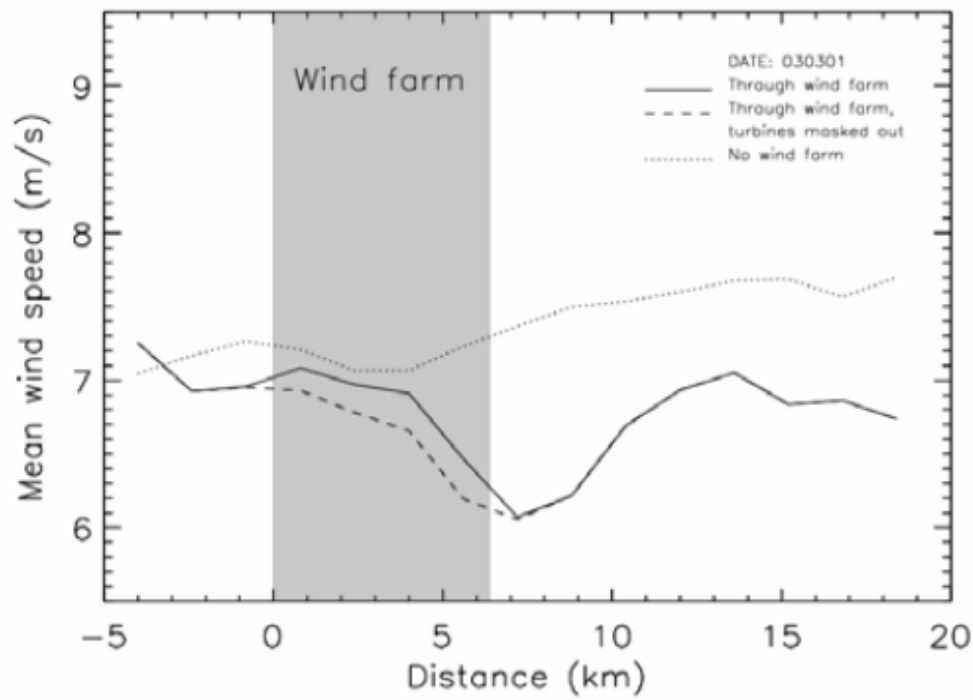


Figure 4.18 Results from satellite measurements at the wind farm Horns Rev, showing the wind speed reduction in comparison to the surrounding wind speed [42].

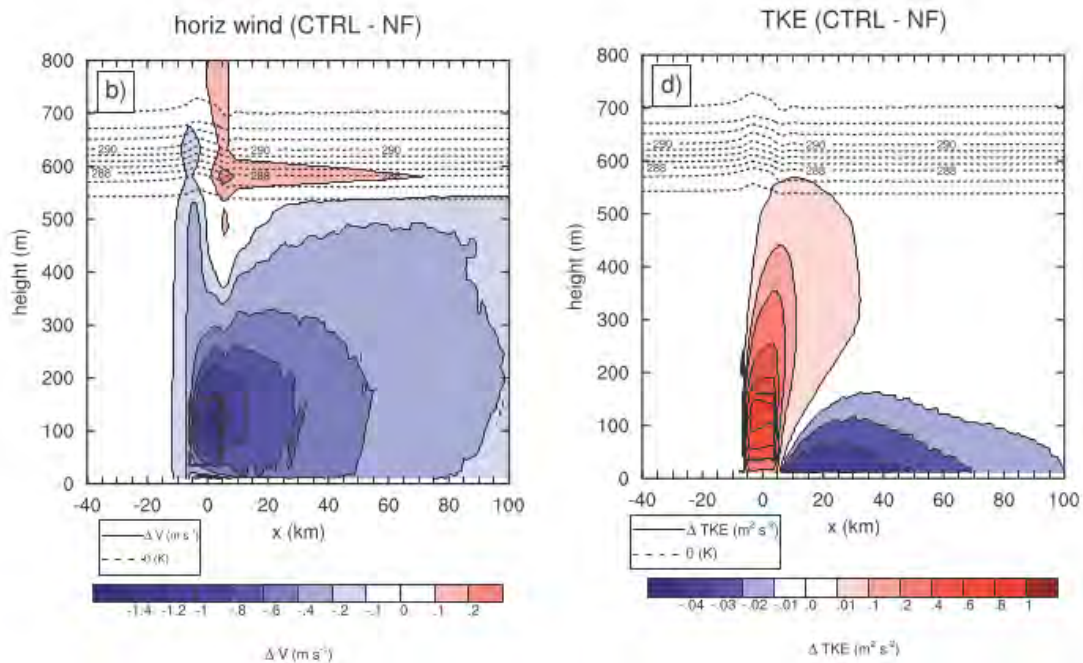


Figure 4.19 WRF Simulation of the wake of a complete wind farm in the vertical profile as done by Fitch et al. [17].

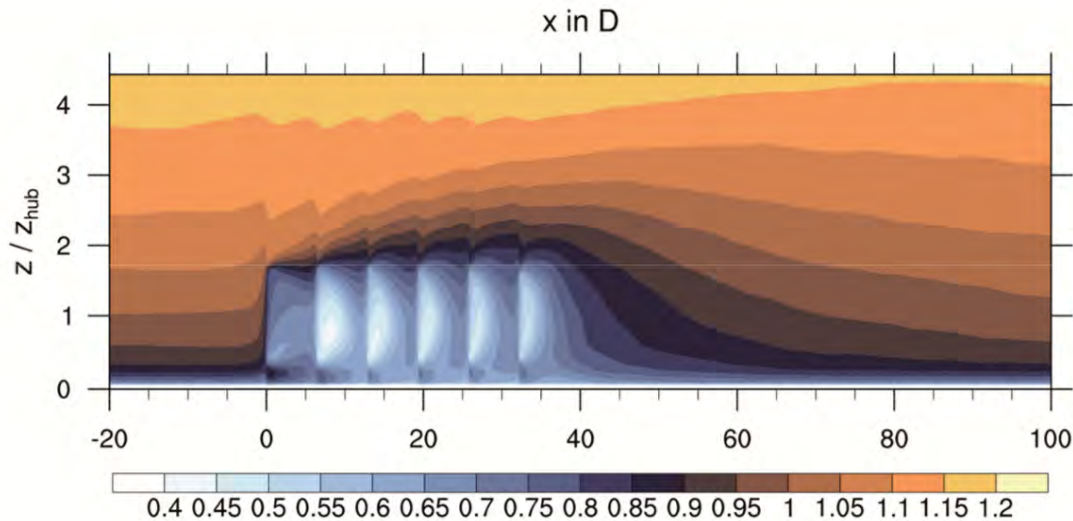


Figure 4.20
LES calculation of the wake of the offshore wind farm *Baltic I* as presented by Steinfeld et al. [39].

2. A reduction in the wind far behind the wind farm can be observed at different heights. Even at 30 – 40 D distance, where the kite surfing areas would be, a slight reduction of $\leq 10\%$ in wind speed could be observable. This nevertheless, depends on the height and on the weather conditions.

This leads to the conclusion, that there is no indication of massive wind fluctuations in the kite surfing areas in the possible wake regions of the wind farm in the IJsselmeer 5 – 7 km away from the farm. Possible fluctuations are in the regime of $\Delta u \leq 3$. This is in the range of the usual natural fluctuations of the wind. Therefore no harm is to be expected from the wind farm to the surfers within the prescribed surfing areas.

However, the kite surfing areas might experience a slight decrease in average wind speed by the wind farms - depending on the wind direction. This might lead to a wind speed reduction in the range of $\leq 10\%$ for certain wind speeds.

5 Conclusions

The investigation showed by all literature taken into account, that neither single wind turbine wakes, nor whole wind farm wakes lead to wind situations which endanger sailboats near to the wind farm or surfers in the surfing areas. Depending on the model of the wind turbine wake, there is the possibility that masts of sailboats reach in the range even of the near wake of wind turbines. However, it was found that sudden wind fluctuations, which would lead to a possible endangerment of sailboats or surfers, appear in nature in the same magnitude as induced by the wind turbines. Sailboats which are to withstand the natural wind fluctuations, which appear statistically every three days, should have no problems with possible fluctuations by wind turbines, blade tip vortices, whole wakes or general wake turbulence.

Since the efficiency of the turbines lower their efficiency above nominal power, the extreme changes in wind speeds due to the wind turbines in storm at $u > 14$ m/s are not expected. Tip vortices with an expansion of a few m^2 according to literature not inducing stronger fluctuations.

Thus, there was no indication or scenario found, how the wake of wind turbines might endanger nearby sailboats or (kite) surfing areas at a distance of $d > 4$ km. Apart from this, there a general reduction of the average wind speed in the wake of the wind farm or even within the wind farm can be expected. The magnitude of the reduction is expected to be $\leq 25\%$ of the ambient wind speed inside the wind farm and decreases behind the wind farm. At a distance of $d > 4$ km a decrease in ≤ 10 of the ambient wind could occur.

Regardless of these findings, the safety of marine sports still remains in the hands of the operators of the sports devices. Wind turbines will cause additional turbulence, which is in the range of natural turbulence. The Fraunhofer Society is dedicated to scientific care and accuracy as well as the obedience of rules of the methods and techniques. However, it cannot be concluded that the gained knowledge will under all circumstances be the final stage in research in the future.

Bibliography

- [1] Hallber-Rassy Varvs AB. Hallber-rassy 40 standard specification. Technical report, Hallber-Rassy Varvs AB, Ellös, Sweden, 2012.
- [2] Hallber-Rassy Varvs AB. Hallber-rassy 43 mk iii standard specification. Technical report, Hallber-Rassy Varvs AB, Ellös, Sweden, 2013.
- [3] Hallber-Rassy Varvs AB. Hallber-rassy 64 standard specification. Technical report, Hallber-Rassy Varvs AB, Ellös, Sweden, 2013.
- [4] Wikipedia. Wikipedia - nautor's swan. http://en.wikipedia.org/wiki/Nautor%27s_Swan, 6.1.2013.
- [5] Sailingboats for sale. Sailingboats for sale - abeking and rasmussen 60m tall ship. http://www.sailing-boats-for-sale.com/sail_boat_617277.aspx, 6.1.2013.
- [6] Wikipedia. Wikipedia - kruzenshtern (ship). [http://en.wikipedia.org/wiki/Kruzenshtern_\(ship\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Kruzenshtern_(ship)), 6.1.2013.
- [7] Wolf-Dieter Mell. Strukturen im bootsmarkt. Technical Report FVSF-1, Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschiffahrt e.V. (FVSF), Köln, 2008.
- [8] Hans-Jürgen Haubrich, Jürgen Tzschoppe, Thomas Degner, Hans-Peter Waldl, Friedrich Kießling, Dr. Schmidt, H.-J. Krispin, B. Schwedmann, Dr. Wilke, and M. Weidemann. Untersuchung des notwendigen mindestabstands von windenergieanlagen zu freileitungen. Technical Report Rundschreiben 421/13-98, RWTH Aachen and University of Oldenburg and DKE-Komitee K-421 and Firma Richard Bergner and RWE Energie AG and ENERCON, Aachen, 1998.
- [9] Sten Frandsen and Peter Hauge Madsen. Spatially average of turbulence intensity inside large wind turbine arrays. In *Proc. European Seminar on Offshore Wind Energy in the Mediterranean and Other European Seas*, volume OWEMES2003, 2003.
- [10] Rebecca J. Barthelmie, J. Badger, S.C. Pryor, C.B. Hasager, M.B. Christiansen, and B.H. Jørgensen. Offshore coastal wind speed gradients: issues for the design and development of large offshore windfarms. *Wind Engineering*, 31(6):369–382, 2007.
- [11] Kurt S. Hansen, Rebecca J. Barthelmie, Leo E. Jensen, and Anders Sommer. The impact of turbulence intensity and atmospheric stability on power deficits due to wind turbine wakes at horns rev wind farm. *Wind Energy*, 15:183–196, 2012.

- [12] IEC. International standard iec 61400-1, Wind turbines part 1: Design Requirements. Technical report, International Electrotechnical Commission, 2005.
- [13] L.A.H. Machielse, Peter J. Eecen, H. Korterink, S.P. van der Pijl, and J. Gerard Schepers. Ecn test farm measurements for validation of wake models. In *Proceeding of the European Wind Energy Conference*, 2007.
- [14] Allan Morales, Matthias Wächter, and Joachim Peinke. Characterization of wind turbulence by higher-order statistics. *Wind Energy*, 15:391–406, 2012.
- [15] B. Sanderse, S. P. van der Pijl, and B. Koren. Review of cfd for wind-turbine wake aerodynamics. *Wind Energy*, 14:799–819, 2011.
- [16] Xiao Ming Li and Susanne Lehner. Observation of terrasars-x for studies on offshore wind turbine wake in near and far fields. *IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*, 6(3), 2013.
- [17] Anna C. Fitch, Joseph B. Olson, Julie K. Lundquist, Jimy Dudhia, Alok K. Gupta, John Michalakes, and Idar Barstadt. Local and mesoscale impacts of wind farms as parameterized in a mesoscale nwp model. *Journal of the American Meteorological Society*, 140:3017–3038, 2012.
- [18] Ferhat Bingöl, Jakob Mann, and Gunnar C. Larsen. Light detection and ranging measurements of wake dynamics part i: one-dimensional scanning. *Wind Energy*, 13(1):51–61, 2010.
- [19] Juan Jose Trujillo, Ferhat Bingöl, Gunnar C. Larsen, Jakob Mann, and Martin Kühn. Light detection and ranging measurements of wake dynamics part ii: two-dimensional scanning. *Wind Energy*, 14(1):61–75, 2011.
- [20] Pierre-Elouan Réthoré. *Wind Turbine Wake in Atmospheric Turbulence*. PhD thesis, Technical University of Denmark, October 2009.
- [21] Douwe J. Renkema. Validation of wind turbine wake models. Master's thesis, TU Delft, Delft, NL, 2007.
- [22] Davide Medici. *Wind Turbine Wakes - Control and Vortex Shedding*. PhD thesis, KTH Mechanics - Royal Institute of Technology, Stockholm, 2004.
- [23] G. España, Sadrine Aubrun, S. Loyer, and P. Devinant. Spatial study of the wake meandering using modelled wind turbines in a wind tunnel. *Wind Energy*, 14:923–937, 2011.
- [24] Per-Åge Krogstad and Muyiwa S. Adaramola. Performance and near wake measurements of a model horizontal axis wind turbine. *Wind Energy*, early view, 2011.
- [25] Leonardo P. Chamorro and Fernando Porté-Agel. A wind-tunnel investigation of wind-turbine wakes: Boundary-layer turbulence effects. *Boundary Layer Meteorology*, 132:129–149, 2009.

- [26] Stefan S. A. Ivanell. *Numerical Computations of Wind Turbine Wakes*. PhD thesis, KTH Mechanics - Royal Institute of Technology, Stockholm, 2005.
- [27] Alois Peter Schaffarczyk, M. Pawlak, and F. Richert. New model for calculating intensities of turbulence in the wake of wind-turbines. In *Proceeding of the German Wind Energy Conference (DEWEK)*, 2002.
- [28] Hao Lu and Fernando Porté-Agel. Large-eddy simulation of a very large wind farm in a stable atmospheric boundary layer. *Physics of Fluids*, 23, 2011.
- [29] Robert Mikkelsen Jens N. Sørensen and Niels Troldborg. Simulation and modelling of turbulence in wind farms. In *Proceeding of the European Wind Energy Conference*, 2007.
- [30] Sten Frandsen, Rebecca Barthelmie, Sara Pryor, Ole Rathmann, Søren Larsen, Jørgen Højstrup, and Morten Thøgersen. Analytical modelling of wind speed deficit in large offshore wind farms. *Wind Energy*, 9(1):39–53, 2006.
- [31] Gunnar C. Larsen, Helge Aagaard Madsen, and Niels N. Sørensen. Mean wake deficit in the near field. In *Proceedings of the EWEC 2003*, volume EWEC, 2003.
- [32] N. O. Jensen. A note on wind generator interaction. Technical Report Risø-M-2411, Risø, Roskilde, Denmark, 1983.
- [33] Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, and Ervin Bossanyi. *Wind Energy Handbook*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 1. edition, 2001.
- [34] ENERCON. Enercon e-40/6.44 600 44.0 data sheet. <http://www.kulak.com.pl/Wiatraki/pdf/enercon%20e40%20600.pdf>, 28.3.2012.
- [35] L. J. Vermeer, Jens N. Sorensen, and A. Crespo. Wind turbine wake aerodynamics. *Progress in Aerospace Science*, 39:467–510, 2003.
- [36] I. Katic, J. Højstrup, and N. Jensen. A simple model for cluster efficiency. In *Proceeding of the European Wind Energy Conference*, 1986.
- [37] Siemens Wind Power. Siemens 6.0 mw offshore wind turbine. Technical report, Siemens Wind Power A/S, Brande, Denmark, 2014.
- [38] J-Å Dahlberg and D. Medici. Potential improvement of wind turbine array efficiency by active wake control (awc). In *Proceeding of the European Wind Energy Conference*, 2003.
- [39] G. STEINFELD, B. WITHA, M. DÖRENKÄMPER, and M. GRYSCHKA. High-resolution large-eddy simulations for the analysis of flow conditions in offshore wind farms. *submitted to: promet - Meteorologische Fortbildung*, 39, 2014.
- [40] Jing-Ping Xiao, Jie Wu, Li Chen, and Shi Zhe-yu. Particle image velocimetry (piv) measurements of tip vortex structure of wind turbine. *Applied Mathematics and Mechanical Engineering*, 32(6):729–738, 2011.
- [41] F Massouh and I Dobrev. Exploration of the vortex wake behind of wind turbine rotor. *Journal of Physics: Conference Series*, 75(1):012036, 2007.

- [42] Charlotte Bay Hasager, Poul Astrup, Merete Bruun Christiansen, Morten Nielsen, and Rebecca Barthelmie. Wind resources and wind farm wake effects offshore observed from satellite. In *Proceeding of the European Wind Energy Conference*, 2006.

Oldenburg,

Dr. Bernhard Stoevesandt

Dr. Jonas Schmidt

Bijlage D-18 Toerisme en recreatie – ETFI rapport





Windpark Fryslân Potentiële toeristische impact

Literatuurstudie in opdracht van Pondera Consult





Colofon

Dit onderzoek is uitgevoerd door het European Tourism Futures Institute.

Copyright © 2014, European Tourism Futures Institute

Overname van informatie uit deze publicatie is toegestaan, mits bronvermelding.

Bij het samenstellen van dit rapport is de grootste zorgvuldigheid betracht. Het European Tourism Futures Institute is echter niet aansprakelijk voor enige direct of indirecte schade als gevolg van de aangeboden informatie uit deze publicatie.

ISSN: 2212-9804

European Tourism Futures Report Nr. 11

Afbeeldingen: ETFI & sxc.hu

Kaartmateriaal: de kaarten met een overzicht van windparken per land zijn geleverd door Pondera Consult.

Voor meer informatie:

European Tourism Futures Institute

Telefoon: 058 244 192

E-mail: info@etfi.eu

Website: www.etfi.eu

Voorwoord

Het toerisme is een sector van niet te onderschatten belang in Fryslân. Niet alleen vanwege het geld en de banen die het oplevert, maar ook omdat het een sector is die aan het welzijn van de bewoners bijdraagt. Immers, het toerisme levert voorzieningen op waarvan ook de mensen uit de regio zelf in hun vrije tijd gebruik maken. Toeristen worden aangetrokken door waarden als landschappelijk en cultureel erfgoed, hetgeen betekent dat bij een duurzaam toeristisch beleid ook aandacht verzekerd is voor het behoud van deze waarden.

In de ontwikkeling van het toerisme botsen er voortdurend belangen. Bewoners profiteren economisch van het toerisme, maar kunnen tegelijkertijd protesteren tegen drukte en het risico van aantasting van de eigen cultuur. Iedereen wil van natuurgebieden kunnen genieten, maar een te massale belangstelling zou weer schadelijk kunnen werken. Grote evenementen leveren veel bezoekers, omzet en gezelligheid, maar mogelijk ook veiligheidsrisico's op. In al deze situaties is er kennis nodig om de belangen in kaart te brengen, af te wegen en de voor alle partijen meest gunstige oplossingen te zoeken. Het European Tourism Futures Institute heeft zich de afgelopen jaren herhaaldelijk gebogen over deze vraagstukken.

Een actueel voorbeeld van een belangenafweging is de aanleg van windmolenparken. Voor alle bedrijfstakken, dus ook voor het toerisme, is het van belang te zoeken naar alternatieve energiebronnen. Tegelijkertijd veranderen windmolenparken het landschap en de soms nog vrije horizon voor tientallen jaren. In hoeverre brengt dit schade toe aan de toeristische sector?

Het European Tourism Futures Institute (ETFI) is geen commercieel consultantbureau, maar een onderzoeksbureau verbonden aan een onderwijsinstelling. Ook wanneer er grote belangen spelen, legt ETFI de nadruk op deze onafhankelijke positie. Bij het onderzoek naar mogelijke effecten van een windmolenpark in het IJsselmeer zijn wij uitgegaan van de vele onderzoeken die er inmiddels, in Nederland maar ook internationaal, bestaan. Op deze manier zijn conclusies en oordelen, zowel geïnspireerd door voorvechters van windenergie als van tegenstanders, zowel bij geplande als bij reeds aangelegde windmolenparken, geïnventariseerd.

De conclusie van dit literatuuronderzoek luidt dat de studies onvoldoende bewijs leveren, zowel voor het ontstaan van schade aan de toeristische sector als voor het ontbreken van die schade. Dit onderzoek moet dan ook niet gelezen worden als een aanbeveling vóór of tegen windmolenparken. De waarde van het onderzoek is dat het de publiek toegankelijke studies uit binnen- en buitenland met betrekking tot de relatie tussen windparken en toerisme bijeen brengt en systematisch analyseert. Zodoende brengt het de risico's en mogelijkheden beter in beeld zodat in alle scenario's —met of zonder windmolens— afwegingen gemaakt kunnen worden waarin alle belangen gerespecteerd worden.



Windpark Fryslân Potentiële toeristische impact Literatuurstudie in opdracht van Pondera Consult

European Tourism Futures Institute
Kenniscentrum Kusttoerisme
Van der Tuuk Revisited

Stefan Hartman (redactie)
Mathilde Matthijsse (auteur)
Anne Klaas Schilder (auteur)

Graciella Karijomedjo
Jeroen Oskam
Margot Tempelman
Bertus van der Tuuk

Pondera Consult
Maarten Jaspers Faijer
Martijn ten Klooster
Hans Rijntalder

Discussiebijeenkomst
19 december 2013
Anne de Groot
Jan ten Hoor
Erica Krikke
Hans van Leeuwen
Minou Schreuder
Han Verheijden

Inhoud

Voorwoord

Literatuurstudie onderzoeksproject Windpark Fryslân	2
1. Inleiding	2
2. Achtergrond onderzoeksvraag	3
3. Doelstelling en onderzoeksvragen	4
4. Onderzoeksaanpak	6
Fase 1: Inventarisatie bestaande windparken bij relevante gebieden	6
Fase 2: Literatuurstudie toeristische impact van windmolenparken	6
Fase 3: Discussiebijeenkomst met experts	7
5. Uitkomsten van het onderzoek	8
Fase 1: Bestaande windparken	8
Fase 2: Literatuurstudie	10
Fase 3: Discussiebijeenkomst met experts	14
6. Beantwoording onderzoeksvragen	16
Conclusies	16
Aanbevelingen	18
7. Geraadpleegde bronnen	20
Bijlage A: Onderzochte studies en uitkomsten	26
Bijlage B: Overzichtstabel literatuur	31
Bijlage C: Analyse per land	36
Nederlandse bronnen	36
Engelse bronnen	38
Duitse bronnen	43
Spaanse bronnen	46
Deense bron	47



Literatuurstudie onderzoeksproject Windpark Fryslân

1. Inleiding

Pondera Consult onderzoekt in opdracht van initiatiefnemer Windpark Fryslân BV de mogelijkheden voor situering van een windmolenpark in het IJsselmeer nabij de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk. Daarbij zijn zorgen ontstaan bij omwonenden en ondernemers over de consequenties die de aanleg van een windmolenpark voor het toerisme kunnen hebben. Meer specifiek gaat het om zorgen over de impact op toerisme als economische sector, bijvoorbeeld als gevolg van bijvoorbeeld horizonvervuiling en de mogelijke invloed hiervan op bezoekersaantallen. Voor het voornemen van Windpark Fryslân b.v. wordt een milieueffectrapportage (MER) uitgevoerd. De initiatiefnemer heeft aangegeven om in dit MER ook de mogelijke effecten op toerisme in kaart te brengen.

Pondera Consult heeft het European Tourism Futures Institute (ETFI) verzocht de reeds gedocumenteerde ervaringen ten aanzien van de relatie tussen toerisme en windturbines te onderzoeken. Daarmee kan inzicht worden gegeven in concrete ervaring met de impact op toerisme en is een basis aanwezig voor een effectbeoordeling van het initiatief Windpark Fryslân. Tevens is verzocht te onderzoeken welke voorbeelden er zijn voor een positieve impact op toerisme en/of de mogelijkheden om een positieve impuls te geven. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Bureau Van der Tuuk en Kenniscentrum Kusttoerisme van HZ Hogeschool.



2. Achtergrond onderzoeksvraag

In Nederland, Europa maar ook daarbuiten staan op een groot aantal locaties windmolens. Van kleine, losstaande exemplaren tot grote aantallen, al dan niet geordend in zogenaamde windmolenparken. Sinds circa 1982 worden windturbines verspreid door Nederland en Europa (en daarbuiten) gerealiseerd. Dat begon indertijd met kleine, individuele windturbines met een vermogen van 55 kW en ashoogte van circa 30 meter. Tegenwoordig is het mogelijk molens met een capaciteit van 7.500 kW en een ashoogte van 135 meter of meer te installeren. Windmolens zijn ook gerealiseerd op of nabij locaties die naar verwachting tevens een waarde hebben vanuit toeristisch oogpunt. Dit betreft zowel 'offshore windparken' waarbij windmolens in zee gesitueerd zijn maar ook windmolens op het land. In Nederland is op dit moment meer dan 2.300 MW gerealiseerd, op Europese schaal meer dan 117.300 MW waarvan 110.700 MW op land en 6.600 MW op zee (EWEA, 2013).

Gelet op de termijn waarop reeds windmolens aanwezig zijn en het gegeven dat deze op verschillende plekken aanwezig zijn, waaronder locaties met een toeristische waarde, zijn uitkomsten bestudeerd van onderzoek naar de effecten die hebben plaatsgevonden ten gevolge van de aanwezigheid of realisatie van windmolens op toerisme. Een deel van de onderzoeken betreft onderzoeken die ex-ante, voorafgaand aan realisatie, zijn uitgevoerd. Daarbij wordt gevraagd naar de beleving van een potentieel windpark, bijvoorbeeld aan de hand van fotovisualisaties, en de gevolgen hiervan voor de intentie een locatie wel of niet te bezoeken. Dergelijk onderzoek kent een relatief beperkte validiteit

aangezien in de praktijk er een belangrijk verschil bestaat tussen daadwerkelijk gedrag en de verwachting die wordt geuit in een enquête over een hypothetische situatie. De achtergrond hiervan is dat in de praktijk de intentie om een locatie te bezoeken van een groot aantal factoren afhankelijk is zoals het weer, prijzen, parkeren, etc. Om deze reden heeft Pondera Consult aangegeven meer inzicht te willen verkrijgen in feitelijk waargenomen effecten bij bestaande windparken ('ex-post' evaluaties).



3. Doelstelling en onderzoeksvragen

De doelstelling van het onderzoek is: het onderzoeken welke mogelijke impact (de aanleg van) een windmolenpark in kustgebieden heeft op het toerisme door middel van een literatuurstudie naar waargenomen effecten bij bestaande windturbines/-parken.

Als definitie voor toerisme wordt aangesloten bij het CBS:

“De activiteiten van personen die reizen naar en verblijven op plaatsen buiten hun normale omgeving, voor niet langer dan een (aaneengesloten) jaar, om redenen van vrijetijdsbesteding, zaken en andere doeleinden die niet zijn verbonden met het uitoefenen van activiteiten die worden beloofd vanuit de plaats die wordt bezocht.”

Het CBS hanteert daarbij een bezoek van minimaal twee uur. Werkzaamheden van mensen uit het buitenland voor organisaties of mensen uit Nederland zijn geen toerisme. Toeristen kunnen dus zowel mensen zijn die voor vakantie enige tijd in een gebied verblijven, dagjesmensen of bijvoorbeeld congresbezoekers.

Vanuit het kader van dit onderzoek is het relevant dat wanneer gesproken wordt over de ‘impact op toerisme’ wordt bedoeld op de invloed op bezoekersaantallen, verblijfsduur en/of bestedingen door toeristen. Met andere woorden, de gevolgen voor het economische verkeer in de toeristische sector.

Onderzoeksvraag:

De doelstelling leidt tot de centrale onderzoeksvraag van deze studie:

“Welke impact op toerisme is vastgesteld op locaties die vergelijkbaar zijn met het in het IJsselmeer te ontwikkelingen windmolenpark, als gevolg van (de aanleg van) een windmolenpark op zichtafstand van de kust of andere gebieden met toeristische waarde?”

Als achtergrond kan het volgende worden aangegeven. Er wordt uitgegaan van windmolens binnen zichtafstand van de kust of in of nabij andere gebieden met toeristische waarde. De hiertoe behorende aanname is dat de beïnvloeding van de landschapsbeleving als gevolg van de aanwezigheid van windturbines de belangrijkste potentiële oorzaak-gevolg relatie tussen windturbines en toerisme is. De fysieke ruimte die een windmolen inneemt en de waarneembaarheid van het geluid van windturbines (tot enkele honderden meters) is relatief beperkt, maar door de afmetingen is een windmolen op grote afstand zichtbaar. Het visuele effect is des te groter naarmate de (tip)hoogte van de windmolen en de omvang van een windmolenpark toeneemt. De aanname is dan ook dat een effect op toerisme vooral kan optreden in gebieden waar het landschap een belangrijke toeristische waarde is.

Het is moeilijk om een vaste afstand te hanteren voor ‘zichtafstand’ aangezien windturbines op grote afstand zichtbaar zijn afhankelijk van de aard van het landschap (bijvoorbeeld vlak, heuvel- of bergachtig) en in mindere



mate van de grootte van de windturbines. Windturbines zijn zichtbaar tot een afstand van 25 km of meer. De aanname is echter dat windmolens op kleine afstand een groter effect op de landschapsbeleving hebben dan windmolens op grotere afstand. Bovendien zijn windmolens op grote afstand door verschillen in weersomstandigheden niet altijd zichtbaar. Dit kan relevant zijn voor de feitelijke effecten. In deze studie is geen rekening gehouden met de weerseffecten en is uitgegaan van een statische afstand van maximaal 25 kilometer.

Het beantwoorden van de onderzoeksvraag heeft geleid tot het nu voorliggende rapport. Het heeft het karakter van een overzichtsrapport dat inzicht geeft in bekende en openbare onderzoeken, uitgevoerd in Nederland en op internationaal niveau, over de gevolgen voor het toerisme van de aanleg en beheer van een windmolenpark op zee op zichtafstand van de kust of op land.



4. Onderzoeksaanpak

Het onderzoek is uitgevoerd in drie fases. Deze worden hieronder kort toegelicht.

Fase 1: Inventarisatie bestaande windparken bij relevante gebieden

Verspreid in Nederland en Europa zijn windmolens en windmolenparken gerealiseerd. Fase 1 van het onderzoek bestaat uit een inventarisatie van windparken die zijn gerealiseerd op voor dit onderzoek relevante locaties. Onder relevante locaties wordt verstaan de locaties in of op zichtafstand van gebieden met een toeristische functie, als Nationale landschappen, badplaatsen of binnenwater voor de recreatievaart. Relevant zijn locaties welke een enigszins vergelijkbare situatie kennen als het windpark dat in ontwikkeling is in het IJsselmeer, locaties waarbij toeristen in het landschap recreëren/uitzicht hebben op het landschap, bijvoorbeeld een locatie aan het groot open water, zoals de kust of gebieden met veel wandel- en of fietsrecreatie. Voor de gevonden locaties is in fase 2 nagegaan of er onderzoek heeft plaatsgevonden naar de impact op toerisme.

Fase 2: Literatuurstudie toeristische impact van windmolenparken

Aansluitend op de inventarisatie in Fase 1, hebben de deelnemende onderzoeksinstituten eerst door middel van deskresearch een inventarisatie uitgevoerd van internationale en algemene onderzoeken over dit thema. Vervolgens hebben de deelnemende onderzoeksinstituten gedurende de loop van het traject onderzoek gedaan naar verschenen literatuur op dit gebied. Daarmee zijn de meest actuele en volledige

gegevens benut. De onderzoeken zijn geanalyseerd naar situatie, aanpak en resultaten. Op basis van de totale bevindingen zijn vervolgens conclusies getrokken, voor zover de uitkomsten van de individuele onderzoeken dit toelieten.

Onderzoeksmethode

In de Fasen 1 en 2 is een kritische analyse door middel van desk research uitgevoerd naar de beschikbare literatuur. Aangezien de inventarisatie in Fase 1 is uitgegaan van bestaande windparken, is tijdens deze inventarisatie literatuur onderzocht waarin de gevolgen voor het toerisme zijn onderzocht nadat het windpark (enige jaren) gebouwd is. Naast deze ex-post onderzoeken zijn voor de verschillende windparken en in de algemene analyse (Fase 2) ook ex-ante onderzoeken opgenomen. Daarbij dient in acht te worden genomen dat er voor ex-ante onderzoeken verschil is tussen de intentie die naar voren komt in enquêtes en het feitelijke gedrag zoals hiervoor benoemd. De literatuuranalyse kent een inductieve en kwalitatieve benadering. Inductie legt immers de nadruk op "(...) een goed begrip van de context van een onderzoek, het verzamelen van kwalitatieve gegevens en een flexibeler structuur zodat in de loop van het onderzoek eventueel andere aspecten de nadruk kunnen krijgen." (Saunders et al, 2008).

De studies die uit de inventarisatie naar voren komen zijn geanalyseerd op basis van onderstaande deelvragen. De achtergrond van de vragen betreft het verkrijgen van inzicht in de situatie van het windpark, de aanpak van het onderzoek en de gevonden resultaten. Daarmee ontstaat een beeld in de betrouwbaarheid en validiteit van de resultaten.

- 1 Binnen welke context hebben de onderzochte studies plaatsgevonden? Dit betreft onder meer een beschrijving van de aard van de studie (voor of na realisatie van het windpark: ex ante en/of ex post), de aard en omvang van het windpark, de toeristische activiteiten, de opdrachtgever en de opdrachtnemer;
- 2 Binnen welke context zijn andere bronnen dan deze studies tot stand gekomen?
- 3 Wat zijn de uitgangspunten van de relevante onderzoekers en / of auteurs?
- 4 Welke werkwijze of onderzoeksbenadering is gevolgd door de betrokken onderzoekers en / of auteurs?

Rubricering

- 5 Op welke wijze kunnen de beschikbare bronnen het beste gerubriceerd worden?
- 6 Welke weging valt er eventueel aan te brengen binnen een rubricering?

Uitkomsten

- 7 Tot welke impacts op het toerisme leidt de plaatsing van windmolens, uitgaande van de uitkomsten van de beschikbare bronnen?
- 8 Welke oorzaken worden onderscheiden die ten grondslag liggen aan de impact en hoe is deze oorzaak vastgesteld;
- 9 Welke stakeholders worden onderscheiden in relatie tot welke impacts?
- 10 Wat is de benadering rond deze impacts en zijn deze impacts als neutraal, positief of negatief te onderscheiden?
- 11 Op welke wijze worden de kwalitatieve en/of kwantitatieve gegevens van het gebied in kwestie onderbouwd? Zoals bezoekersaantallen, bestedingen, aantal overnachtingen, etc.

Aanbevelingen

- 12 Welke aanbevelingen worden er gedaan, en aan wie?

Overig

- 13 Welke belangrijke elementen of data ontbreken nog, uitgaand van de nu beschikbare bronnen?

NB: oorspronkelijk waren er veertien onderzoeksvragen. De oorspronkelijk opgenomen zevende vraag betrof de toepassing van de rubricering, welke met de publicatie van dit rapport heeft plaatsgevonden. Deze vraag is verwijderd.

Het nu voorliggende rapport geeft een toegankelijk overzicht en rubricering van de bevindingen uit eerdere studies en factoren die tot deze bevindingen hebben geleid.

Fase 3: Discussiebijeenkomst met experts

Op 19 december 2013 vond een door ETFI georganiseerde discussiebijeenkomst in Leeuwarden plaats. De deelnemers waren onderzoeker, ingenieur, consultant, adviseur of beleidsmedewerker in de sector recreatie en toerisme. De mogelijke aanleg van Windpark Fryslân in het noordelijke deel van het IJsselmeer diende als casus. Twee vragen stonden centraal. Ten eerste, hoe kan de aanlegperiode en de aanwezigheid van het windmolenpark zelf voor toeristische of recreatieve doeleinden benut worden? Ten tweede, hoe kan op andere wijze een inzet worden gepleegd voor versterking van het toerisme? Hierbij valt te denken aan financiële compensatie of aan financiële participatie in het windpark. De uitkomsten van deze bijeenkomst worden in hoofdstuk 5 weergegeven.

5. Uitkomsten van het onderzoek

In deze sectie worden de uitkomsten van de literatuurstudie weergegeven. Eerst volgt een beschrijving van de werkwijze, vervolgens worden de ruwe uitkomsten per taalgebied beschreven. Daarna worden deelconclusies getrokken, waar de literatuurstudie mee wordt afgerond. In de volgende sectie worden de onderzoeksvragen beantwoord en wordt een relatie gelegd met de overige onderdelen uit het onderzoek naar Windpark Fryslân. Het rapport sluit af met conclusies, aanbevelingen en korte terugblik op deze fase van het onderzoek naar Windpark Fryslân.

Fase 1: Bestaande windparken

Ten eerste is gekeken naar operationele windparken binnen de 12 mijlszone (22,2 km) in Europa. Zoals in **tabel 1** is weergegeven zijn in West-Europa meerdere windparken binnen deze zone gelegen. Vanwege het schaalniveau zijn deze op een globale wijze aangegeven. De aantallen windparken in Europa binnen de 12 mijlszone worden in onderstaande tabel weergegeven. Een meer gedetailleerd overzicht (aantal megawatt, aantal turbines, kustafstand, operator) van de operationele windparken van Noordwest Europa die binnen de 12 mijlszone zijn gelegen is aan opgenomen in **bijlage A**.



Deze inventarisatie levert vergelijkbare situaties met de beoogde locatie voor Windpark Fryslân op in de zin dat het locaties betreft waar een open en weids landschap een belangrijke kwaliteit is. Vervolgens is gekeken naar onderzoeken die zijn uitgevoerd naar de impact van het windpark op het (lokale) toerisme. Er zijn verschillende studies gevonden die expliciet na realisatie de effecten op de toeristische sector hebben onderzocht.

Tabel 1: aantallen windparken binnen de 12 mijlszone

Status	Aantal
Operationeel	44
In aanbouw	6
Vergund	22
In aanvraag	13

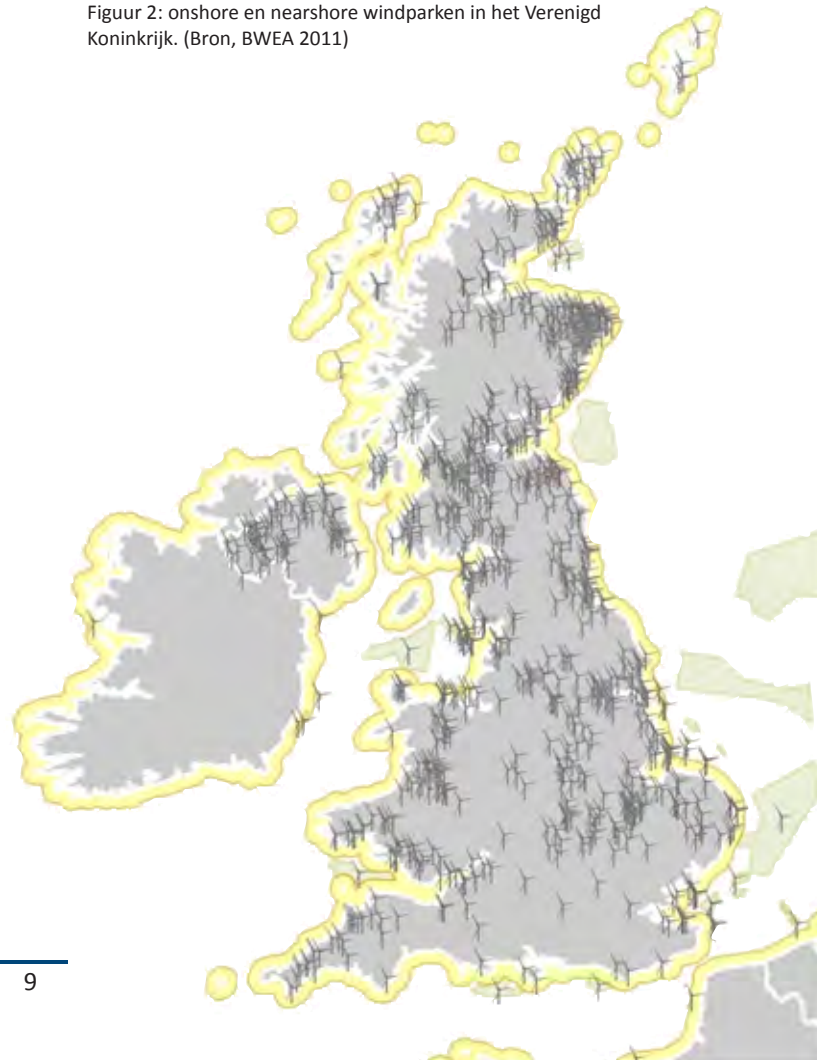
Bron: OSPAR (2013), EWEA (2013), 4COffshore (2014)

Naast de windparken in de kustzone is gekeken naar de windturbines die geplaatst zijn op land. Hierbij is vervolgens nader gezocht naar toeristisch aantrekkelijk geachte locaties, waarbij in het landschap recreëren en uitzicht hebben op het landschap, bijvoorbeeld een locatie aan het groot open water, zoals de kust of gebieden met veel wandel- en of fietsrecreatie van belang is. De afbeeldingen van de inventarisatie in overige landen dan het Verenigd Koninkrijk is in [bijlage A](#) opgenomen. .

In [bijlage B](#) is een overzichtstabel opgenomen van de geïnventariseerde literatuur. Het betreft zowel onderzoeken die zijn uitgevoerd zonder dat er reeds windparken aanwezig zijn (ex-ante onderzoeken) en onderzoeken die effecten weergeven van gerealiseerde windparken (ex-post onderzoeken). Voor diverse

windparken is onderzoek verricht naar de opgetreden effecten op het toerisme ten gevolge van de realisatie en aanwezigheid van deze windparken. Deze ex-post onderzoeken worden in tabel 2 vermeld.

Figuur 2: onshore en nearshore windparken in het Verenigd Koninkrijk. (Bron, BWEA 2011)



Windpark	Titel onderzoek	Onderzoeksinstantie
Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ)	De beleving van het windpark voor de kust van Egmond (T3-meting)	GfK Intomart
Lempster, New Hampshire	The impact of Wind Farms on Tourism in New Hampshire	Polecon Research
South Kyle	Socioeconomic en Tourism assessment	Vattenfal
Horns Rev & Nysted	Sociological investigation of the reception of Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms in the local communities	ECON analyse
Windparken in Noordzeekust regio	Akzeptanz von Windparks in touristisch bedeutsamen Gemeinden der Deutschen Nordseeküstenregion	Institut für Maritimen Tourismus, Hochschule Bremerhaven
Navitus Bay	Offshore Socioeconomics and Tourism	Eneco & EDF Energy
Windparken in Oostenrijk tussen 1994 – 2012	Windkraft und Tourismus	IG Windkraft

Fase 2: Literatuurstudie

De studies die uit de inventarisatie naar voren zijn gekomen zijn geanalyseerd. In [bijlage C](#) zijn de samenvattende opmerkingen per land terug te vinden. De onderzochte studies zijn weergegeven in de bronnenlijst van dit rapport.

Algemene bevindingen

De gevonden studies betreffen diverse landen en diverse type omgevingen waarin windparken zijn gerealiseerd of zijn voorzien. Op basis van de deskresearch zijn, naar aanleiding van de deelvragen, de volgende algemene bevindingen af te leiden. Een groot deel van de onderzoeken is ex-ante en gebaseerd op verwachtingen van bezoekers of omwonenden. Er wordt veelal gebruik gemaakt van enquêtes of interviews en simulatiefoto's waarbij vragen worden gesteld over de verwachte

invloed die de windmolens hebben op de beleving van de respondent van een gebied, of een bezoek aan een gebied of de intentie om terug te keren naar het gebied. Er zijn echter ook verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de daadwerkelijke invloed van windmolens op bijvoorbeeld gemiddelde toeristische besteding, bezoekersaantallen en werkgelegenheid binnen verschillende sectoren in het betrokken gebied op basis van de feitelijk waargenomen effecten bij circa vijftien windparken.

Gerubriceerde bevindingen

Tevens zijn meer specifieke bevindingen af te leiden. Om een overzichtelijk beeld te geven, zijn de bevindingen gerubriceerd. De rubricering is gebaseerd op de geografische locatie waarop de rapportage van toepassing is. De reden hiervoor is dat per

land de wet- en regelgeving en het toestemming-, planning- en realisatieproces verschillen, waardoor de ontwikkelingen van technologie voor het opwekken van duurzame energie en de realisatie van duurzame energieprojecten per land ook kunnen verschillen. Daarnaast zijn er ook landelijke ontwikkelingen in media, politiek en economie, die allen van invloed zijn op de ontwikkeling van de publieke opinies en acceptatie omtrent windmolens of duurzame energie in het algemeen. Of een onderzoek de situatie voorafgaand, tijdens of na de realisatie van een wind(turbine)park betreft (ex-ante tot ex-post) wordt telkens aangegeven.

a. Nederlandse bronnen

De studies zijn niet specifiek gericht op de effecten van de plaatsing van windmolenparken op het toerisme maar op het effect op de beleving van het landschap. De rapporten richten zich op off-shore ontwikkelingen:

- Drie van de rapporten zijn ex-ante; ze geven mogelijke gevolgen aan van het plaatsen van windmolens op basis van uitgesproken bezoekenintentie. Die intenties zijn niet per se negatief op positief van aard, daarnaast is er geen één op één relatie tussen intentie en daadwerkelijk vertoond gedrag.
- Een van de rapporten betreft een longitudinaal onderzoek onder ondernemers, Nederlandse bezoekers en Duitse bezoekers bij Egmond aan Zee. Een eerste online enquête/panelonderzoek werd gedaan in de planningsfase van het windmolenpark, en dit is meerdere keren herhaald, als laatste twee jaar na realisatie (ex-post). Men heeft hier gevonden dat de weerstand met de jaren sterk is verminderd, voornamelijk onder de Duitse toeristen die het gebied bezoeken.

- De rapporten doen aanbevelingen voor ministeries en ontwikkelaars, behalve het panelonderzoek van de ANWB, welke zich op gebruikersrichtte.
- De in deze rapporten beschreven effecten van de plaatsing op de natuurlijke waarde en op de toegankelijkheid van de gebieden kunnen van invloed zijn op het toerisme, maar zijn niet aangetoond.

ZKA

Een recent Nederlands ex-ante onderzoek dat wèl gericht is op de effecten van plaatsing van windmolenparken op toerisme is dat van ZKA consultants & planners: *Onderzoek effecten Wind op Zee op recreatie en toerisme*, uitgebracht in december 2013. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Op basis van getoonde fotovisualisaties van windparken op zee neemt de bezoekenintentie af; bij Nederlandse respondenten in sterkere mate dan bij Duitse respondenten. Des te verder de plaatsing van een windpark voor de kust, des te kleiner is het percentage dat zegt niet meer te komen: bij een windpark op 6 kilometer afstand van de kust zegt ongeveer 22% deze bestemming (waarschijnlijk) minder vaak of niet meer bezoeken; bij een windpark op 13 kilometer is dat ongeveer 8-15% en bij een windpark op 22 kilometer zo'n 2-9%. Het onderzoek toont geen daadwerkelijke effecten aan, slechts intentionele.

b. Britse bronnen

Deze studies tonen niet alleen een grote diversiteit in aard van de studie, maar ook in werkwijze, onderzoeksomgeving en gedane aanbevelingen. De studies betreffen deels landelijke gebieden, deels

kustgebieden. De uitkomsten tonen noch een duidelijk aantoonbare negatieve, noch een aantoonbare positieve beïnvloeding aan van het plaatsen van windmolens of windparken op toerisme. Gemeenschappelijke delers zijn:

- Een deel van studies is ex-ante; ze geven mogelijke gevolgen aan van het plaatsen van windmolens, geen aangetoonde effecten.
- Windmolens worden in principe gezien als positief, daar ze een groen en duurzaam imago hebben. Men geeft aan dat hoewel het uiterlijk van windmolens mogelijk tot een negatief effect kan leiden op het uiterlijk van omgeving, deze toch positief bevonden worden als overall effect op de omgeving.
- Als er al effecten van windmolens op toerisme benoemd worden, zijn ze danwel neutraal, danwel vaker positief dan negatief. Dat geldt ook voor kuststreken, waar een paradox mogelijk is: hoe verder uit de kust, hoe minder negatieve beïnvloeding van bezoekerintentie. Hoe dichterbij de kust, hoe groter de kans dat windmolens als attractie gerealiseerd en benaderd worden, om daarmee mogelijk te leiden tot een versterking van een duurzaam imago van de regio op bezoekers en stijging van bezoekersaantallen en -bestedingen.
- De vigerende strenge wet- en regelgeving voor landschapsbescherming zou ertoe kunnen leiden dat toerisme er niet als bijzondere sector onderscheiden hoeft te worden. De eisen zijn dusdanig streng, dat er wellicht voor geen enkele sector een duidelijk effect van plaatsing van windmolenparken verwacht

kan worden; veelomvattende juridische procedures verzachten of voorkomen mogelijk negatieve effecten van plaatsing van windparken op een specifieke sector, zoals bijvoorbeeld recreatie of toerisme. Ook worden hier de mogelijkheden voor bezoekerscentra onderzocht; deze worden op de bestaande locaties goed bezocht.

- Uit een onderzoek naar de economische effecten bij acht bestaande near shore windparken (binnen de 12 mijls zone ten behoeve van een nieuw windpark, Navitus Bay) blijkt dat in het algemeen geen negatieve effecten zijn waargenomen ten gevolge van de aanwezigheid van de windparken.

c. Amerikaanse bronnen

- De ex-ante studies benutten simulatiefoto's. Deze studies vinden weinig aantoonbare positieve dan wel negatieve effecten.
- De studies vergelijken ook de reacties van mensen op windmolens in zee of een kolencentrale landinwaarts. Er is meer weerstand tegen kolencentrales dan tegen windmolens.
- Een van de studies betreft een ex-post onderzoek naar de gevolgen van een gerealiseerd windpark en vergelijkt regionale toeristische bestedingen voor en na realisatie. Er zijn weinig tot geen significante verschillen gevonden.

d. Duitse bronnen

Uit deze studies, die deels landelijke gebieden en deels kuststreken aangaan, blijkt dat Duitse respondenten in de kern positief staan tegenover groene energie, dus ook tegenover energie opgewekt via windmolens en

windparken. Er zijn diverse onderzoeken uitgevoerd waarbij reeds windparken gerealiseerd zijn. Samengevat:

- De mogelijke impacts lijken gering, zowel in positief als negatief opzicht.
- In deze studies staan zowel landelijke omgevingen als kustgebieden centraal. Als er al impacts voor de kustgebieden vermeld werden, dan zijn die licht negatief naarmate de molens dicht op de kust staan en er meer dan één windpark geplaatst zou worden, of licht positief als duurzame energie als thema benut wordt, een park als attractie gezien wordt en ook toegankelijk is, en als de inkleding (zoals lichtmanagement) passend is.
- De grote meerderheid van Duitse respondenten, zowel bewoners als bezoekers, associëren windenergie met schone energie en geven aan niet weg te zullen blijven van de betreffende kust als er molens zouden zijn, wellicht zelfs daarom er (vaker) heen te gaan.
- In enkele meer gedateerde studies werden windmolens afgezet tegen bijvoorbeeld kolencentrales. De weerstand daartegen is aantoonbaar groter, hetgeen tot verdere versterking van het positieve groene imago van windmolens leidde.
- Het Not In My Backyard (NIMBY) principe bleek merkbaar onder een klein aantal respondenten in deze studies: 'groene energie prima, maar niet te dicht bij mij in de buurt'. Evenwel bleek ook dat, mits er aan bepaalde voorwaarden zou worden voldaan, windmolens juist als meerwaarde gezien

werden voor het toeristische imago van een kuststreek.

- De acceptatie van eventuele windparken voor de kust nam onder respondenten toe als aan een aantal condities voldaan zou worden: veiligheid om scheepvaart ongevallen te voorkomen; visuele ruimte door niet meer dan één windpark te plaatsen; toegankelijkheid door het aanleggen van doorvaartroutes tussen de windmolens door; visuele nachtrust door het harmoniseren van belichting en belichtingsfrequentie van windmolens; attractiewaarde door een park als mogelijke attractie in te richten, toegankelijk voor bezoekers.

e. Spaanse bronnen

Deze studies zijn ex-ante, en geven een beperkt beeld van de situatie rond de Spaanse kusten:

- De eerste studie onderstreept het maatschappelijk belang en de economische kansen gegenereerd door windenergie. Tegenstand vanwege landschappelijke waarde komt niet aan bod. Mogelijke tegenstand wordt voornamelijk beschreven als zaak van lokale gemeenschappen en zijn over het algemeen verbonden aan de visserij.
- De tweede studie is leidend voor regelgeving en aanwijzing van 'geschikte zones', uitgaande van zes bronnen van bezwaar, waaronder landschap. Onder meer worden bezwaren vanuit toeristisch perspectief gecategoriseerd. Hoewel dit punt het minst specifiek is, en niet wordt onderbouwd door kwantitatieve data,

leidt dit tot het vrijhouden van een kustzone van acht kilometer. Deze strook wordt echter niet weergegeven op de zoneringskaarten. Hoewel de risico's voor toerisme genoemd worden, worden deze ook beschouwd als onvoldoende bestudeerd en zaak van te heterogene criteria om strategisch beleid op te baseren. Dit neemt niet weg dat er op het niveau van autonome regio's een streng beleid geformuleerd kan worden. Het beleid van de Balearen is het meest vergaand, met een wens tot verbod op het plaatsen van windmolenparken in zee vanwege te verwachten toeristische schade. Asturië en Valencia pleiten voor uitzonderingszones bij historische steden en toeristische hotspots.

- De derde studie is een studie over mogelijk te bouwen windmolenparken langs de Spaanse Zuidwestkust. De Spaanse overheid lijkt neutraal in de discussie, maar de belangengroepen (energiebedrijven, natuurorganisaties en lokale economieën) nemen stelling, in de lijn van de doelstellingen van de eigen organisatie. Aan externe expertise wordt een hoge waarde toegekend, aan kennis in situ veel minder, hetgeen ten koste lijkt te gaan van lokale belangen. Het betreft een academische studie.

f. Deense bron

- Het betreft een longitudinaal onderzoek naar de wijze waarop omwonenden de komst van de offshore windparken Horns Rev en Nysted hebben ontvangen. Voor het onderzoek zijn op drie momenten metingen uitgevoerd naar de houdingen van omwonenden

van de windparken. Uit het onderzoek blijkt dat deze houdingen over tijd zijn veranderd; waar er tijdens de planvorming voornamelijk scepsis was, werd dit tijdens de besluitvorming vooral tegenstand, waar dit uiteindelijk na de bouw van het windpark veranderde in acceptatie van de aanwezigheid van het windpark. Er bleek zelfs een gunstige uitwerking op de bedrijvigheid in watergebonden recreatie en op de economische waarde van zomerhuisjes.

Fase 3: Discussiebijeenkomst met experts

Op 19 december 2013 vond een door ETFI georganiseerde discussiebijeenkomst in Leeuwarden plaats. De deelnemers waren onderzoeker, ingenieur, consultant, adviseur of beleidsmedewerker in de sector recreatie en toerisme. De mogelijke aanleg van Windpark Fryslân in het noordelijke deel van het IJsselmeer diende als casus. Er stonden twee vragen centraal. Ten eerste, hoe kan de aanlegperiode en de aanwezigheid van het windmolenpark zelf voor toeristische of recreatieve doeleinden benut worden? Ten tweede, hoe kan op andere wijze een inzet worden gepleegd voor het versterken van toerisme?

De stelling dat de nieuwe situatie benaderd moet worden als een verandering van het speelveld kon op brede instemming rekenen. In algemene zin werd onderkend dat het voor de toeristische sector, los van de komst van een windpark, belangrijk is om kennis te nemen van en een visie te vormen op trends en ontwikkelingen in toerisme. Het toeristisch gebied zal zich bijvoorbeeld kunnen profileren in lijn met de duurzaamheid die de motivatie vormt voor de aanleg van een windmolenpark (imago, marketing, branding). De regio kan zich bijvoorbeeld positioneren als 'energieke



regio', dat enerzijds verwijst naar energieopwekking (wind en 'blue energy') en anderzijds naar de energie die mensen opdoen door er te recreëren, verblijven of te (water)sporten, bijvoorbeeld kitesurfen, windsurfen, zeilen.

Investerings kunnen zich vervolgens richten op kwalitatieve versterking van de toeristische infrastructuur, in overeenstemming met een duurzaamheidsimago. Dit kan overigens ook los van dit imago, denk aan bereikbaarheid, parkeren, bewegwijzering, toegang tot internet en het aanbieden van apps. De versterking hoeft niet per se in de vorm van een attractie voor bewoners, recreanten of toeristen plaats te vinden. Tijdens de expertbijeenkomst werd de haalbaarheid van een attractie of bezoekerscentrum in twijfel getrokken. Het is niet de verwachting is dat een windpark als object tot genoeg 'traffic' leidt – dat wil zeggen bezoekersaantallen van 100.000 of meer – kijkend naar de ligging van het gebied en de demografische kenmerken van het relatief dunbevolkte Friese achterland.

De grote vraag is hoe deze verandering van het speelveld georganiseerd zou kunnen worden. Men is het er over eens dat een dergelijk proces niet zonder meer via een nieuwe organisatie, stichting of via de overheid hoeft te verlopen. Men vreest dan voor verlies aan slagkracht en het weglekken van gelden naar overhead en bureaucraties. Het doel, de strategie en de investeringen zouden bijvoorbeeld door de branche zelf of de brancheorganisaties opgesteld en beheerd kunnen worden. Een zelfstandig initiatief vanuit de branches en ondernemingen in de recreatieve en toeristische sector zou verwelkomd worden.



6. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de literatuuranalyse en expertbijeenkomst is de onderzoeksvraag beantwoord. Zowel in de onderzoeken die (ex-ante) een gesimuleerde werkelijkheid van windmolenparken via foto's lieten zien, als in onderzoeken die (deels) na realisatie van een windmolenpark (ex-post) werden uitgevoerd wordt geen eenduidige impact van plaatsing van een windmolenpark op het kust- of watertoerisme vastgesteld.

De uitkomsten van de ex-ante onderzoeken geven geen of beperkte negatieve impacts weer. De uitkomsten zijn bovendien gevoelig voor diverse interpretaties. Daarnaast is de betrouwbaarheid van de respons op 'wat als' vragen (waarbij wordt gevraagd naar een toekomstige, hypothetische situatie) nauwelijks onderzocht. Het is daardoor niet eenduidig te concluderen of er een verschil is tussen wat respondenten (ex-ante) antwoorden en wat ze na aanleg van een windpark daadwerkelijk (ex-post) doen.

De ex-post onderzoeken verschillen in aanpak en detail. Een deel van de onderzoeken is gericht op verandering van beleving, een deel op concrete windparken en een deel op aanwezige windparken in zijn algemeenheid (meer regionaal). Een ander deel van de onderzoeken behandelt fluctuatie in bezoekersaantallen, soms afgezet tegen locaties waar geen windturbines zijn gerealiseerd. Uit de ex-post onderzoeken bij gerealiseerde windparken blijkt:

- a) de beleving van een windpark positiever beoordeeld te worden als een park eenmaal is gerealiseerd;
- b) er geen duidelijke negatieve economische impact op het toerisme te zijn, te relateren aan het gerealiseerde windpark.

Andere bevindingen zijn dat de jongeren onder de respondenten en de respondenten van Duitse afkomst over de hele breedte positiever ten opzichte van windparken en de (eventuele) nabijheid ervan zijn dan oudere en niet-Duitse respondenten. Verder zijn gemiddeld genomen bewoners en dagrecreanten minder positief dan meerdaagse toeristen, maar de verschillen in uitkomsten zijn niet heel groot.

Conclusies

De conclusies geven een antwoord op de onderzoeksvraag: "Welke impact op toerisme is vastgesteld op locaties die vergelijkbaar zijn met het in het IJsselmeer te ontwikkelingen windmolenpark, als gevolg van (de aanleg van) een windmolenpark op zichtafstand van de kust of andere gebieden met toeristische waarde?"

1. De potentiële relatie tussen een windpark en toerisme is gebaseerd op de beïnvloeding van het bestaande landschap. Dit landschap wordt als kwaliteit gezien en is belangrijke motivatie om het gebied te bezoeken.



2. Er zijn diverse windparken gerealiseerd op locaties of binnen zichtafstand van locaties die relevant zijn vanuit het oogpunt van toerisme.
3. Er zijn zowel ex-ante als ex-post onderzoeken uitgevoerd, waaronder ex-post onderzoeken naar de impact bij circa vijftien windparken op het toerisme na realisatie.
4. De onderzochte studies in de verschillende landen leveren geen empirisch bewijs op voor negatieve impacts op het toerisme naar aanleiding van de aanleg van een windmolenpark, niet voorafgaand aan realisatie, maar ook niet na realisatie. De studies leveren wel mogelijke impacts aan, maar deze impacts op toerisme zijn volgens de onderzochte studies gering dan wel verwaarloosbaar; worden mogelijk gecompenseerd door andere segmenten bezoekers aan te trekken; zijn eerder kwalitatief onderbouwd dan kwantitatief onderbouwd.
5. De bestudeerde studies laten zien dat vooraf veelal zorg is over negatieve effecten. Er zijn studies gevonden die de reactie van mensen hebben onderzocht na realisatie van windparken, bijvoorbeeld OWEZ, Eiffel, New Hampshire, Horns Rev, Nysted. Ook deze studies vonden weinig tot geen relevante effecten van de windparken op de beleving, de bezoeken, de bezoekerintentie en het daadwerkelijke gedrag van toeristen in de betreffende gebieden.
6. Een verklaring voor het verschil tussen bezoekerintentie en feitelijk bezoek is waarschijnlijk gelegen in de omstandigheid dat in de praktijk het selecteren van een bestemming wordt bepaald door meerdere factoren dan alleen de aanwezigheid van windturbines (het weer, beschikbaarheid, prijzen, mogelijke activiteiten, enzovoorts).

De onderzoeksresultaten van eerdere studies zijn dusdanig verschillend van aard dat er geen eenduidig beeld uit naar voren komt. Er kan wel gesteld worden dat potentiële effecten op toerisme en recreatie vooral conditioneel van aard zijn. Uit de onderzoeken komt naar voren dat in een vroeg stadium in de ontwikkeling van een windpark het aspect toerisme, gerelateerd aan landschapsbeleving, een rol speelt. Aandacht voor de locatie, inrichting en bestaande waarden (in principe vooral landschap) is naar verwachting belangrijk om negatieve effecten te voorkomen. Ook zijn er casussen aangetroffen waar juist interesse bestaat voor een windpark (bijvoorbeeld van coöperatieve aandeelhouders zoals bij windpark Middelgrunden, voor de kust van Kopenhagen) of waar flankerende stimulansen worden gegeven, zoals het afnemen van groene stroom en bezoeken aan windturbines.

Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om verder en hiernavolgend onderzoek naar genoemde mogelijke impacts als volgt vorm te geven:

- ✓ Onderzoek de impact op de landschappelijke kwaliteit ten gevolge van het initiatief Windpark Fryslân.
 - ✓ Stel een langlopend en degelijk monitoringsprogramma op voor de realisatie van een windpark. Meet daarbij zowel voor, tijdens als na de aanleg de perceptie, bezoekersaantallen, werkgelegenheid en bestedingen op deze locatie en op referentielocaties. Monitor daarbij overige meer 'externe' factoren die van invloed kunnen zijn, zoals het weer, prijsontwikkeling, economische ontwikkeling en specifieke ontwikkelingen zoals verandering in prijzen van vlieguren.
 - ✓ Bezie 'industriële toerisme' als een mogelijke benadering voor een optimale realisatie van Windpark Fryslân. Ga ook na of andere verbanden of thema's mogelijk zijn. Mogelijkheden zijn bijvoorbeeld de vergroening of verduurzaming van de toeristische sector, maar ook een vorm van regiobranding en -marketing in de geest van een 'energieke regio'.
- ✓ Stimuleer het verkennen door de sector recreatie en toerisme van de mogelijkheden om tot een kwaliteitsverbetering van de toeristische infrastructuur en het aanbod daarin te komen. Niet slechts in algemene zin, maar ook in verbinding met het mogelijk te realiseren Windpark Fryslân.



Stenden



7. Geraadpleegde bronnen

- Afdeling Cruise Industry Management, onder leiding van Dr. Vogel, M. van Hochschule Bremerhaven.(2005). Akzeptanz von Windparks in touristisch bedeutsamen Gemeinden der deutschen Nordseeküstenregion. Via:<https://www.cim.hs-bremerhaven.de/UserFiles/File/051208%20Windparkstudie.pdf>
- ANWB. (z.j).Wat vinden recreanten. Geraadpleegd via <http://www.anwb.nl/bestanden/content/assets/anwb/pdf/belangenbehartiging/windmolens-op-zee-wat-vinden-recreanten.pdf>
- Barragán Muñoz, M.J. (2009, Juni). La energía eólica marina en la costa de Cádiz: ¿oportunidad o conflicto?. Presentatie, 'Charla Coloquio día de La Costa', Juni 2009
- Bhatti,J.(2013, mei 28). The Cost of Green: Germany Tussles Over the Bill for Its Energy Revolution.World Time. Via <http://world.time.com/2013/05/28/the-cost-of-green-germany-tussles-over-the-bill-for-its-energy-revolution>
- Blaydes Lilley, M., Firestone,J.& Kempton, W.(2010). The Effect of Wind Power Installations on Coastal Tourism. Via: <http://www.mdpi.com/1996-1073/3/1/1>
- Blaydes, M. & Firestone, J. (z.j). The effects of wind power on beach tourism. Geraadpleegd op https://www.dropbox.com/sh/s0rm68ejq7y25tj/jiNBWFoWJC/AWEA_TourismSvy_9_8_08.pdf
- British Wind Energy Association(BWEA).(2006).The impact of wind farms on the tourist industry in the UK. Via: <http://www.oddzialywaniawiatrakow.pl/upload/File/BWEA%20krajobraz.pdf>
- Danielsson, J. & Ansorge, T. (2002). Touristische Effekte des Off Shore- Windparks SKY 2000 – Abschlussbericht
- Danielsson, J., Günther,W., Lohmann, M., Meinken, I., Münnekhoff, B. & Ziesemer, K.(2002). Touristische Effekte von On- und Offshore Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein Ergebnisdokumentation Integration der Ergebnisse
- Davidson,M.(2010). Impact of wind farms on tourism in Skamania County, Washington. Via: <http://www.cgbrez.org/documents/WindFarmImpactonTourism.pdf>
- Del Corral, F.D.(2005). Los molinos de viento de trafalgar. Paradojas, ambivalencia y conflictos respecto a las relaciones humano-ambientales en el sur de andalucía. Via: <http://personal.us.es/dflorido/uploads/Articulos/Capitulos%20libros/ComunicacionMolinos%20Viento.pdf>

- EWEA (2013) Wind in power. 2013: European Statistics. Via: <http://www.ewea.org/statistics/european/>
- Fajier, M.J. & Edink, M..(2013). De Invloed van windturbines op toerisme overview literatuur wereldwijd. Via: <https://www.dropbox.com/sh/s0rm68ejq7y25tj/1mIc78J1WC/130502%20Overview%20literatuur%20Toerisme%20en%20Windenergie.pdf>
- Geen auteur (2009). Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español para la Instalación de Parques Eólicos Marinos. Via: http://www.aeeolica.org/uploads/documents/562-estudio-estrategico-ambiental-del-litoral-espanol-para-la-instalacion-de-parques-eolicos-marinos_mityc.pdf
- González, M. & Estévez, B. (z.j.). Participación, Comunicación y Negociación en Conflictos Ambientales: Energía Eólica Marina en el Mar de Trafalgar. Via: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/download/419/420>
- Günther, W. & Meinken, I. (2000). Touristische Effekte von On- und Offshore-Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein Ergebnisdokumentation Gästebefragung
- Günther, W., Danielsson, J. & Meinken, I. (2000). Touristische Effekte von On- und Offshore-Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein Ergebnisdokumentation Bevölkerungsbefragung
- Günther, W., Meinken, I., Rosendahl, K. & Loorz, C. (2000). Touristische Effekte von On- und Offshore Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein Ergebnisdokumentation Statistische Analyse
- Hetzler, R.F.J. & Tol, S.J.R. (2013). Windenergie in Nederland Kosten en Baten. Via: <http://www.groenerekenkamer.nl/download/WindenergieInNederland-Def-08-06-2013-1.pdf>
- Hübner, G.& Pohl, J. (z.j.)Offshore-Windenergienutzung. Via: http://www.akzeptanz-offshore-windenergie.de/downloads/105/Broschuere_Windenergienutzung.pdf
- IfR Institut für Regionalmanagement (2010). Besucherbefragung zur Akzeptanz von Windkraftanlagen in der Eifel. Via: http://www.naturparke.de/system/articledownloads/267/original/Bericht_IfR_Befragung_Windenergie_Eifel_19-09-12.pdf?1352363587
- Intomart GfK.(2009). De beleving van het windpark voor de kust van Egmond. Geraadpleegd op http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ_R_24_T3_20090407_Nederlands.pdf

- JYSK ANALYSE (2012). Vindmøllenaboernes opfattelse af vindmøller. Geraadpleegd op http://www.videnomvind.dk/media/239472/jysk_analyse__rapport_vedr_rende_naboskab_til_vindm_ller.pdf
- Karten, I. & Iversen, C. (2011, november 17). Einfluss der Festen Fehmarnbeltquerung auf den Tourismus. Presentatie 17 november 2011
- Lilley Blaydes, M. (2010, Juni). The Effect of Offshore Wind on Coastal Tourism. Presentatie gegeven aan University of Delaware, Delaware
- Lohmann, M. & Meinken, I. (2000). Touristische Effekte von On- und Offshore Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein Ergebnisdokumentation Integration der Ergebnisse
- Lohmann, M., Ansorge, T., Link, M.P., Günther, W. & Meinken, I. (2000). Touristische Effekte von On- und Offshore-Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein Ergebnisdokumentation Gruppendiskussionen
- May, H. (2004). Windkraft-Tourismus. Via: https://www.dropbox.com/sh/s0rm68ejq7y25tj/Osu-1eRPT/_ne_Tourismus.pdf
- Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2013). Onderzoek effecten Wind op Zee op recreatie en toerisme. Geraadpleegd op <http://www.anwb.nl/bestanden/content/assets/anwb/pdf/vrije-tijd/zka-samenvatting.pdf>
- Mori Scotland (2002). Tourist Attitudes towards Wind Farms. Geraadpleegd op <http://www.oddzialywaniawiatrakov.pl/upload/file/502.pdf>
- Naturpark Hohes Venn- Eifel (z.j). KlimaTour Eifel - Netzwerk Klimaschutz
- Nentwig, Fuchs, Terhalle, Baier, Görne, Presch, Raskop, Kriedemann en Friedrich (2006). Hinweise zur Eingriffsbewertung und Kompensationsplanung für Windkraftanlagen, Antennenträger und vergleichbare Vertikalstrukturen. Via: http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/hinw_eingriff_antenne_neu.pdf
- NFO WorldGroup (2003). Investigation into the potential impact of wind farms on tourism in Wales. Geraadpleegd op http://www.ecodyfi.org.uk/tourism/Windfarms_research_eng.pdf

- Nierman, G., Planteijdt & Schöne, L. (2010). Beleving en maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee. Via: http://www.noordzeeloket.nl/images/Beleving%20en%20maatschappelijke%20aspecten%20zichtbaarheid%20windturbines%20Noordzee_987.pdf
- Niet bekend (2008, mei 22). The Economic Impact of Wind Farms on Tourism
- Niet bekend (2008). The economic impacts of wind farms on Scottish tourism. via:<http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/214910/0057316.pdf>
- Niet bekend (2013, juli 20).Renewable energy in Spain The cost del sol Sustainable energy meets unsustainable costs. The Economist. Geraadpleegd op <http://www.economist.com/news/business/21582018-sustainable-energy-meets-unsustainable-costs-cost-del-sol>
- Niet bekend (2013, juli 6). White elephants seen in North Sea. The Economist. Geraadpleegd op <http://www.economist.com/news/business/21580484-huge-offshore-energy-project-may-prove-expensive-disaster-white-elephants-seen-north-sea>
- Polecon Research (2013). The impact of wind farms on tourism in new Hampshire. Geraadpleegd op http://www.nhsec.nh.gov/2013-02/documents/131212appendix_31.pdf
- Priskin, J. (2009, december 9). Do wind farms affect tourism? [Web log post]. Geraadpleegd op <http://tourismintelligence.ca/2009/12/09/do-wind-farms-affect-tourism>
- Quack, D.H. (2012, januari). Windkraft oder Tourismus? - Über tatsächliche und vermeintliche Probleme der Windkraft in Erholungsräumen. Presentatie
- RenewableUK (2010). Wind Farms and Tourism. Geraadpleegd op <http://www.helensburghrenewables.co.uk/wp-uploads/2013/02/ReUK-Tourism.pdf>
- Rijksoverheid (2013). Quickscan Haalbaarheidsstudie windparken binnen 12-mijlszone. Via:<http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/06/27/quickscan-haalbaarheidsstudie-windparken-binnen-12-mijlszone/quickscan-haalbaarheidsstudie-12-mijlszone.pdf>
- Rowe, T. (2012, december 18). Danes shows neighbours can learn to love wind turbines. Geraadpleegd op <http://www.ewea.org/blog/2012/12/danes-shows-neighbours-can-learn-to-love-wind-turbines/>

- Smith, P. (2013, november 1). Tourism Whitelee Project: Rules of attraction rewritten. Windpowermonthly. Geraadpleegd op <http://www.windpowermonthly.com/article/1218195/tourism-whitelee-project-rules-attraction-rewritten?DCMP=EMC-CONWindpowerDaily&bulletin=windpower-daily>
- SOKO-Institut GmbH. (2005). Windkraftanlagen und Tourismus Bevölkerungsumfrage 2005. Geraadpleegd op http://www.soko-institut.de/docs/Windkraft-Folien_2005.pdf
- Stelzenmüller, V., et al. (2013) - Guidance on a Better Integration of Aquaculture, Fisheries, and other Activities in the Coastal Zone: From tools to practical examples, Ireland:COEXIST project, 2013, 79pp. Printed
- The Scottish Parliament Pàrlamaid na h-Alba (2012). Economy, Energy and Tourism Committee 7th Report, 2012 (Session 4) Report on the achievability of the Scottish Government's renewable energy targets. Geraadpleegd op http://www.scottish.parliament.uk/S4_EconomyEnergyandTourismCommittee/Reports/eeR-12-07w-r.pdf
- Tourismus. Persbericht, bron onbekend
- ZKA consultants & planners (2013, december). Onderzoek effecten Wind op Zee op recreatie en toerisme. Uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Geraadpleegd op <http://vrijehorizon.nl/wp-content/uploads/2014/02/Eindrapport-onderzoek-effecten-Wind-op-Zee-op-recreatie-en-toerisme.pdf>
- Zuidervaart, B. (2013, Juli 21). De Noordzee wacht een windmolen-revolutie. Trouw. Geraadpleegd op <http://www.trouw.nl/tr/nl/4332/Groen/article/detail/3479023/2013/07/21/De-Noordzee-wacht-een-windmolen-revolutie.dhtml>



Stenden



European Tourism Futures Institute

Bijlage A: Onderzochte studies en uitkomsten

De onderstaande tabel en figuren geven een overzicht van de Noordwest Europese windparken die binnen de 12 mijlszone en nabij toeristisch waardevol geachte gebieden zijn gelegen. Per land wordt het aantal aanwezige turbines vermeldt.

Figuur A: Windparken binnen de 12mijlszone (operationeel, in aanbouw, vergund en aangevraagd)



Tabel 1: operationale windparken in Noordwest Europa binnen de 12 mijlszone

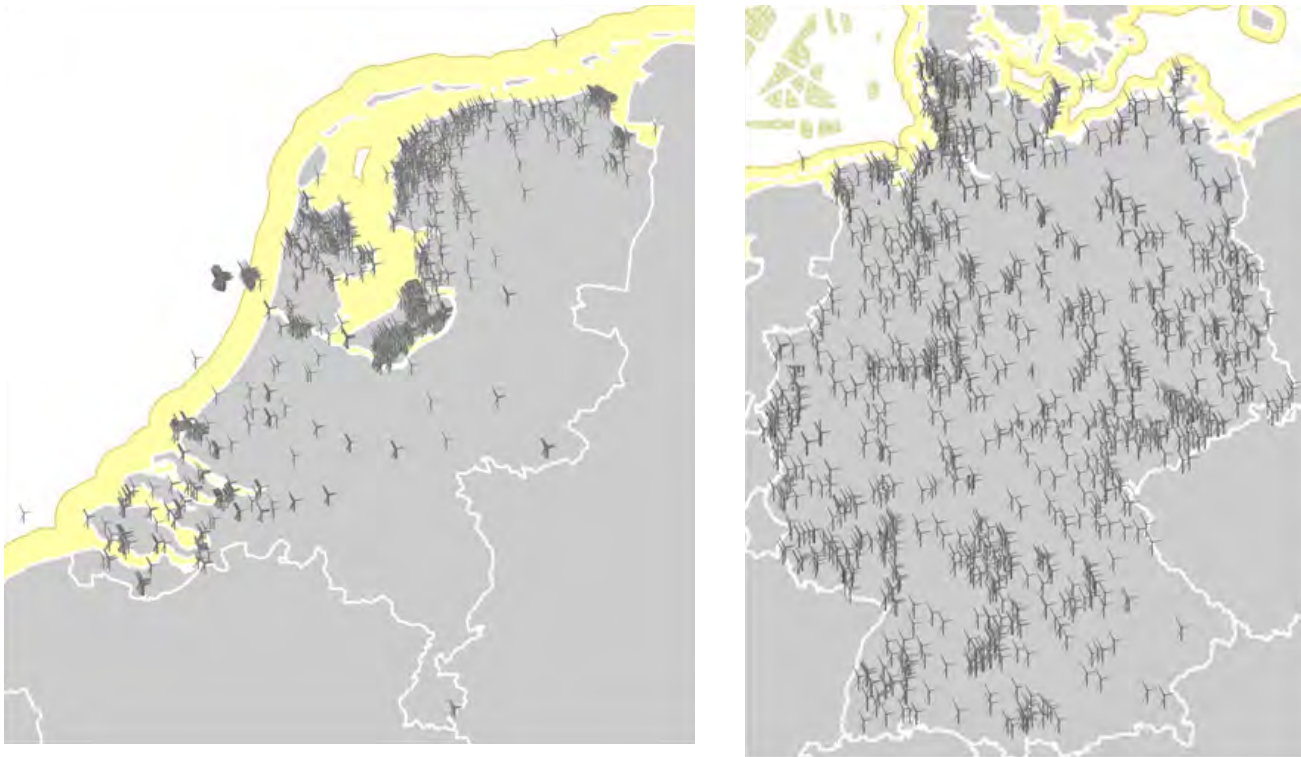
Naam	Aantal turbines	Land	Afstand tot de kust (in km)
Avedore Holme	2	DK	1.0
Roenland	8	DK	1.0
Pori Offshore I	1	FI	1.2
Vindeby	11	DK	1.8
Middelgrunden	20	DK	2.0
Yttre Stengrund	5	SE	2.0
Scroby Sands	30	UK	2.5
Ajos Harbour I + II	8	FI	3.0
Frederikshavn	4	DK	3.0
Karehamn	16	SE	3.8
Bockstigen	5	SE	4.0
Hooksiel	1	DE	4.0
Samso	10	DK	4.0
Utgrunden I + II	7	SE	4.0
Inner Dowsing	27	UK	5.0
Lynn	30	UK	5.0
Dollart Emdem	1	DE	6.0
Tuno Knob	10	DK	6.0
Burbo Bank	25	UK	7.0
Gunfleet Sands	48	UK	7.0
North Hoyle	30	UK	7.0
Barrow	30	UK	7.5
Blyth	2	UK	8.0
Rhyl Flats	25	UK	8.0
Lillgrund	48	SE	9.0

Windpark Fryslân

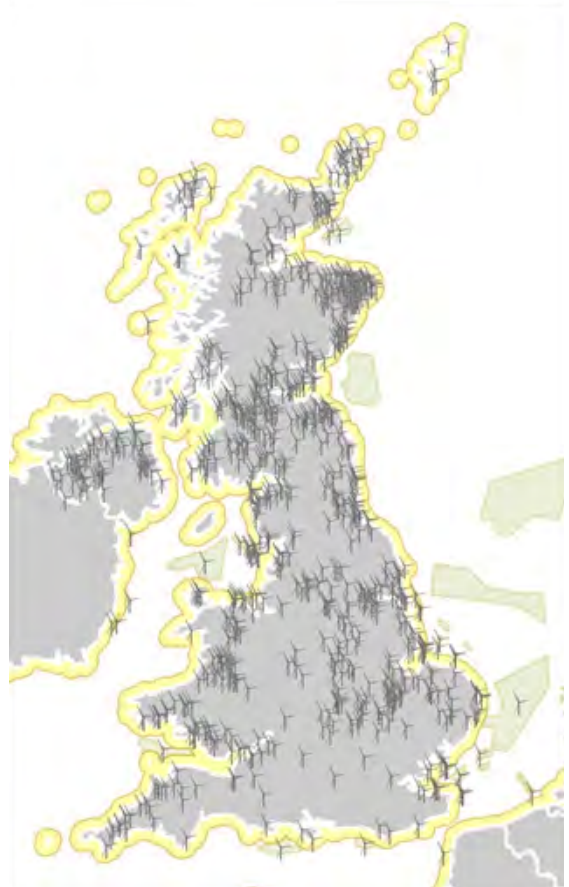
Naam	Aantal turbines	Land	Afstand tot de kust (in km)
Rodsand II	92	DK	9.0
Ormonde	30	UK	9.5
Arklow Bank	7	Ireland	10.0
Hywind Prototype	1	NO	10.0
Kentish Flats	30	UK	10.0
Robin Rigg 1	60	UK	10.0
Robin Rigg 2	60	UK	10.0
Sprogo	7	DK	10.0
Rodsand / Nysted	72	DK	11.0
Thanet	100	UK	11.0
OWEZ	36	NL	13.0
Walney	51	UK	14.0
Horns Rev	80	DK	18.0
Beatrice	2	UK	23.0

Figuur B: Nederland (2011) en Duitsland (2011)

(Het kaartmateriaal voor Spanje was niet tijdig beschikbaar en is derhalve niet opgenomen in dit rapport.)



Figuur C: Denemarken (2013) en het Verenigd Koninkrijk (2011)



Bijlage B: Overzichtstabel literatuur

Nr.	Titel studie	Land	Opsteller	Jaartal	Locatie (kustgebied, bergen, etc.)	Aard (Ex post /ex ante / interviews / enquête / analyse econo- mische getallen)
	De beleving van het windpark voor de kust van Egmond	NL	Intomart GFK	2009	Kustgebied Noordzee	Longitudinaal Ex-ante/ex post. Online survey. Herhaald onderzoek gestart voor en vervolg na realisatie. Positiever met de jaren: weerstand neemt geleidelijk af ook na realisatie.
	Windmolenparken dicht op de kust	NL	Buck Consultants International (BCI)	2014	Kustgebied Noordzee	Ex ante kwantitatief onderzoek, gebaseerd op uitkomsten ZKA (2013).
	Wat vinden recreanten?	NL	ANWB	2013	Kustgebied Noordzee	Ex ante online enquête naar beleving van de kust door recreatieve gebruikers. Uitkomsten verschillen per gebruiker, overwegend positief.
	Beleving en maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee	NL	Royal Haskoning	2010	Kustgebied Noordzee	Kwalitatief ex-ante onderzoek naar economische impact. Er kunnen geen duidelijke conclusies worden getrokken. Wel kan een verband worden gelegd met licht negatieve effecten en afstand tot de kust.
	Onderzoek effecten wind op zee op recreatie en toerisme	NL	ZKA Consultants & Planners	2013	Kustgebied Noordzee	Ex ante survey naar de beleving en waardering van de kust en de bezoekenintentie van toeristen. Survey op basis van visualisaties met windparken op verschillende afstanden. Gemeten is dat een windpark op 6km afstand een negatief effect kan hebben op de bezoekenintentie van zowel Nederlandse als Duitse toeristen.
	The case for offshore wind farms, artificial reefs and sustainable tourism in the French Mediterranean	FR	INRA, Fr Forest and Land- schap, Dk	2013	Kustgebied Middellandse Zee	Ex ante. Toeristen met verschillende karakteristieken - de een komt meer, de ander minder, het heft elkaar op. Imagoverandering van de bestemming.
	The impact of wind farms on tourism in New Hampshire	VS	Iberdrola Renewables	2013	Heuvel en berglandschap, nationaal park	Ex-post /ex-ante. Geen waargenomen effect op regionale toeristische bestedingen waargenomen, tevens groei van de sector waar dit in andere gebieden zonder windturbines niet het geval was (oorzaak niet per se windturbines maar toont afwezigheid negatieve effecten).

Nr.	Titel studie	Land	Opsteller	Jaartal	Locatie (kustgebied, bergen, etc.)	Aard (Ex post / ex ante / interviews / enquête / analyse economische getallen)
	The effects of wind power installations on coastal tourism	VS	University of Delaware	2010	Kustgebied	Ex ante enquête, uit onderzoek blijkt dat toeristen zowel de stranden met uitzicht op windparken mijden als dat er toeristen door worden aangetrokken.
	Ex Post analysis of Economic impacts form Wind Power Development in U.S. Counties	VS	Economic Research Service (USDA), LBNL, NREL,	2012	12 aaneengesloten staten, 1.009 counties	Econometrisch ex post onderzoek naar impact van windturbines op het inkomen en het aantal banen in de lokale economie tussen 2000 - 2008: gemeten toename per geïnstalleerd MW is \$11.150,- in persoonlijk inkomen en 0.48 fte per county.
	Wind turbines in Tourism landscapes Czech experience	CZ	??	2011	Ruraal gebied	Ex post/ ex ante. On-site questionnaire, focused semi-structured interviews. Absolute meerderheid van de toeristen vinden het niet erg. De meesten zijn Nederlands of Duits en gewend aan windmolens.
	Akzeptanz von Windparks in touristisch bedeutsamen Gemeinden der deutschen Nordseeküstenregion	DE	IMT & Hochschule Bremen	2005	Kustgebieden Noordzee	Ex post/ex ante; aan de hand van 20 stellingen worden bezoekers in gebieden waar reeds windpaken zijn gerealiseerd geënuquêteerd. Windparken worden niet als storend en als karakteristiek voor de kustregio ervaren.
	Touristische Effekte von On- und Offshore Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein	DE	Tourismusverband Schleswig-Holstein	2002	Kustgebieden Noordzee, Oostzee en ruraal gebied	Ex ante / ex post enquête en kwalitatief onderzoek. Geen negatieve economische impact gemeten, wel een effect op de beleving van de toerist.
	Besucherbefragung zur Akzeptanz von Windkraftanlagen in der Eifel	DE	Institut für Regionalmanagement	2012	Ruraal gebied, heuvellandschap	Kwantitatief ex-post survey onderzoek naar de acceptatie van windturbines in de Duitse Eifel; 91% geeft aan dat een uitbreiding van het huidige aantal turbines geen invloed zal hebben op mogelijke terugkeer.

Nr.	Titel studie	Land	Opsteller	Jaartal	Locatie (kustgebied, bergen, etc.)	Aard (Ex post / ex ante / interviews / enquête / analyse economische getallen)
	Windkraft oder Tourismus? - Über tatsächliche und vermeintliche Probleme der Windkraft in Erholungsräumen	DE	Project M	2012	Nationaal, On-Offshore	Kwalitatief literatuur onderzoek op nationaal niveau. Baseert zich op longitudinaal survey onderzoek van SOKO Institut (2007). 84,7% zal een vakantieoord in Duitsland niet ontwijken als er een windturbine staat.
	Sociological investigation of the reception of Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms in the local communities	DK	ECON Analyse	2005	Offshore, kustgebieden Noordzee en Oostzee	Longitudinal (nul-meting en 2x ex post). De negatieve houding voor de bouw veranderd in verloop van tijd naar acceptatie, mede omdat gebleken is dat er geen impacts zijn op toerisme en (zomer)huisprijzen.
	Impact Study of Wind Power on Tourism on Gotland	SE	Uppsala Universitet	2013	Kustgebied, eiland	Kwalitatief ex post survey onderzoek. 96% van de ondervraagde toeristen geeft aan dat de aanwezige turbines niet van invloed zijn op eventuele terugkeer.
	Economic impact of wind farms on Scottish Tourism	UK	Glasgow Caledonian University, MoffatCentre, Cogentsi	2008	Berg- en ruraal landschap	Kwalitatief en kwantitatief ex ante onderzoek met gebruik van enquête, GIS, economische aantallen. Deze studie suggereert een mogelijke negatieve impact op toerisme. Op nationale schaal is deze impact verwaarloosbaar. De impact op lokale schaal dient verder te worden onderzocht te worden.
	Tourist attitudes towards wind farms	UK	MORI Scotland	2002	Berg- en ruraal landschap	Ex ante enquête naar de beleving van windparken en mogelijke terugkeer. Uit het onderzoek komt naar voren dat een windpark niet doorslaggevend is voor wel of geen terugkeer.

Nr.	Titel studie	Land	Opsteller	Jaartal	Locatie (kustgebied, bergen, etc.)	Aard (Ex post /ex ante / interviews / enquête / analyse economische getallen)
	Environmental Statement (Socioeconomic and tourism assessment)	UK	Vattenfal	2013	Berglandschap	Kwalitatief en kwantitatief onderzoek. Ex ante aangaande South Kyle, ex post literatuur aangaande bestaande windparken in Verenigd Koninkrijk.
	Los Molinos de Viento de Trafalgar	ES	David Florido del Corral. Universidad de Sevilla y Grupo de Investigación para el Estudios de las Identidades Socioculturales en Andalucía	2005	Kustlandschap	Studie naar de discussies (ex -ante) over te bouwen windmolenparken langs de Spaanse zuidwestkust. Welke belangen spelen een rol, welke argumenten worden gebruikt en welke definitie van “duurzaamheid” wordt gehanteerd?
	Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español para la Instalación de Parques Eólicos Marinos	ES	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, el Ministerio de Medio Ambiente, y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.	2009	Kustgebied	Officiële studie leidend tot regelgeving en aanwijzing van geschikte zones.
	La energía eólica marina en la costa de Cádiz: ¿oportunidad o conflicto?	ES	Dr. Juan M. Barragán Muñoz, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, UCA	2009	Kustlandschap	Studie naar belangen van en interactie tussen stakeholders.

Nr.	Titel studie	Land	Opsteller	Jaartal	Locatie (kustgebied, bergen, etc.)	Aard (Ex post /ex ante / interviews / enquête / analyse economische getallen)
	Participación, Comunicación y Negociación en Conflictos Ambientales: Energía Eólica Marina en el Mar de Trafalgar	ES	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	2005	Kustlandschap	(Ex-ante) Sociologisch onderzoek naar de belangen en argumenten in het debat rond aan te leggen windmolenparken langs de Spaanse Zuidwestkust.

Bijlage C: Analyse per land

NB: voor de volledigheid is in deze overzichten de oorspronkelijke onderzoeksvraag zeven, ‘toepassing van de rubricering’ nog opgenomen.

Nederlandse bronnen

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Nederlandse bronnen</u>
Onderzoeksbenadering	<p>1 Binnen welke context hebben de onderzochte studies plaatsgevonden? Dit betreft onder meer een beschrijving van de aard van de studie (voor of na realisatie van het windpark: ex ante en / of ex post), de aard van het windpark, de toeristische activiteiten, de opdrachtgever en de opdrachtnemer;</p> <p>2 Binnen welke context zijn andere bronnen dan deze studies tot stand gekomen?</p> <p>3 Wat zijn de uitgangspunten van de relevante onderzoekers en / of auteurs?</p> <p>4 Welke werkwijze of onderzoeksbenadering is gevolgd door de betrokken onderzoekers en / of auteurs?</p>	<p>1 Het betreft een quickscan in opdracht van EZ en IenM, een vragenlijst op internet uitgevoerd door het ANWB en een wetenschappelijke literatuur studie naar het verschil in beleving voor windparken op 10 en 12 nm (18.5 en 22.2km) van de kust.</p> <p>3 De quickscan wil onderzoeken welke gebieden uitgesloten zijn voor de ontwikkeling van een windmolenpark, en in welke gebieden ontwikkelingen niet onmogelijk zouden zijn. Er wordt bovendien in kaart gebracht welke belangen er spelen voor kustoverheden, brancheorganisaties en natuurorganisaties. De vragenlijst op het internet van de ANWB heeft de meningen van verschillende gebruikers van de kust in kaart gebracht. De wetenschappelijke studie het verschil in beleving te beschrijven voor windparken op 10 en 12 nm (18,5 of 22,2 km) op basis van bestaande literatuur. Tevens wordt een uitstapje gemaakt naar een eerste idee van de economische effecten voor de kuststrook waarbinnen de turbines zichtbaar zullen zijn.</p> <p>4 De quickscan en de literatuurstudie baseren zich op bestaande literatuur, de vragenlijst van de ANWB is een online survey.</p>
Rubricering	<p>5 Op welke wijze kunnen de beschikbare bronnen het beste gerubriceerd worden?</p> <p>6 Welke weging valt er eventueel aan te brengen binnen een rubricering?</p> <p>7 Toepassing van de rubricering.</p>	<p>5 een quickscan, een online survey en een literatuuronderzoek</p>



Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Nederlandse bronnen</u>
Uitkomsten	<p>8 Tot welke impacts op het toerisme leidt de plaatsing van windmolens, uitgaande van de uitkomsten van de beschikbare bronnen?</p> <p>9 Welke oorzaken worden onderscheiden die ten grondslag liggen aan de impact en hoe is deze oorzaak vastgesteld;</p> <p>10 Welke stakeholders worden onderscheiden in relatie tot welke impacts?</p> <p>11 Wat is de benadering rond deze impacts en zijn deze impacts als neutraal, positief of negatief te onderscheiden?</p> <p>12 Op welke wijze worden de kwalitatieve en/of kwantitatieve gegevens van het gebied in kwestie onderbouwd? Zoals bezoekersaantallen, bestedingen, aantal overnachtingen, etc.</p>	<p>8. Binnen de 12-mijlszone komen diverse natuurwaarden in relatief hoge dichtheden voor. Het gaat hier om zeezoogdieren (zeehonden en bruinvissen), vissen en vislarven, vogels (trekvoegels, broedvogels en overwinteraars), vleermuizen en schelpdierbanken. Windmolenparken kunnen mogelijk deze natuurwaarden beïnvloeden, dit zou ook mogelijk gevolgen voor het toerisme kunnen hebben. Duikers en vissers zijn overwegend positief en verwachten meer soorten flora en fauna als gevolg van de plaatsing van windmolenparken. Surfers en zeilers zijn terughoudender en vragen zich af of er tussen de molens gevaren mag worden. Ook denken zij aan een mogelijke impact op wind en golven. Door fietsers en wandelaars wordt geen impact verwacht, al geven zij wel aan een voorkeur te hebben voor molens geclusterd, en vragen zij zich af of er invloed is op landsklimaat?</p> <p>De belangrijkste conclusie uit het belevingsonderzoek was dat het verschil in zichtbaarheid tussen de windparken op een afstand van 10 nautische mijlen (18,5 km) en op een afstand van 12 nautische mijlen (22,2 km) maar beperkt waarneembaar was. Maar hoe regelmatig het grid, hoe meer er van de opstelling zichtbaar is. Voor de beleving van de zee zijn de belangrijkste componenten die van ruimte en oneindigheid, ongereptheid en natuurlijkheid, rust en eenheid. Een topbeleving aan de kust is op heldere dagen de beleving van de ondergaande zon. In Denemarken werd geen overall effect op toerisme gevonden. Ook de ervaringen bij Scroby Sands in het Verenigd Koninkrijk lijken eerder positief dan negatief. Lilley et al. (2010) concluderen dat in bestaand onderzoek naar de invloed van windparken zowel een negatieve als een positieve invloed van windparken gevonden wordt.</p>
Aanbevelingen	<p>13 Welke aanbevelingen worden er gedaan aan wie?</p>	<p>De rapporten geven geen aanbevelingen met betrekking tot het toerisme.</p>
Overig	<p>14 Welke belangrijke elementen of data ontbreken nog, uitgaand van de nu beschikbare bronnen?</p>	<p>Geen van deze rapporten geven een schatting van economische impact op het toerisme</p>

Engelse bronnen

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Engelse bronnen</u>
Onderzoeksbenadering	<p>1 Binnen welke context hebben de onderzochte studies plaatsgevonden? Dit betreft onder meer een beschrijving van de aard van de studie (voor of na realisatie van het windpark: ex ante en / of ex post), de aard van het windpark, de toeristische activiteiten, de opdrachtgever en de opdrachtnemer;</p> <p>2 Binnen welke context zijn andere bronnen dan deze studies tot stand gekomen?</p> <p>3 Wat zijn de uitgangspunten van de relevante onderzoekers en / of auteurs?</p> <p>4 Welke werkwijze of onderzoeksbenadering is gevolgd door de betrokken onderzoekers en / of auteurs?</p>	<p>1. Veel van de rapporten zijn gebaseerd op onderzoek voor realisatie en werken met foto simulaties. Rapporten uit Schotland onderzoeken de situatie na realisering, maar doen onderzoek naar reacties op uitbreiding van de bestaande parken.</p> <p>2/3. Veel onderzoeken naar aanleiding van overheidsdoelen voor duurzame energie (in Duitsland, Nederland, Spanje, VS, Verenigd Koninkrijk). De plannen voor realisatie van windmolenparken (met name off-shore) stuit vaak op weerstand, argument van significante negatieve effecten op de toeristen industrie wordt herhaaldelijk gebruikt. Doel van de onderzoeken is a) een kwantitatieve beoordeling geven van het aantal toeristen dat door de aangetaste gebieden reist, of in accommodatie verblijft in aangetaste gebieden; b) een beoordeling geven van de reacties van die toeristen en een schatting geven van de economische impact van die reacties; c) duidelijk maken wat de houding van toeristen tov windmolenparken is; d) onderzoeken of de aanwezigheid van windmolenparken van invloed is op de beslissing van bezoekers om een toeristisch gebied te bezoeken; e) onderzoeken of de aanwezigheid van windmolenparken van invloed is op andere toeristische activiteiten zoals fietsen, wandelen of sightseeing. algemene mening over onshore en offshore windenergie, verandering van strandbezougedrag, kennis over de impact van carbondioxide emissie op het kustlandschap en mening over de contributie van windenergie om klimaatverandering tegen te gaan, het bezoek van de ondervraagde, inclusief duur, accommodatie (afstand van kust en kosten) Uitgangspunt van de onderzoekers is dat er weinig empirisch onderzoek is gedaan, maar dat tegenstanders van windmolenparken vaak aangeven dat ze een gevaar voor de toeristische sector betekenen.</p> <p>4. Onderzoekers hebben veelal surveys gebruikt, gesimuleerde foto's en interviews, ook zijn er enkele literatuurstudies.</p>
Rubricering	<p>5 Op welke wijze kunnen de beschikbare bronnen het beste gerubriceerd worden?</p> <p>6 Welke weging valt er eventueel aan te brengen binnen een rubricering?</p> <p>7 Toepassing van de rubricering.</p>	<p>Bronnen lopen uiteen van vergelijkend literatuuronderzoek, krantenartikelen, onderzoeksrapport, Powerpoint presentatie, studie uitgevoerd t.b.v. een parlementaire enquête voor toerisme en informatie (promotie) van de windenergiesector aan beleidsmakers.</p>

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Engelse</u> bronnen
Uitkomsten	<p>8 Tot welke impacts op het toerisme leidt de plaatsing van windmolens, uitgaande van de uitkomsten van de beschikbare bronnen?</p> <p>9 Welke oorzaken worden onderscheiden die ten grondslag liggen aan de impact en hoe is deze oorzaak vastgesteld;</p> <p>10 Welke stakeholders worden onderscheiden in relatie tot welke impacts?</p> <p>11 Wat is de benadering rond deze impacts en zijn deze impacts als neutraal, positief of negatief te onderscheiden?</p> <p>12 Op welke wijze worden de kwalitatieve en/of kwantitatieve gegevens van het gebied in kwestie onderbouwd? Zoals bezoekersaantallen, bestedingen, aantal overnachtingen, etc.</p>	<p>Vraag 8-12, overall uitkomsten in steekwoorden:</p> <p>Onderzoek in Gaspé regio in Quebec vond dat over het algemeen bezoekers positief tegenover de ontwikkeling van windmolenparken stonden. Een voorkeur werd uitgesproken voor een concentratie van windmolens in een beperkt aantal plaatsen (56.4%), tov minder windmolens op meer verschillende plaatsen. 5.6% van de bezoekers wilden helemaal geen windmolens in de Gaspé regio.</p> <p>Over het algemeen is er weinig bewijs dat windmolenparken een serieuze negatieve economische impact op het toerisme hebben. Dure ontwikkelingen, geen zekerheid dat het haalbaar is en dat het werkt.</p> <p>Stakeholders zijn: Duitse regering, Nederlands bedrijf TenneT, Nederlandse regering, omwonenden in Duitsland.</p> <p>85% van ondervraagden ziet windenergie over het algemeen als positief of zeer positief, minder dan 1% is negatief of zeer negatief. Het effect van windturbines op de 'omgeving' 80% positief of zeer positief. Effect van windturbines op uiterlijk van omgeving: 56.5% neutraal, 21.7 positief of zeer positief, 21.7 negatief of zeer negatief.</p> <p>Het verlies aan bezoekers met windmolenparken binnen 1.5 mijl van de kust is substantieel, 45% geeft aan een ander strand binnen Delaware te bezoeken, of zelfs buiten Delaware naar het strand te gaan, maar hoe verder de windmolenparken van de kust, hoe minder respondenten andere stranden zouden kiezen.</p> <p>Een mogelijke interpretatie van de gegevens is dat meer mensen tegen een kolenfabriek in de buurt die niet in het zicht staat zijn, dan tegen een windmolenpark in hun zeezicht.</p> <p>Windmolenparken in zeezicht zouden enkele bezoekers afschrikken, maar tegelijkertijd geeft 66% van de buitenlandse bezoekers aan dat ze een beetje, of veel waarschijnlijker een strand zouden bezoeken met een windmolenpark in de 10km straal. Dus, mogelijk zal een windmolenpark binnen de 10km straal toerisme versterken ipv verminderen.</p>

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Engelse</u> bronnen
		<ul style="list-style-type: none"> •Hoe verder de windmolen van de kust staat, hoe minder invloed dit heeft op het toerisme; •een fabriek voor fossiele brandstof op dezelfde afstand landinwaarts zal eerder resulteren in het wegblijven van strandbezoekers dan een windmolen in zee. •negatieve reacties komen minder vaak voor dan positieve reacties •minder strandgangers zouden wegblijven van het strand dan mensen die aangeven te willen betalen voor een boottocht naar de windmolens (44.5% van de out-of-state strandbezoekers) <p>Het plaatsen van windmolens zichtbaar vanaf de stranden werd door 35% van de strandbezoekers zelfs aangeraden. Meer dan de helft gaf aan, mochten windmolens onvermijdelijk zijn, deze te tolereren. Slechts 2.6% gaf aan dat het verboden zou moeten worden, en 5.7% was er niet zeker van.</p> <p>Ondervraagden onder de 30 jaar gaven eerder aan nog steeds hetzelfde strand te kiezen, ook als er een windmolenpark 6 mijl van het strand werd gebouwd. Hoe hoger het inkomen, en hoe hoger de kosten van het bezoek, hoe groter de kans dat de bezoeker een ander strand zou kiezen.</p> <p>Daar waar wel een verandering van de beleving van een toeristische bestemming wordt genoemd is dit drie keer zo vaak een positieve verandering dan een negatieve verandering.</p> <p>Impacts en labeling: extra attractie, uitzichtvervuiling, subsidies/ sponsoring lokale initiatieven of evenementen door energiebedrijven, windmolens leiden af van de ‘plattelandservaring’, effect op landschap, promotie toeristische bestemming als ‘groen’, boost voor ecotoerisme als een bestemming waar imago groene energie belangrijk is.</p> <p>Een afname in aantallen buitenlandse toeristen is geconstateerd mbv de International Passenger Survey, binnenlandse statistieken van staruk, marktintelligence research, en lokale touristboards</p>

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Engelse</u> bronnen
		<p>De insteek in een andere studie is dat de toeristische industrie onderhevig is aan een groot aantal invloeden en dat de invloed van windmolenparken daardoor moeilijk te analyseren is. Desalniettemin zijn er een aantal studies gedaan, waarbij over het algemeen de impacts als neutraal worden gezien. Er worden ook wel een aantal positieve en negatieve impacts onderscheiden, waarbij 3x zoveel positieve als negatieve impacts worden gevonden. Er wordt wel gesuggereerd dat het type toerist van invloed is op het type reactie.</p> <p>De conclusie van de British Wind Energy Association is dat in de ontwikkelingsfase de eisen op het gebied van landschapsbescherming zo streng zijn, dat er voor bescherming van toerisme verder geen aanvullende voorwaarden nodig zijn. De redenering hier is: als de ontwikkeling van een windmolenpark het landschap niet ernstig aantast, zal het het toerisme ook niet nadelig beïnvloeden. De meeste ondervraagden vonden de ontwikkeling van windenergie centrales een positieve ontwikkeling.</p>
Aanbevelingen	13 Welke aanbevelingen worden er gedaan aan wie?	<p>Wetten en plannings maatregelen helpen de sociale en landschappelijke impacts van windmolenparken beperken. De meeste toeristen lijken positief tegenover windmolenparken te staan, het is belangrijk om meer te focussen op voorkeuren mbt het bezoeken van plaatsen en het kiezen van accommodatie. Het is de moeite waard om de effecten van windmolenparken op toerisme op lokale en regionale schaal in Quebec te onderzoeken.</p> <p>Er zou een voorwaarde moeten komen dat aannemers aantonen welke socio-economische waarde zij toe zullen voegen aan de omgeving en de omliggende gemeenschap. Ook moet er nauwe samenwerking zijn tussen ontwikkelaars en lokale overheden, ondernemers en andere organisaties om te zorgen voor volledige wederzijdse kennisoverdracht en begrip voor de sociale, economische en milieutechnische waarde van de ontwikkelingen voor de omgeving.</p> <p>De waarde van het uitzicht vermindert met de constructie van een windmolenpark. Dit resulteert in een effect op het toerisme, maar dit is klein (2%-6% vermindering).</p>

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Engelse</u> bronnen
		<p>Goede, voorzichtige planning, met duidelijke aandacht voor het toerisme, zou toekomstige negatieve effecten moeten kunnen minimaliseren. De doelen van de Schotse overheid mbt duurzame energie en mbt toerisme zijn niet incompatibel. Er zou een limiet moeten worden gesteld op nieuwe capaciteit van energiebedrijven.</p> <p>Ontwikkelaars mogen niet adviseren dat er geen negatief effect op het toerisme zal zijn agv windmolenparken, maar het effect wordt steeds kleiner, naarmate de afstand tot de kust groter wordt. Ontwijking van windmolenparken is minder duidelijk dan ontwijking van fossiele brandstoffabrieken, en de ontwijking van stranden is substantieel minder dan de aantrekkingskracht van stranden en boottochtjes om windmolenparken te bezoeken. Informatie over uitgaven tijdens bezoek, afstand die mensen willen af leggen voor hun bezoek (meer of minder als er een windmolenpark aanwezig is), lengte van bezoek (langer of korter), effecten op andere toeristische attracties: het onderzoek wijst uit dat voor bezoekers aan wijngaarden het uitzicht niet een belangrijke factor is, en dat bezoekers hun beslissing voor de keuze van bestemming niet laten beïnvloeden door de aanwezigheid van een windmolenpark.</p> <p>Geconcludeerd wordt dat de economische effecten van windmolenparken op de toeristensector minimaal zullen zijn.</p>
<p>Overig</p>	<p>14 Welke belangrijke elementen of data ontbreken nog, uitgaand van de nu beschikbare bronnen?</p>	<p>Empirisch onderzoek na realisatie van een windmolenpark. Visie van andere landschapsgebruikers, nl boeren, vissers, maar ook andere omwonenden komen slechts in beperkte mate voor in de onderzoeken. Evt effecten op de gezondheid komen niet aan bod. Natuurbeschermingsorganisaties en wild/dieren bescherming worden niet gehoord. Ontwikkelaars en aannemers plus personeel. Tijdens het voortraject en fase van ontwikkeling kunnen mogelijk meningen anders liggen.</p> <p>Het wijngaardenrapport haalt percentages en absolute aantallen door elkaar en de analyses lijken te rammelen. Verder is er geen aandacht besteed aan uitgaven in wijngaarden of accommodatie of andere activiteiten om te kijken of de waarde van het aanbod vermindert agv de aanwezigheid van een windmolenpark.</p>

Duitse bronnen

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Duitse</u> bronnen
Onderzoeksbenadering	<p>1 Binnen welke context hebben de onderzochte studies plaatsgevonden? Dit betreft onder meer een beschrijving van de aard van de studie (voor of na realisatie van het windpark: ex ante en / of ex post), de aard van het windpark, de toeristische activiteiten, de opdrachtgever en de opdrachtnemer;</p> <p>2 Binnen welke context zijn andere bronnen dan deze studies tot stand gekomen?</p> <p>3 Wat zijn de uitgangspunten van de relevante onderzoekers en / of auteurs?</p> <p>4 Welke werkwijze of onderzoeksbenadering is gevolgd door de betrokken onderzoekers en / of auteurs?</p>	<p>1 De studies zijn alle ex ante, de contexten waarbinnen de studies hebben plaatsgevonden zijn als divers te betitelen, van wetenschappelijke van aard tot persbericht en brochure.</p> <p>2 De studies van NIT zijn toegevoegd; het betreft empirisch onderzoek naar de situatie in de Duitse Bocht en op de Noordzee.</p> <p>3 De uitgangspunten hangen samen met de aard van de publicaties: onderzoek; inventarisatie; publicatie; brochure; persbericht.</p> <p>4 In de meeste gevallen zijn primaire data verzameld via surveys, panelgesprekken, interviews.</p>
Rubricering	<p>5 Op welke wijze kunnen de beschikbare bronnen het beste gerubriceerd worden?</p> <p>6 Welke weging valt er eventueel aan te brengen binnen een rubricering?</p> <p>7 Toepassing van de rubricering.</p>	<p>5 Het gaat om wetenschappelijke onderzoeksrapporten (6), individueel onderzoek (1), persbericht (1), brochure (1), en een tijdschriftpublicatie (1).</p> <p>6 Gelet op de diversiteit in onderzoeksmethoden en aard van publicaties heeft het toepassen van wegingsfactoren geen meerwaarde en wordt daarom ook afgeraden.</p> <p>7 Zie vraag 5.</p>

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Duitse</u> bronnen
Uitkomsten	<p>8 Tot welke impacts op het toerisme leidt de plaatsing van windmolens, uitgaande van de uitkomsten van de beschikbare bronnen?</p> <p>9 Welke oorzaken worden onderscheiden die ten grondslag liggen aan de impact en hoe is deze oorzaak vastgesteld;</p> <p>10 Welke stakeholders worden onderscheiden in relatie tot welke impacts?</p> <p>11 Wat is de benadering rond deze impacts en zijn deze impacts als neutraal, positief of negatief te onderscheiden?</p> <p>12 Op welke wijze worden de kwalitatieve en/of kwantitatieve gegevens van het gebied in kwestie onderbouwd? Zoals bezoekersaantallen, bestedingen, aantal overnachtingen, etc.</p>	<p>8 De mogelijke impacts lijken gering, zowel in positief als negatief opzicht. In deze studies stonden echter ook landelijke omgevingen centraal, en maar in sommige gevallen kuststreken. Als er al impacts gemeten zijn, dan zijn die licht negatief naarmate de molens dichter op de kust staan en er meer dan 1 windpark geplaatst zou worden, of licht positief als duurzame energie als thema benut wordt, een park als attractie gezien wordt en ook toegankelijk is, en als de inkleding (zoals lichtmanagement) passend is. Veel respondenten associëren windenergie met schone energie en geven aan niet weg te zullen blijven van de betreffende kust als er molens zouden zijn, wellicht zelfs daarom er (vaker) heen te gaan.</p> <p>10 De stakeholders zijn bewoners, dagtoeristen, verblijfstoeristen en ondernemers in de toeristische sector.</p> <p>12 De onderbouwing verschilt in sterke mate van publicatie tot publicatie, maar is mbt de onderzoeken gebaseerd op zowel kwantitatieve als kwalitatieve onderzoeksmethoden. De respondenten zijn bijna aldoor bewoners of bezoekers, geen professionals, politici of beleidsmakers.</p>
	<p>12 Op welke wijze worden de kwalitatieve en/of kwantitatieve gegevens van het gebied in kwestie onderbouwd? Zoals bezoekersaantallen, bestedingen, aantal overnachtingen, etc.</p>	<p>12 De onderbouwing verschilt in sterke mate van publicatie tot publicatie, maar is mbt de onderzoeken gebaseerd op zowel kwantitatieve als kwalitatieve onderzoeksmethoden. De respondenten zijn bijna aldoor bewoners of bezoekers, geen professionals, politici of beleidsmakers.</p>
Aanbevelingen	<p>13 Welke aanbevelingen worden er gedaan aan wie?</p>	<p>13 Over het algemeen ontbreken concrete aanbevelingen of zijn ze breed geformuleerd: let op inpassing van een park in de regio; onderzoek alle risico's, zeker in relatie met veiligheid en scheepvaart; betrek bewoners en bezoekers in de planningsfase en benadruk de schone kant van duurzame energie en de mogelijke extra aantrekkingskracht van een windpark door deze (deels) als attractie in te richten en te vermarkten.</p>

Categorie	Onderzoeksdeelvragen	Streekwoorden <u>Duitse</u> bronnen
Overig	14 Welke belangrijke elementen of data ontbreken nog, uitgaand van de nu beschikbare bronnen?	14 Wat ontbreekt zijn a) harde meerjarige data over woongenot onder bewoners na plaatsing van een windpark; b) data van toeristen en bezoekers aangaande bezoekersaantallen, overnachtingsaantallen, het aantal verhuurde bedden en de economische spinoff in de omgeving, c) zoals waargenomen door ondernemers en overheden in een kustgebied waar een of meerdere windparken reeds voor de kust aanwezig zijn.

Spaanse bronnen

Steekwoorden Spaanse bronnen.

NB In Spanje bestaan nog geen windparken op zee. De studies zijn ex-ante.

Nummer	Titel	Bevindingen
1.	<p>La energía eólica marina en la provincia de Cádiz. ¿Oportunidad o conflicto?</p> <p>Dr. Juan M. Barragán Muñoz (Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, UCA)</p>	<p>Lezing die beschrijft hoe het idee van windmolenparken op zee zich in Spanje heeft ontwikkeld (in Powerpoint vorm). Onderstreept het maatschappelijk belang en de economische kansen gegeneerd door windenergie. De tegenstand vanwege landschappelijke waarde komt niet aan bod. De tegenstand wordt voornamelijk beschreven als zaak van lokale gemeenschappen, over het algemeen verbonden aan de visserij.</p>
2.	<p>Estudio estratégico ambiental del litoral español para la instalación de parques eólicos marinos</p>	<p>De officiële studie leidend tot regelgeving en aanwijzing van „geschikte zones“, uitgaande van 6 bronnen van bezwaar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visserijactiviteiten; 2. Publiek domein (het gaat om vrijlaten riviermonden etc.); 3. Biodiversiteit; 4. Cultureel erfgoed (archeologische vindplaatsen); 5. Milieuveiligheid (Risico's voor sloop- en luchtvaart); 6. Landschap. <p>Onder dit laatste punt worden bezwaren vanuit toeristisch perspectief gecategoriseerd. Hoewel dit punt het minst specifiek is (en niet wordt onderbouwd door kwantitatieve data), leidt dit tot het vrijhouden van een kuststrook van 8 kilometer. Deze strook wordt niet weergegeven op de zoneringskaarten.</p> <p>Hoewel de risico's voor toerisme genoemd worden, worden deze ook beschouwd als onvoldoende bestudeerd en zaak van te heterogene criteria om strategisch beleid op te baseren. Dit neemt niet weg dat op niveau van autonome regio's een streng beleid geformuleerd kan worden. Daarbij is dat van de Balearen het meest vergaand (wens tot verbod op het plaatsen van windmolenparken in zee vanwege te verwachten toeristische schade). Asturië en Valencia pleiten voor uitzonderingszones bij historische steden en toeristische hotspots.</p>

Nummer	Titel	Bevindingen
3.	Los Molinos de Viento de Trafalgar	<p>Studie naar de discussies (ex ante) over te bouwen windmolenparken langs de Spaanse zuidwestkust. Welke belangen spelen een rol, welke argumenten worden gebruikt en welke definitie van “duurzaamheid” wordt gehanteerd?</p> <p>Overheid lijkt neutraal in de discussie, maar de belangengroepen (energiebedrijven, natuurorganisaties en lokale economieën) blijken zich vooral te willen conformeren aan officieel discours om hun positie te onderbouwen. Externe expertise wordt een hoge waarde toegekend, maar kennis in situ veel minder, hetgeen ten koste lijkt te gaan van lokale belangen. Academische studie, zonder opdrachtgever.</p>

Deense bron

Streekwoorden Deense bron

Er is een longitudinaal onderzoek uitgevoerd naar de wijze waarop omwonenden de komst van de offshore windparken Horns Rev en Nysted hebben ontvangen. Voor het onderzoek zijn op drie momenten metingen uitgevoerd naar de houdingen van omwonenden van de windparken. Uit het onderzoek blijkt dat deze houdingen over tijd zijn veranderd; waar er tijdens de planvorming voornamelijk scepsis was, werd dit tijdens de besluitvorming vooral tegenstand, waar dit uiteindelijk na de bouw van het windpark veranderde in acceptatie van de aanwezigheid van het windpark. Er bleek zelfs een gunstige uitwerking te zijn op de bedrijvigheid in watergebonden recreatie.



European Tourism Futures Institute

Visiting address: Rengerslaan 8, 8917 DD, Leeuwarden
Postal address: P.O. Box 1298, 8900 CG, Leeuwarden
Phone number: +31 (0) 58 244 1992
Email: info@etfi.eu
Website: www.etfi.eu



The European Tourism Futures Institute is part of Centre of Expertise in Leisure, Tourism & Hospitality (CELTH) in cooperation with the NHTV Breda University of Applied Sciences & HZ University of Applied Sciences Vlissingen.

Bijlage D-19 Scoringstabel absoluut en relatief



Scoringstabel absoluut

Aspect	Beoordelingscriteria	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3.	Alt. 4	
Electriciteitsopbrengst en vermeden emissies	Elektriciteitsopbrengst (GWh)	974	1434	1220	1661	
	Vermeden emissie CO ₂ - (ton per jaar)	565.787	832.996	708.685	964.858	
	Vermeden emissie NO _x -(ton per jaar)	492	725	617	840	
	Vermeden emissie SO ₂ -(ton per jaar)	164	241	205	280	
	Vermeden emissie PM ₁₀ -(ton per jaar)	18,3	26,9	22,9	31,1	
Natuur	Vogels	Sterfte (per jaar)	±1.650	±2.500	±1.175	±1.625
	Vleermuizen	Sterfte	100	150	70	100
Geluid	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidsnorm (47 dB Lden en 41 dB Lnight) wordt overschreden	1	0	0	0	
	Aantal woningen binnen de contouren: Lden 37-42 en Lden 42-47)	0	1	1	1	
	Oppervlak van het gebied binnen de geluidcontour L _{den} = 47 dB (ha)	430	610	390	530	
	Geluidsbelasting in stiltegebied (dB(A))	40	40	40	40	
	Omgevingskwaliteit, conform methode Miedema bij woningen	0	0	0	0	
Slagschaduw	Het aantal woningen van derden waarbij de wettelijk toegestane schaduwduur wordt overschreden.	0	0	0	0	
	Het aantal woningen binnen 15 uurs-contour	0	0	0	0	
Nautische veiligheid	Aanvaringsrisico beroepsvaart (1 x in de X jaar)	1: 105.426	1: 9.537	1: 49.839	1: 5.924	
	Aanvaringsrisico recreatievaart (1x in de X jaar)	1:17	1:17	1:17	1:17	

Bodem en water	Oppervlakte ERA IJsselmeer (ha)		0,51	0,48	0,36	0,31
Ruimtelijk gebruik	Scheepvaart en waterrecreatie	Invloed op gebruiksruimte (aantal turbines)	66	100	47	65
	Visserij	Invloed op gebruiksruimte fuikengebied (aantal turbines)	5	5	3	3

Scoringstabel relatief (MWh)

Aspect	Beoordelingscriteria		Alt.1	Alt.2	Alt.3.	Alt.4
Electriciteitsopbrengst en vermeden emissies	Electriciteitsopbrengst (GWh)		1	1	1	1
	Vermeden emissie CO ₂ - (ton per jaar)		0.58	0.58	0.58	0.58
	Vermeden emissie NO _x - (ton per jaar)		0.00050	0.00050	0.00050	0.00050
	Vermeden emissie SO ₂ - (ton per jaar)		0.00017	0.00017	0.00017	0.00017
	Vermeden emissie PM ₁₀ - (ton per jaar)		0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
Natuur	Vogels	Sterfte	0.0017	0.0017	0.0010	0.0010
	Vleermuizen	Sterfte	0,00010	0,00010	0,00005	0,00006
Geluid	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidsnorm (47 dB Lden en 41 dB Lnight) wordt overschreden		0.000001	0	0	0
	Aantal woningen binnen de contouren: Lden 37-42 en Lden 42-47)		0	0.0000007	0.0000008	0.0000006
	Oppervlak van het gebied binnen de geluidcontour L _{den} = 47 dB		0.00044	0.00042	0.00032	0.00032
	Geluidsbelasting in stiltegebied (dB(A) Lden)		0,000041	0,000028	0.000033	0.000024
Slagschaduw	Het aantal woningen van derden waarbij de wettelijk toegestane schaduwduur wordt overschreden.		0	0	0	0
	Het aantal woningen binnen 15 uren-contour		0	0	0	0
Nautische veiligheid	Aanvaringsrisico beroepsvaart		9,7e-12	7,3e-11	1,6e-11	1,0e-10
	Aanvaringsrisico recreatievaart		6,0e-8	4,1e-8	4,8e-8	3,5e-8
Bodem en water	Oppervlakte ERA IJsselmeer (ha)		5,2e-7	3,3e-7	2,9e-7	1,8e-7
Ruimtelijk gebruik	Scheepvaart en waterrecreatie	Invloed op gebruiksmogelijkheid en (Aantal turbines)	0.000067	0.000069	0.000038	0.000039

	Visserij	Invloed op gebruiksruimte fuikegebied (aantal turbines)	5,1e-6	3,4e-6	2,4e-6	51,8e-6
--	----------	--	--------	--------	--------	---------

BIJLAGE D-20 POTENTIELE ONTWIKKELING

WINDPARK OP DE AFSLUITDIJK



BIJLAGE D-20

Datum	28 april 2015
T.b.v.	MER Windpark Fryslân, Bijlage D20
Van	Pondera Consult
Betreft	Potentiele ontwikkeling windpark op de Afsluitdijk

1.1 Inleiding

Het Rijk heeft in de Structuurvisie Wind op Land (SWOL) 11 gebieden voor grootschalige windenergie aangewezen die gezamenlijk een groot deel van de doelstelling van windenergie voor 2020 moeten realiseren. De locatie van Windpark Fryslân is één van deze aangewezen gebieden. In dezelfde structuurvisie is ook aangegeven dat de Afsluitdijk in potentie een aantrekkelijke locatie is voor een windpark. De ontwikkeling van een windpark op de Afsluitdijk wordt door de Minister van I&M gezien in het licht van de doelstelling van 23% duurzame energie voor 2023 en is dan ook niet in de SWOL opgenomen. Op deze locatie is ook een initiatiefnemer actief. De minister heeft aangegeven pas een besluit te nemen over een windpark op de Afsluitdijk, nadat de besluitvorming over Windpark Fryslân heeft plaatsgevonden. Met het oog op de doelstellingen voor 2023 en de nabijheid van een windpark op de Afsluitdijk bij Windpark Fryslân wordt de samenhang tussen beide projecten echter beschouwd vanuit het oogpunt van eventuele belemmeringen die ontstaan voor een windpark op de Afsluitdijk. Deze notitie beschrijft de potentiële belemmeringen met als centrale vraag of een mogelijk windpark op de Afsluitdijk onmogelijk wordt gemaakt door de realisatie van Windpark Fryslân.

De haalbaarheid van een windpark op de Afsluitdijk en de omvang en aanvaardbaarheid van de effecten van een dergelijk windpark zijn hier niet aan de orde en dienen op het moment van ontwikkeling van een dergelijk initiatief in beeld te worden gebracht.

Relatie met MER Windpark Fryslân

In het MER wordt onderscheid gemaakt tussen projecten waarover reeds besluitvorming heeft plaatsgevonden (autonome ontwikkelingen) en projecten waarover nog geen besluitvorming heeft plaatsgevonden (overige ontwikkelingen). Bij de effectbeschrijving in een MER dient rekening te worden gehouden met de autonome ontwikkelingen. Overige projecten worden dan ook niet meegenomen als autonome ontwikkeling in het MER.

Aangezien er nog geen besluitvorming over een windpark op de Afsluitdijk heeft plaatsgevonden wordt dit project in het hoofddocument van deel D van het MER niet als autonome ontwikkeling meegenomen.

Inhoud

In deze notitie wordt ingegaan op een aantal onderwerpen waarbij mogelijk interferentie en/of cumulatie tussen beide projecten optreedt:

1. Technisch;
2. Landschappelijk;
3. Ecologie;
4. Infrastructuur;
5. Geluid en slagschaduw;
6. Veiligheid/radar.

Voor een windpark op de Afsluitdijk wordt daarbij uitgegaan van een lijnopstelling bestaande uit circa 50 windturbines op regelmatige tussenafstanden.

1.2 Technisch

Aangezien Windpark Fryslân eerder wordt gerealiseerd dan een windpark op de Afsluitdijk, zal de bouwfase van Windpark Fryslân niet van invloed zijn op de bouw van een windpark op de Afsluitdijk. De aanwezigheid van Windpark Fryslân op de aanlegmogelijkheden (bouw) van een windpark op de Afsluitdijk wordt in paragraaf 1.5 beschouwd.

1.3 Landschap

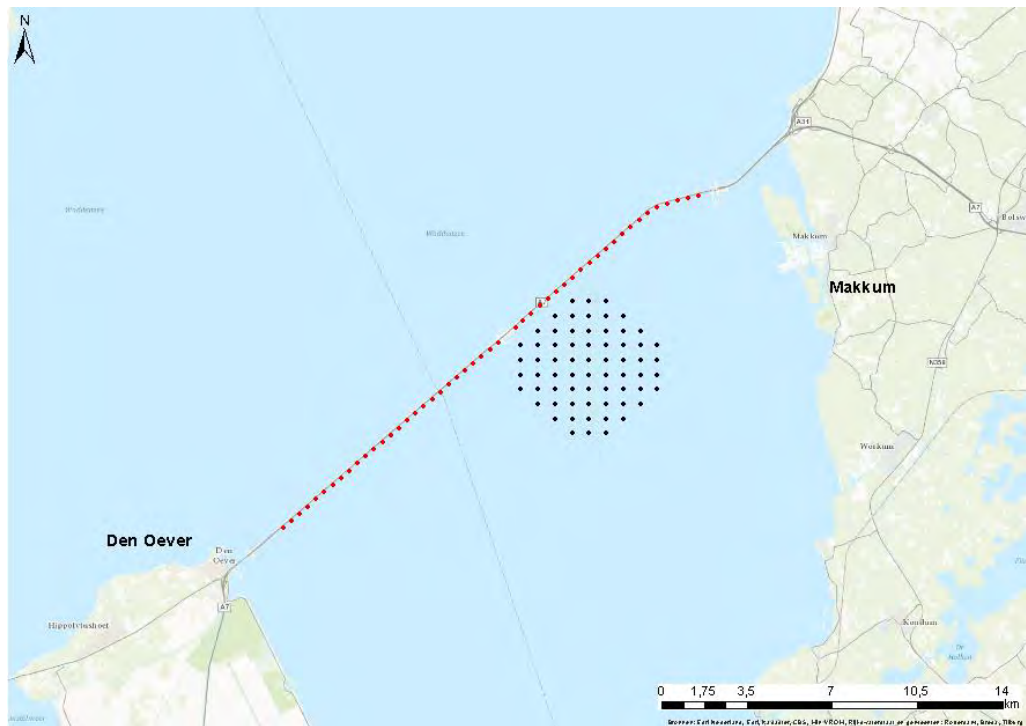
Voor het aspect landschap is het effect op de bestaande landschappelijke waarden van Waddenzee, IJsselmeer en Afsluitdijk relevant, evenals de mogelijke kansen op het realiseren van nieuwe landschappelijke kwaliteiten. In het MER wordt tevens ingegaan op de potentiële effecten op de cultuurhistorische waarden van de Afsluitdijk (het Ensemble van de Afsluitdijk). In het MER wordt geconcludeerd dat Windpark Fryslân geen effect heeft op deze (cultuurhistorische) waarden. In deze notitie wordt niet ingegaan op het effect van de interferentie op deze waarden. Aangezien reeds is geconcludeerd dat Windpark Fryslân geen effect heeft op deze waarden, beperken eventuele effecten van beide windparken gezamenlijk slechts de effecten als gevolg van enkel een windpark op de Afsluitdijk.

Om te kijken naar de interferentie tussen Windpark Fryslân en een windpark op de Afsluitdijk zijn drie verschillende configuraties in combinatie met Windpark Afsluitdijk getoetst. Het doel van de verschillende configuraties is om te beoordelen of een verschil in opstelling mogelijk effect heeft op de mogelijkheid om beide projecten in de nabijheid van elkaar te realiseren.

Voor de beoordeling is gekozen voor drie verschillende opstellingen: een bolvormige opstelling conform de opstellingen in het MER (variant 1), een opstelling parallel aan de Afsluitdijk, aangezien een dergelijke opstelling dezelfde oriëntatie heeft als een lijnopstelling op de dijk en een combinatie van beide principes.

1. Windpark Fryslân in een bolvormige opstelling + een lijn langs de Afsluitdijk;
2. Windpark Fryslân in een lijnenopstelling parallel aan de dijk tot aan Kornwerderzand + Een lijn langs de Afsluitdijk;
3. Windpark Fryslân parallel aan de dijk in bolvorm + een lijn langs de Afsluitdijk.

Figuur 1 Opstelling 1



Figuur 2 Opstelling 2



Figuur 3 Opstelling 3



Ten behoeve van een beschrijving van landschappelijke effecten van beide projecten zijn fotovisualisaties opgesteld. Voor een zo volledig mogelijk beeld zijn drie standpunten gekozen die de windparken van verschillende kanten belichten. Het betreft visualisaties vanaf:

1. Recreatiegebied de Holle Poarte bij Makkum;
2. Het Monument aan de westzijde van de Afsluitdijk;
3. De Waddenzee.

De beoordeling is relevant vanuit het oogpunt van de kaders zoals die gelden voor het landschap van de locaties en in de ruime omgeving van de locaties. Dit betreft de Afsluitdijk, het IJsselmeer, de Waddenzee en de Friese IJsselmeerkust. Aan de Noord-Hollandse IJsselmeer kust is slechts sprake van lange rechte dijken welke in principe niet toegankelijk zijn. Locaties aan het IJsselmeer bevinden zich zuidelijk op grotere afstand (Medemblik, Andijk). De beleving van de Noord-Hollandse kust valt derhalve binnen de beoordeling vanaf het IJsselmeer (op grotere afstand).

De visualisaties zijn in bijlage 1 bij dit document ter illustratie weergegeven. Voor de beschrijving van de samenhang tussen de beide projecten wordt zoveel mogelijk aangesloten bij hoofdstuk 4 van deel D van het MER, in die zin dat de standpunten voor de visualisaties overeenkomen met de verschillende schaalniveaus van beoordeling. Voor een beschrijving van deze schaalniveaus, een landschappelijke beschrijving van het gebied en de waarden zoals die volgen uit de relevante kaders en een theoretische beschrijving van het begrip 'zichtbaarheid' wordt tevens naar dit hoofdstuk verwezen.

Effectbeschrijving

In het MER is het effect van Windpark Fryslân op het landschap beoordeeld. Hieruit is naar voren gekomen dat het belangrijkste effect de ingreep zelf betreft en dat daarbij de omvang, gegeven van het windpark. Met andere woorden: de komst van een windpark in het IJsselmeer is het grootste effect, de omvang van het windpark maakt slechts beperkt verschil voor de effecten.

De komst van een tweede windpark, naast Windpark Fryslân legt uiteraard een groter beslag op het gebied. De draagkracht van het landschap in dit gebied is echter groot. Hieronder wordt beschreven of Windpark Fryslân voldoende ruimte laat voor de realisatie van een windpark op de Afsluitdijk. Voor een landschappelijke beoordeling van Windpark Fryslân wordt verwezen naar deel D van het Milieueffectrapport.

Effectbeschrijving vanuit de ruime omgeving (>10 km)

Vanaf de Waddenzee zijn objecten slechts beperkt zichtbaar, gezien de grote afstanden in het weidse gebied. Vooral bij slecht weer zijn objecten nauwelijks of niet zichtbaar. Bij helder weer zijn windturbines aan de horizon wel waarneembaar, maar lang niet altijd als dusdanig herkenbaar.

De windturbines van beide parken zullen vanaf de Waddenzee, vanwege hun grote schaal op ruime afstand waarneembaar zijn. De opstelling van windpark Fryslân is compact bij een bolvorm en daarmee minder dominant dan een opstelling in lijnen langs de dijk. Met name de lijn langs de Afsluitdijk zal dominant vanuit een groot deel van de Waddenzee aanwezig zijn, omdat deze zich over een lange afstand begeeft (groter horizonbeslag) en een visuele barrière /begrenzing vormt over de gehele lengte van de dijk tussen de in de huidige situatie ongehinderde doorgaande openheid van IJsselmeer naar Waddenzee en vice versa.

Daarnaast is het vanaf de Waddenzee zichtbaar zijn dat aan de Friese kant van de Afsluitdijk meer windturbines achter elkaar staan (verdichting), hoewel het niet direct waarneembaar zal zijn dat het om twee windparken gaat. De indeling van de opstelling van Windpark Fryslân zal eveneens niet herkenbaar zijn achter de turbines van een windpark op de Afsluitdijk. Hierdoor zullen verschillende opstellingen van Windpark Fryslân geen ander landschappelijk effect hebben wanneer dit in samenhang met een windpark op de Afsluitdijk wordt bekeken aangezien windpark Fryslân op enige afstand van de dijk (minimaal circa 750 meter van de waterlijn van de Waddenzee) is gelegen en de turbines van een lijn op de dijk derhalve zowel in het verticale als het horizontale vlak dominant zijn.

Voor de effecten op de Waddenzee vormt de aanwezigheid van windpark Fryslân dan ook geen belemmering aangezien windturbines op de Afsluitdijk tussen windpark Fryslân en de Waddenzee zijn gelegen. Windpark Fryslân is niet meer individueel herkenbaar.

Voor dit grote schaalniveau kan worden geconcludeerd dat er bezien vanuit het IJsselmeer en de Friese IJsselmeerkust interferentie optreedt wanneer er naast Windpark Fryslân een windpark op de Afsluitdijk wordt gerealiseerd. Op dergelijke afstanden lijken de parken één te worden, waardoor de herkenbaarheid van de afzonderlijke parken minder wordt. Vanuit de Waddenzee is zoals gezegd een lijn op de afsluitdijk dominant en valt windpark Fryslân enigszins weg. Op dergelijke afstanden hebben verschillen in turbinedimensies vrijwel geen

effect op de herkenbaarheid van de opstelling. De afstand tot de windparken is echter dusdanig groot dat de hinderlijkheid van de interferentie beperkt is. De compacte lijnopstelling van windpark Fryslân heeft een kleiner horizonbeslag. Een windpark op de Afsluitdijk heeft een aanmerkelijk groter horizonbeslag. Dit laatste effect op zichzelf is dominant voor het effect op het open en weidse landschap. De interferentie op zichzelf leidt niet tot een relevant groter horizonbeslag.

Effectbeschrijving directe omgeving (1,5 > 10 km)

Vanaf het Monument op de Afsluitdijk, eigenlijk vanaf de Afsluitdijk, zijn beide opstellingen goed zichtbaar en beginnen de twee parken als afzonderlijke windparken herkenbaar te worden. Er is sprake van interferentie aangezien beide parken in elkaars nabijheid liggen, maar bij een verschil in opstellingsprincipe (lijn en bol) zijn beide parken wel afzonderlijk van elkaar herkenbaar, met name naderend naar windpark Fryslân. Door het opstellingsprincipe van Windpark Fryslân komt de opstelling los van de dijk (en daarmee van een windpark op de Afsluitdijk) te staan, waardoor het windpark een eigen entiteit in het IJsselmeer creëert en tevens als dusdanig herkenbaar is en blijft. Aangezien beleving van de windturbines op de Afsluitdijk met name vanuit beweging plaats vindt (snelweg/fietspad) is dit verschil des te sterker aangezien naar een de individuele opstelling van windpark Fryslân toe wordt bewogen. Na passage van het windpark is een lijn op de Afsluitdijk weer op zichzelf herkenbaar. Dit zorgt er dan ook voor dat een windpark op de Afsluitdijk de ruimte heeft om een windpark met een eigen identiteit te creëren. Op dit schaalniveau vergroten verschillen in turbinedimensies de herkenbaarheid van de opstellingen. Voor de variant met de lijnopstellingen langs de dijk geldt dat het de individuele waarneembaarheid van de opstellingen minder kenbaar is. Tegelijkertijd zijn beide opstellingen moeilijk verenigbaar vanwege de verschillen in onderlinge tussenafstanden en eventuele turbinedimensies. Een compacte opstelling is derhalve te prefereren voor windpark Fryslân. Specifiek voor de situatie waarin de lijnen in een hoek met de dijk zijn geplaatst waardoor duidelijk het individuele opstellingsprincipe herkenbaar blijft. De turbines van een windpark op de Afsluitdijk staan op dermate korte afstand van de weggebruiker (<100 m) dat de windturbines gepasseerd worden maar de opstelling erachter goed beleefbaar blijft, met name bij nadering/passage van windpark Fryslân. Vanuit de Waddenzee geldt evenals hiervoor beschreven dat de plaatsing van windturbines op de Afsluitdijk dominant is en bepalend. Windpark Fryslân levert geen relevante belemmering op.

Op dit kleinere schaalniveau treedt er grotere mate van interferentie op vanuit IJsselmeer terwijl dit voor de beleving vanaf de Afsluitdijk afneemt bij het naderen van het windpark. Tegelijkertijd wordt de herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen groter, met name bij de bolvormige opstellingen van Windpark Fryslân.

Aangezien windpark Fryslân geen effect heeft op de landschappelijke (maar ook cultuurhistorische) kwaliteit van de Afsluitdijk door de plaatsing op ruim een halve kilometer van de Afsluitdijk in de vorm van een geconcentreerde opstelling, aansluitend op het knooppunt Breezanddijk vormt windpark Fryslân ook vanuit dit oogpunt geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk.

Ook vanaf de Friese IJsselmeerkust zijn beide windparken goed zichtbaar, maar vanwege het standpunt minder als afzonderlijke windparken te herkennen. Aangezien de lijn op de Afsluitdijk achter Windpark Fryslân niet zichtbaar is, lijkt de lijn aan de Friese IJsselmeerkant op te gaan in

de opstelling van Windpark Fryslân. Er is om die reden sprake van grote interferentie tussen beide parken. Hoewel de oriëntatie van de opstellingen (op en parallel aan de dijk) gelijk is, leidt het in dit geval niet tot een coherent samengaan van de opstellingen, ongeacht de gekozen opstelling in het IJsselmeer, gezien de verschillen in tussenafstanden en turbinegrootte.

De interferentie tussen beide windparken is op dit schaalniveau het grootst. Hoewel de verschillen in turbinedimensies van invloed zijn op de herkenbaarheid van de opstellingen, zijn de parken moeilijk van elkaar te onderscheiden.

Locatie zelf (in en om het windpark)

Voor de locatie zelf, in en om het windpark, geldt dat vanaf de Afsluitdijk de opstellingen goed individueel herkenbaar zijn, dit geldt met name voor de combinatie van een lijn op de dijk met een afwijkende opstelling in het IJsselmeer. Voor de Waddenzee geldt dat de windturbines op de dijk visueel dominant zijn. De aanwezigheid van windpark Fryslân vormt vanuit dit oogpunt dan ook geen belemmering. Vanaf het IJsselmeer is het afhankelijk van de locatie van de waarnemer of de opstelling van het windpark herkenbaar blijft. Op sommige locaties zal dit het geval zijn, op andere is er sterke interferentie.

Resume

In het MER van Windpark Fryslân wordt geconcludeerd dat door de zeer grote afstand tot andere opstellingen in de (ruimere) omgeving, er bij realisatie van alleen Windpark Fryslân geen sprake is van interferentie met andere opstellingen door de afstand tot de Friese en Noord-Hollandse kust en de afwezigheid van windturbines in de directe omgeving van windpark Fryslân. De herkenbaarheid van de bestaande en in ontwikkeling zijnde opstellingen neemt door de komst van Windpark Fryslân noch toe, noch af. Daarnaast komt naar voren dat bestaande landschappelijke waarden slechts in beperkte mate worden aangetast.

Op basis van voorgaande kan worden geconcludeerd dat met de komst van een windpark op de Afsluitdijk, er wel interferentie optreedt tussen beide parken. Dit komt enerzijds door de karakteristieken van het gebied (weidsheid, openheid, waardoor zichtbaarheid groot is) en anderzijds door de ligging van de opstellingen ten opzichte van elkaar.

In hoeverre de interferentie als negatief wordt beoordeeld is afhankelijk van meerdere factoren, maar met name de herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen is daarbij belangrijk. Zoals hiervoor beschreven is de opstelling van de windparken, de afstand tot de parken en het standpunt van waarnemen hierop van invloed.

De bolvormige opstellingen hebben een dusdanige oriëntatie dat deze los komen van de dijk. Hierdoor krijgt het windpark een eigen identiteit en laat tegelijkertijd ruimte aan een windpark op de Afsluitdijk. Hierdoor worden beide windparken afzonderlijk herkenbaar. Bij de lijnvariant van Windpark Fryslân is dit minder het geval, aangezien er sprake is van dezelfde oriëntatie als bij de lijn langs de Afsluitdijk. Deze gelijke oriëntatie zorgt er echter niet voor dat de opstellingen verenigbaar worden.

Er zijn maar een beperkt aantal standpunten waarbij de opstellingen goed van elkaar te onderscheiden zijn. Dit is met name het geval voor standpunten dichtbij of op de Afsluitdijk, waar de lijn en de bol het best herkenbaar zijn. Dit zijn tevens de standpunten, waar de meeste

waarnemingen worden gedaan. Voor deze standpunten geldt dat de interferentie neutraal scoort. Voor de overige standpunten rondom het IJsselmeer en de Waddenzee is de herkenbaarheid van de afzonderlijke opstellingen minder waarbij wel geldt dat vanuit IJsselmeer en Waddenzee de effecten op landschappelijke waarden door de lengte van een opstelling op de dijk deze dominant is op grotere afstand en in de directe omgeving en deze effecten slechts beperkt wordt beïnvloedt door Windpark Fryslân, al is er verdichting van de opstelling.

Windpark Fryslân vormt derhalve vanuit de geldende kaders naar verwachting geen belemmering aangezien voor de weids- en openheid van Waddenzee en IJsselmeer en de lange lage Afsluitdijk, de belangrijkste landschappelijke waarden, het effect van de opstelling op de Afsluitdijk zelf dominant is ten gevolge van het opstellingsprincipe en de locatie van de opstelling ten opzichte van windpark Fryslân.

Interferentie tussen een windpark in het Friese deel van het IJsselmeer en een windpark op de Afsluitdijk is onvermijdelijk. Door de realisatie van een bolvormige opstelling wordt de herkenbaarheid van de afzonderlijke parken dusdanig dat een hinderlijke interferentie tot een minimum wordt beperkt.

1.4 Ecologie

Voor het onderdeel ecologie geldt dat diverse toetsingskaders gelden. Dit betreft de gebiedsbescherming vanuit de Natuurbeschermingswet 1998 en de soortenbescherming vanuit de Flora en Faunawet. Windpark Fryslân als bevindt zich in het IJsselmeer en een windpark op de Afsluitdijk grenst aan het IJsselmeer of bij een opstelling langs de dijk is hier net in gelegen. Het IJsselmeer is aangewezen als Natura 2000-gebied. Daarnaast bevinden beide locaties zich in de nabijheid van de Waddenzee welke tevens is aangewezen als Natura 2000-gebied. Door middel van een externe werking kunnen effecten optreden van projecten buiten een Natura 2000-gebied, bijvoorbeeld op soorten die ook gebruik maken van gebieden buiten het Natura 2000-gebied zoals voor foerageren of rusten. Het IJsselmeer is tevens aangewezen als EHS-gebied maar het nee, tenzij-principe is hierop niet van toepassing. De bescherming in het kader van Natura 2000 is leidend. Windpark Fryslân heeft door de afstand tot de kortst bij gelegen EHS-gebieden op land geen effecten op de waarden van de EHS en levert vanuit dit oogpunt dan ook geen belemmering op. Effecten op EHS worden derhalve niet nader behandeld.

Windturbine hebben in potentie verschillende effecten op ecologie. Effecten betreffen met name effecten op vogels en vleermuizen in de vorm van aanvaringsslachtoffers, verstoring en barrièrewerking. Andere effecten kunnen optreden in de vorm van habitatverlies of invloed op beschikbare voedselbronnen. De effecten van windpark Fryslân op ecologie kunnen van invloed zijn op de mogelijkheden voor een windpark langs de Afsluitdijk indien de mogelijkheden voor additionele effecten verminderen (ecologische ruimte neemt af). Om dit te kunnen beoordelen wordt hierna geschetst welke effecten windpark Fryslân heeft, inclusief de voorgenomen mitigerende maatregelen, en de ruimte die dit laat voor een windpark langs de Afsluitdijk. Daarbij wordt gekeken naar effecten die kritisch zijn. Effecten gedurende de aanlegfase zijn niet relevant aangezien uit het MER naar voren komt dat tijdens de aanleg van windpark Fryslân slechts tijdelijke effecten optreden zonder permanente gevolgen.

Effecten windpark Fryslân

Windpark Fryslân is gesitueerd in het noordelijk deel van het IJsselmeer op een afstand van minimaal 600 meter uit de Afsluitdijk nabij Breezanddijk. De opstelling betreft een compacte opstelling in de vorm een cluster. Het IJsselmeer is als natura 2000-gebied aangewezen voor watervogels en deze maken gebruik van de locatie van het windpark, met name de soorten van het open water, effecten op beschermde habitats of habitatsoorten treden niet op aangezien deze niet voorkomen in het gebied. De relevante effecten vanuit het oogpunt van Natura 2000 spitsen zich derhalve toe op watervogels.

Vogels

Watervogels gebruiken het IJsselmeer om te rusten of te foerageren. Daarbij zijn er diverse broedvogels in het IJsselmeergebied, zoals de visdief die in een aantal kolonies in en om het IJsselmeer aanwezig zijn.

Het voorkomen van vogels en het gebruik van het gebied (inclusief eventuele passage) is bepalend voor de potentiële effecten van het windpark. Op basis van veldonderzoek en gebruik van bestaande literatuur is het voorkomen en gebiedsgebruik bepaald. In het MER zijn vervolgens de effecten van de alternatieven van windpark Fryslân bepaald. Het werkeiland (nabij Kornwerderzand of de Friese IJsselmeerkust) mitigeert de verstoring. De effecten van Windpark Fryslân beperkten zich tot additionele sterfte onder topper, dwergmeeuw, visdief en zwarte stern. In combinatie met een stilstandvoorziening voor visdief en zwarte stern kunnen, ook in cumulatie met andere plannen en projecten significant negatieve effecten op Natura 2000-instandhoudingsdoelingen worden uitgesloten.

Een windpark op de Afsluitdijk heeft op zichzelf effecten op vogelsoorten. Bij de ontwikkeling dient rekening te worden gehouden met de effecten in cumulatie met andere plannen en projecten, zoals windpark Fryslân. Cumulatie is alleen relevant voor de soorten waarop een negatief effect resteert ten gevolge van windpark Fryslân in de vorm van additionele sterfte onder topper, dwergmeeuw, visdief en zwarte stern. Voor de eerste drie geldt dat de actuele staat van instandhouding boven het instandhoudingsdoel is gelegen; ook indien rekening wordt gehouden met windpark Fryslân. Voor de zwarte stern geldt dat voor deze soort een verbeterdoelstelling geldt en dat deze onder het instandhoudingsdoel is gelegen. Voor een windpark op de Afsluitdijk geldt derhalve evenals voor windpark Fryslân dat effecten verwaarloosbaar dienen te zijn op zichzelf, ongeacht eventuele cumulatie, om significant negatieve effecten te kunnen uitsluiten. Mitigerende maatregelen zijn mogelijk om effecten te beperken.

Windpark Fryslân vormt op grond van voorgaande geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk aangezien de

Vleermuizen

Voor vleermuizen geldt dat het voorkomen van vleermuizen ook door middel van veldonderzoek en literatuuronderzoek is bepaald. Hieruit komt naar voren dat er gestuwde trek boven de Afsluitdijk plaatsvindt van ruige dwergvleermuizen en dat het aantal dieren dat verderop het IJsselmeer wordt aangetroffen afneemt met een grotere afstand tot de Afsluitdijk. De effecten van windpark Fryslân beperken zich tot additionele sterfte onder de ruige dwergvleermuis. De effecten zijn dermate beperkt, minder dan 1% van de natuurlijke mortaliteit, dat windpark

Fryslân geen effect heeft op de gunstige staat van instandhouding. Er is derhalve geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk ten gevolge van windpark Fryslân.

1.5 Infrastructuur

Hieronder wordt kort beschouwd of de aanwezigheid van Windpark Fryslân van invloed is op de mogelijkheden voor de aanleg van een windpark op de Afsluitdijk. Er wordt kort ingegaan op de verschillende onderdelen van het windpark. Na realisatie zal Windpark Fryslân bestaan uit:

- Een windpark in het IJsselmeer (turbines)
- Een natuurvoorziening in het IJsselmeer
- Een transformatorstation op Breezanddijk
- Een kabel door de Afsluitdijk

Windpark

De locatie van het windpark is op voldoende afstand van de dijk gelegen (meer dan 600 meter) om niet van invloed te zijn op de bouw van de turbines van een windpark op of langs de Afsluitdijk, ongeacht of de bouw via de dijk of via het water zal plaatsvinden. Beide parken zullen een parkeffect op elkaar hebben wat tot een lagere energieproductie leidt. Gezien de oriëntatie van een windpark op de afsluitdijk, de compacte opstelling van windpark Fryslân en de overheersende windrichting zal dit de haalbaarheid van een windpark op de Afsluitdijk niet belemmeren naar verwachting, mede gezien de uitstekende windcondities op de locatie.

Werkeiland

Voor de locatie van het werkeiland zijn diverse opties mogelijk. Enerzijds bestaat de mogelijkheid om de natuurvoorziening te integreren met de 'Vismigratierivier' bij Kornwerderzand. Anderzijds wordt een combinatie met een bestaand initiatief, de Makkumer Lagune voorzien. De locatie van het werkeiland bij de vismigratierivier is in de nabijheid van potentiële windturbines op de dijk gelegen. Turbines nabij deze locatie bevinden zich overigens binnen de grenzen van het beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand en/of de beschermde schootvelden van de kazematten en zijn dan ook niet realistisch. De aantrekkelijke werking voor vogelsoorten leidt dan ook niet tot andere effecten voor een windpark op de Afsluitdijk en de belemmering voor de bouw vanaf het water van windturbines op de afsluitdijk in de vorm van bereikbaarheid is niet aan de orde.

Transformatorstation

Het transformatorstation van Windpark Fryslân wordt gerealiseerd op de oosthoek van Breezanddijk. De afmetingen van het transformatorstation op Breezanddijk zijn beperkt en laten voldoende ruimte voor de bouw van een transformatorstation voor een windpark op de Afsluitdijk. Integratie in het station van Windpark Fryslân is waarschijnlijk tevens mogelijk via beperkte aanpassingen. Op Breezanddijk bevinden zich verder andere locaties die tevens geschikt zijn voor de realisatie van een transformatorstation, afhankelijk van de schaal en inrichting (open of gesloten).

Kabel

Voor windpark Fryslân geldt dat er een kabel in de Afsluitdijk wordt gerealiseerd ten behoeve van de aansluiting op het landelijk net. In de Afsluitdijk is de fysieke ruimte voor het plaatsen

van een of meerdere kabels beperkt en dient rekening te worden gehouden met voldoende onderlinge afstand. Dit heeft te maken met de opbouw van de dijk en de reeds aanwezige infrastructuur op de dijk. Feitelijk is de enige locatie voor het plaatsen van een kabel onder het fietspad aan de IJsselmeerzijde van de dijk, het eventueel nieuw aan te leggen fietspad aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk of in de middemberm van de snelweg. De strook tussen snelweg en IJsselmeertalud is waarschijnlijk kostbaar vanwege de bekleding en onwenselijk vanuit de kerende functie van het talud.

Windpark Fryslân gaat uit van maximaal twee kabels met een tussenafstand van circa 1-1,5 meter onder het fietspad aan de IJsselmeerzijde van de dijk/tussen fietspad en snelweg. Gezien de breedte van het fietspad (circa 4 meter) en de afwezigheid van kabels en leidingen onder het fietspad blijft voldoende ruimte over voor een ontsluitingskabel voor een windpark op de Afsluitdijk. Aanleg in het IJsselmeer is tevens een optie voor de kabels van een windpark op de Afsluitdijk. Voor de parkbekabeling ligt dit voor de hand om het aantal snelwegkruisingen te beperken (en daarmee de kosten).

Conclusie

Windpark Fryslân vormt geen belemmering voor de fysieke realisatie van (de onderdelen van) een windpark op de Afsluitdijk.

1.6 Geluid en slagschaduw

Hinder

De enige woning in de nabijheid van windpark Fryslân betreft de woonboot op Breezanddijk. Windpark Fryslân leidt niet tot een overschrijding van de slagschaduwnorm op deze woning. Voor geluid geldt dat de geluidsnorm niet wordt overschreden, maar afhankelijk van het alternatief is hiervoor een geluid gereduceerde instelling op één of enkele windturbines vereist.

De aanwezigheid van windpark Fryslân vormt geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk uitgaande van een cumulatieve geluids- en slagschaduwbelasting aangezien in de opstelling bij een windpark op de Afsluitdijk rekening kan worden gehouden met deze woning door voldoende afstand aan te houden; hetgeen ook reeds voor het windpark op zichzelf is vereist. Dit gaat om enkele honderden meters maximaal. Als alternatief of in combinatie hiermee kunnen geluid gereduceerde instellingen worden toegepast voor de nabijgelegen windturbines (twee, bij een lijnopstelling) en een stilstandvoorziening op dezelfde windturbines vanuit het oogpunt van slagschaduw.

De belasting ten gevolge van geluid en slagschaduw is niet vereist in cumulatie te beoordelen. Indien dit niet het geval is, is er geen enkele relatie met windpark Fryslân.

Stiltegebied

De Waddenzee is aangewezen als stiltegebied, met uitzondering van de aanvliegroute naar de Vlierhors. Dit geldt ook voor delen van de Friese IJsselmeerkust. Uit het MER komt naar voren dat de geluidsbelasting ten gevolge van windpark Fryslân op de Waddenzee verwaarloosbaar klein is, uitgaande van een 40 dB(A) streefwaarde. Relevante niveau's bij de gebieden voor de Friese kust treden niet op. Een windpark op de Afsluitdijk zal te allen tijde dominant zijn aangezien deze grenst aan de Waddenzee en tussen de Waddenzee en Windpark Fryslân is

gelegen. Windpark Fryslân vormt op grond hiervan dan ook geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk.

1.7 Veiligheid en radar

Veiligheid

Voor het aspect veiligheid is de positie van windturbines ten opzichte van risicogronnen (zoals het LPG tankstation op Breezanddijk), waterkeringen, snelwegen en andere infrastructuur relevant. Daarnaast is in het IJsselmeer het effect op de nautische veiligheid relevant. Voor windturbines op de Afsluitdijk is de laatste niet relevant vanwege de positie op de dijk.

Windpark Fryslân is op ruime afstand van waterkeringen, snelwegen en andere infrastructuur gelegen en heeft dan ook geen effecten op de veiligheid voor deze objecten/infrastructuur. Eventuele effecten van een windpark op de Afsluitdijk cumuleren derhalve niet met windpark Fryslân en er is geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk door de aanwezigheid van windpark Fryslân.

De onderdelen van windpark Fryslân die op of in de Afsluitdijk zijn gelegen leiden alleen in de aanlegfase tot potentiële, aanvaardbare, effecten op de Afsluitdijk als waterkering en dit vormt in de gebruiksfase van windpark Fryslân geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk.

Radar

Windpark Fryslân leidt tot verstoring van de militaire radarpost in Leeuwarden. Deze verstoring is groter dan toegestaan. Het Rijk realiseert een nieuwe radar op De Kooy bij Den Helder als mitigatie van deze effecten en om nieuwe windturbines/-parken mogelijk te maken. Windpark Fryslân vormt naar verwachting dan ook geen belemmering voor een windpark op de Afsluitdijk.

1.8 Conclusie

Op grond van de Structuurvisie Wind op Land en in 2015 op grond van het kabinetsbesluit over windpark Fryslân, is de besluitvorming in voorbereiding voor windpark Fryslân met als doel deze voor 2020 te realiseren. De ontwikkeling van een windpark op de Afsluitdijk wordt in het licht van de doelstellingen voor windenergie na 2020 gezien als, uitgaande van een positieve besluitvorming, windpark Fryslân reeds is gerealiseerd.

In deze notitie is beschreven voor welke onderwerpen interferentie kan optreden in een scenario waarbij zowel Windpark Fryslân als een windpark op de Afsluitdijk gerealiseerd worden. Doel van de notitie is te bepalen of de aanwezigheid van Windpark Fryslân een belemmering vormt voor een windpark op de Afsluitdijk.

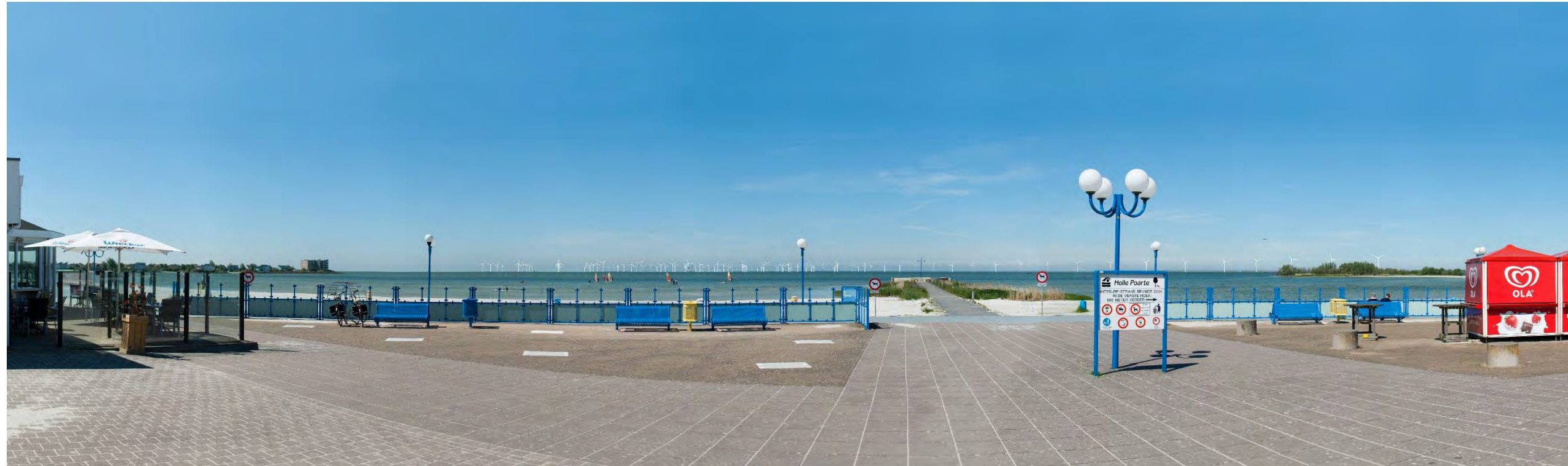
Op basis van bovenstaande kan worden geconcludeerd dat er interferentie cumulatief optreedt tussen windpark Fryslân en een windpark op de Afsluitdijk en cumulatief van effecten. Gezien de ligging van de windparken (één op de Afsluitdijk en de ander in het Friese deel van het IJsselmeer) is dat ook vanzelfsprekend. Windpark Fryslân vormt echter geen belemmering voor de ontwikkeling van een windpark op de Afsluitdijk blijkt uit deze notitie.

Windpark Fryslân laat voldoende fysieke ruimte voor de realisatie van een windpark op de Afsluitdijk, inclusief infrastructuur. Daarnaast is in cumulatie niet te verwachten dat ontwikkeling van een windpark op de Afsluitdijk niet mogelijk is.

Bijlage 1 visualisaties



Opstelling 1



Holle Poarte

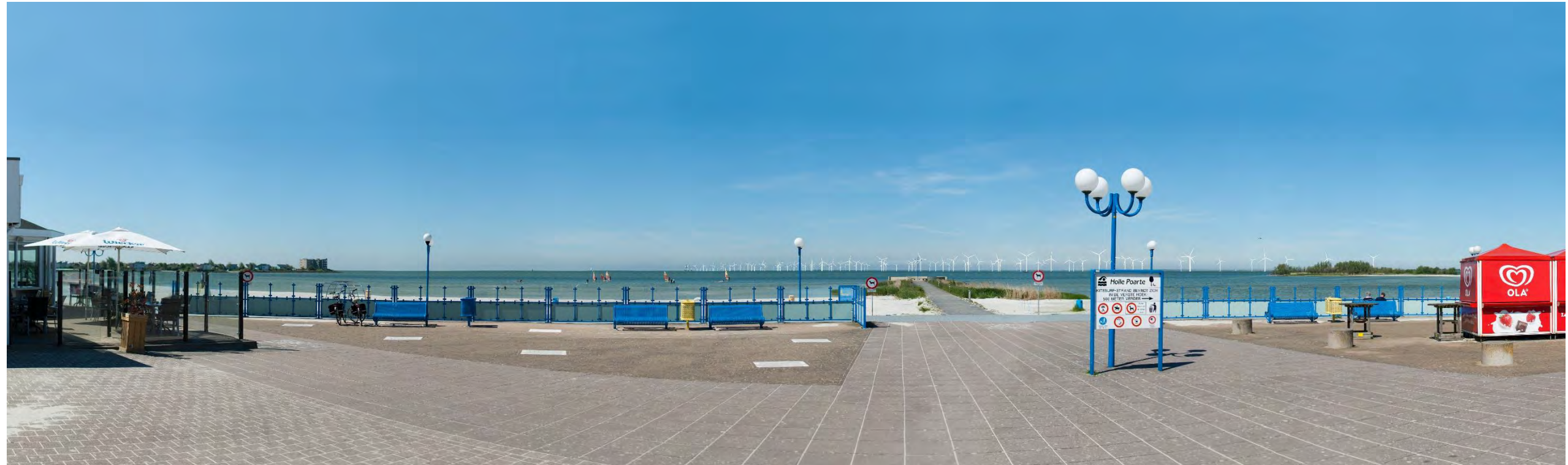


Monument



Waddenzee

Opstelling 2



Holle Poarte

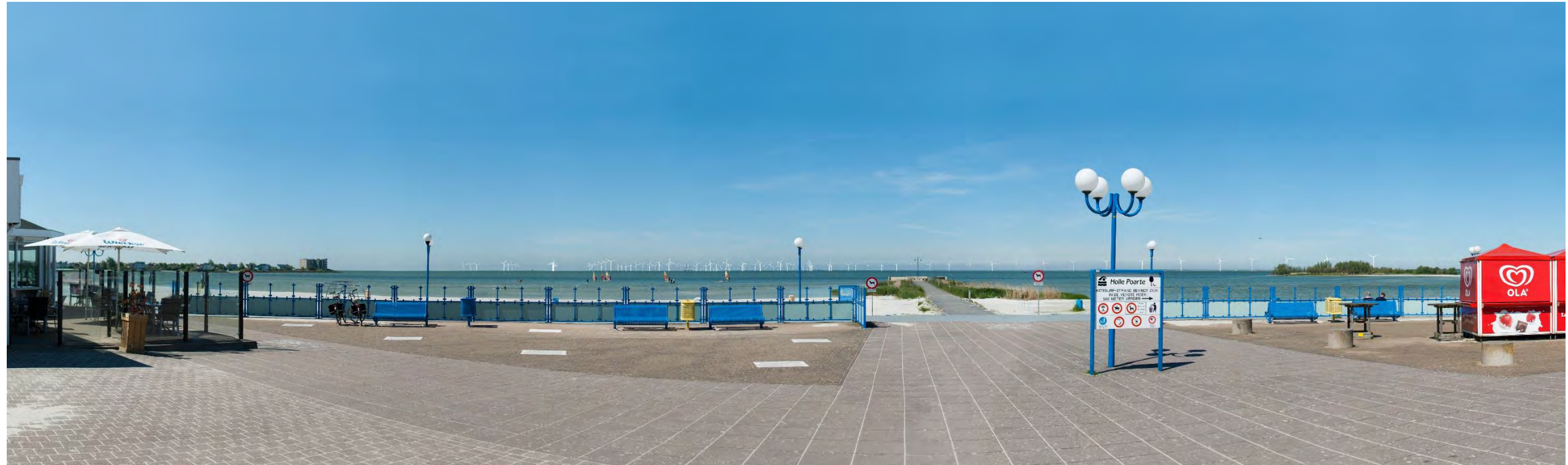


Monument



Waddenzee

Opstelling 3



Holle Poarte



Monument



Waddenzee