Witteveen + Bos

Windplan Blauw

Deelrapport Veiligheid

SwifterwinT BV en Nuon Wind Development

4 december 2017

Project	Windplan Blauw
Opdrachtgever	SwifterwinT BV en Nuon Wind Development

Document	Deelrapport Veiligheid
Status	Eindconcept
Datum	4 december 2017
Referentie	UT615-46/17-018.348

Projectcode	UT615-46
Projectleider	K.A. Haans MSc
Projectdirecteur	drs. D.J.F. Bel

Auteur(s)	ir. J. de Boer (Energy Watch), J.A. Zoete MSc
Gecontroleerd door	K.A. Haans MSc, drs. D.J.F. Bel
Goedgekeurd door	K.A. Haans MSc
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos
Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 1

1.1 Begripsbepaling 1

1.1.1 Gebruikte terminologie 1

1.2 Beschrijving projectgebied, alternatieven en varianten 2

1.2.1 Projectgebied 2
1.2.2 MER in twee fases 3
1.2.3 Alternatieven fase 1 3
1.2.4 Varianten fase 2 5
1.2.5 Bestaande turbines en dubbeldraaiperiode 8

1.3 Leeswijzer 9

2 WETTELIJK- EN BELEIDSKADER 10

3 REFERENTIESITUATIE 12

3.1 Huidige situatie 12

3.1.1 Externe veiligheid 12
3.1.2 Waterkeringveiligheid 16
3.1.3 Nautische veiligheid 18
3.1.4 Luchtvaartveiligheid 24
3.1.5 Communicatieverkeer 26
3.1.6 Defensieradar 28

3.2 Autonome ontwikkelingen 29

4 BEOORDELINGSKADER EN METHODIEK 30

4.1 Relevante ingreep-effectrelaties 30

4.1.1 Externe veiligheid 30
4.1.2 Waterkeringveiligheid 31
4.1.3 Nautische veiligheid 31
4.1.4 Luchtvaartveiligheid 32
4.1.5 Communicatieverkeer 32
4.1.6 Defensieradar 32
4.1.7 Belangrijkste effecten 32

4.2 Beoordelingskader en -criteria 33

4.3 Beoordelingsmethodiek 34

4.3.1 Externe veiligheid 34

4.3.2 Waterkeringveiligheid 36
4.3.3 Nautische veiligheid 38
4.3.4 Luchtvaartveiligheid 39
4.3.5 Communicatieverkeer 39
4.3.6 Defensieradar 40

4.4 Projectgebied en studiegebied 41

4.5 Rekenmethodiek en toegepast model 41

5 EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING ALTERNATIEVEN FASE 1 42

5.1 Effecten en effectbeoordeling 42

5.1.1 Overzicht 42
5.1.2 Externe veiligheid 46
5.1.3 Waterkeringveiligheid 60
5.1.4 Nautische veiligheid (scheepvaartveiligheid) 62
5.1.5 luchtvaartveiligheid 64
5.1.6 Invloed op defensieradar 65

5.2 Voorzet voor optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen 66

5.2.1 Externe veiligheid 66
5.2.2 Waterkeringveiligheid 66
5.2.3 Nautische veiligheid 66
5.2.4 Luchtvaartveiligheid 67
5.2.5 Defensieradar 67

6 RESULTERENDE EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING BASISALTERNATIEF EN VARIANTEN 68

6.1 Externe veiligheid 68

6.1.1 Beoordelingsmethodiek 68
6.1.2 Effectbeoordeling externe veiligheid 73

6.2 Waterkeringveiligheid 76

6.2.1 Effectenbeoordeling conform beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 1 76
6.2.2 Beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 2 76
6.2.3 Ingreep-effectrelaties aspect A. Gebruiksfase turbines 78
6.2.4 Ingreep-effectrelaties aspect B. Aanleg- en sloopfase turbines 81
6.2.5 Ingreep-effectrelaties aspect C. Aanleg van kabels 83
6.2.6 Effectenbeoordeling conform beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 2 85

6.3 Nautische veiligheid 94

6.3.1 Introductie in Nautische veiligheid 94
6.3.2 Verminderde zichtbaarheid 98
6.3.3 Zichtbaarheid op scheepsradar 98
6.3.4 Een complexe situatie 102
6.3.5 Een nauwe doorgang 103
6.3.6 Bow-tie diagram 103
6.3.7 Aanvaring tegen windturbine 104
6.3.8 Aandrijving tegen windturbine 105

6.3.9 Schip-schip aanvaring 105
6.3.10 Beoordelingskader fase 2: Nautische veiligheid 106
6.3.11 Effectbeoordeling per variant 109

6.4 Luchtvaartveiligheid 115

6.4.1 Beoordelingsmethodiek 115
6.4.2 Effectbeoordeling per variant 117

6.5 Communicatieverkeer 127

6.5.1 Beoordelingsmethodiek 127
6.5.2 Mobiele telefonie 128
6.5.3 Luchtvaartcommunicatie 135
6.5.4 Scheepvaartcommunicatie en -navigatie 135

6.6 Defensieradar 135

6.6.1 Beoordelingsmethodiek 135
6.6.2 Effecten op defensieradar: verkeersleidingradar 139
6.6.3 Effecten op defensieradar: Gevechtsleidingradar 141

6.7 Samenvatting en conclusies effectbeoordeling fase 2 142

6.7.1 Externe veiligheid 142
6.7.2 Waterkeringveiligheid 143
6.7.3 Nautische veiligheid 144
6.7.4 Luchtvaartveiligheid 145
6.7.5 Communicatieverkeer 145
6.7.6 Defensieradar 145

6.8 Mogelijke optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen 146

6.8.1 Externe veiligheid 146
6.8.2 Nautische veiligheid 146
6.8.3 Luchtvaartveiligheid 150
6.8.4 Communicatieverkeer 150
6.8.5 Defensieradar 151

7 LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE EN VOORSTEL VOOR MONITORING 152

7.1 Leemten in kennis en informatie 152

7.1.1 Externe veiligheid 152
7.1.2 Scheepvaartveiligheid 152
7.1.3 Luchtvaartveiligheid 152
7.1.4 Communicatieverkeer 152

7.2 Mogelijke monitoringsvoorstellen 153

8 REFERENTIES 154

Laatste pagina 154

Bijlage(n)		Aantal pagina's
I	Verlichtingsplan	22
II	Bureauonderzoek externe veiligheid	34
III	Kwantitatief onderzoek scheepvaartveiligheid	44

1

INLEIDING

Het plaatsen van windturbines kan effecten hebben de veiligheidssituatie in de omgeving. In de begripsbepaling is opgenomen welke aspecten voor dit thema zijn meegenomen in de effectbeoordeling.

1.1 Begripsbepaling

Effecten voor dit thema zijn in beeld gebracht aan de hand van de volgende aspecten:

A. externe veiligheid;
B. waterkeringveiligheid;
C. nautische veiligheid;
D. luchtvaartveiligheid;
E. communicatieverkeer;
F. defensieradar.

1.1.1 Gebruikte terminologie

In deze paragraaf worden de aspecten externe veiligheid en communicatieverkeer nader toegelicht. De andere aspecten die in dit deelrapport worden beoordeeld behoeven geen nadere toelichting op gebruikte termen of worden in de beoordelingsmethodiek of effectbeoordeling nader toegelicht.

A. Externe veiligheid

De discipline externe veiligheid houdt zich bezig met het beheersen van risico's voor mensen die zich in de nabijheid van risicobronnen (zoals windturbines) bevinden.

Externe veiligheid maakt onderscheid tussen risicobronnen en risico-ontvangers. De risicobronnen zijn veroorzakers van een risico en zijn in twee groepen te verdelen:

- transportassen, zoals buisleidingen, wegen en spoorwegen waar vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Hierop kan een windturbine indirect effect hebben;
- inrichtingen waarin productie, gebruik, verstrekking en/of opslag van gevaarlijke stoffen plaatsvindt.

Het Nederlandse externe veiligheidsbeleid is gericht op de bescherming van individuen die zich bevinden in beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten.[1] Deze twee soorten kwetsbare objecten worden ook wel de risico-ontvangers genoemd. Onder kwetsbare objecten vallen bijvoorbeeld woningen, scholen en grote kantoorpanden. Onder beperkt kwetsbare objecten vallen winkels, restaurants, sporthallen, maar ook bedrijfswoningen. In het kader van het vaststellen van nieuwe ruimtelijke plannen, zoals een PIP, moet worden getoetst of het realiseren van het plan een onacceptabel externe veiligheidsrisico oplevert. Bij de toetsing wordt gekeken naar twee soorten risico's, plaatsgebonden risico en groepsrisico.

[1] Een onderscheid tussen beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten is gegeven in artikel 1 van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi, staatssecretaris van VROM, 2004: laatst gewijzigd op 26-09-2012 zie staatsblad Jaargang 2012 Nr. 424).

Plaatsgebonden risico en andere onderzochte risico's

- het **plaatsgebonden risico (PR)** is de kans per jaar dat een persoon dodelijk wordt getroffen door een ongeval, indien hij zich permanent en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Hoe dichter bij de bron, hoe groter het plaatsgebonden risico. Het plaatsgebonden risico wordt doorgaans weergegeven met behulp van een PR 10^{-6} risicocontour voor kwetsbare objecten en met een PR 10^{-5} risicocontour voor beperkt kwetsbare objecten. De PR 10^{-6} risicocontour en de PR 10^{-5} risicocontour zijn gebieden waar de kans gelijk is of groter is dan respectievelijk één op 1.000.000 (PR 10^{-6}) en één op 100.000 (PR 10^{-5});
- het individuele passantenrisico (IPR) is de overlijdenskans per passant per jaar. Bij de ontwikkeling van een windpark moet het maximale Individueel Passanten Risico IPR beschouwd en afgewogen worden. Aan de hand van een risicoanalyse wordt beoordeeld welk risico de geplande windturbines vormen voor personen die de windturbine passeren. Door middel van een kwantitatieve analyse wordt voor het individuele passantenrisico en trefkans voor wegen berekend ten gevolge van het plaatsen van de windturbines;
- het maatschappelijk risico (MR) is de kans dat een windturbine 'kleine-kans-groot-gevolg'-ongevallen met slachtofferaantallen groter dan 10 personen per ongeval veroorzaakt.

E. Communicatieverkeer

In dit rapport zijn de straalpaden voor het projectgebied van WP Blauw onderzocht. Een straalverbinding is een communicatieverbinding die gebruik maakt van radiogolven tussen twee vaste punten: een zend- en ontvangstantenne. In het geval van een windpark kunnen turbines interfereren met het signaal als ze in directe lijn liggen met het straalpad. Er zijn verschillende antennes in het studiegebied van WP Blauw. Afhankelijk aan de posities van de turbines in elke variant van het project (basisalternatief IR en varianten IA en IB) kan er een interferentie in de signalen optreden. Voor het MER is daarom in dit rapport onderzoek gedaan naar straalpaden voor WP Blauw (met behulp van de criteria van Agentschap Telecom).

1.2 Beschrijving projectgebied, alternatieven en varianten

1.2.1 Projectgebied

Het projectgebied Windplan Blauw ligt in het gebied rondom Swifterbant in Flevoland. Het grenst in het zuidoosten aan Dronten en in het zuid westen aan Lelystad. Het projectgebied is ingedeeld in drie deelgebieden, deze gebieden zijn ook weergegeven in afbeelding 1.1:

- IJsselmeer;
- oost;
- west.

De effectbeoordeling geldt voor het projectgebied als geheel. In de effectbeschrijving kunnen binnen verschillende deelgebieden echter specifieke effecten onderscheidend zijn. De deelgebieden worden daarom gebruikt voor het beschrijven van effecten per deelgebied.

Afbeelding 1.1 Deelgebieden Windplan Blauw

1.2.2 MER in twee fases

In dit MER voor Windplan Blauw is in twee fasen gewerkt. Er is een duidelijk onderscheid gemaakt tussen deze fasen (zie ook paragraaf 1.5 van het hoofdrapport):

- fase 1: zinvolle effectbepaling door onderscheidende en mogelijk significant negatieve milieueffecten van vier alternatieven inzichtelijk te maken. Fase 1 kenmerkt zich als plan-m.e.r. ten behoeven van het inpassingsplan. Zoals te zien in paragraaf 1.2.3 verschillen de alternatieven ten aanzien van turbinetype en plaatsingszones. De effectbepaling van onderscheidende en mogelijk significante milieueffecten is input voor de afweging en keuze van een voorkeursalternatief in fase 2 op basis van milieu, kosten, techniek en omgeving;
- fase 2: onderbouwing en nadere uitwerking van een basisalternatief en twee varianten daarop. Op basis van de onderzoeksuitkomsten van deze varianten wordt een voorkeursalternatief (VKA) gekozen. Hieruit zijn de type windturbines geselecteerd. De onderbouwing van het VKA wordt beschreven in hoofdstuk 6 van het hoofdrapport. Daarnaast wordt de onderbouwing van de E keuze opgenomen in het inpassingsplan en vergunningaanvragen met alle relevante milieueffecten. Fase 2 richt zich op uitvoeringsbesluiten en dient als projectMER.

In hoofdstuk 5 van dit deelrapport is de effectbeoordeling van fase 1 beschreven. In hoofdstuk 6 is de effectbeoordeling van fase 2 beschreven.

1.2.3 Alternatieven fase 1

Ten behoeve van de VKA keuze zijn in dit MER vier alternatieven onderzocht:

- alternatief 1 (**RR**): **R**eguliere windturbines in plaatsingszones **R**egioplan;
- alternatief 2 (**IR**): **I**nnovatieve windturbines in plaatsingszones **R**egioplan;
- alternatief 3 (**RA**): **R**eguliere windturbines in plaatsingszones Regioplan en **A**lternatieve zones;
- alternatief 4 (**IA**): **I**nnovatieve windturbines in plaatsingszones Regioplan en **A**lternatieve zones.

Een uitgebreide beschrijving van de alternatieven van fase 1 is opgenomen in het hoofdrapport. Navolgend zijn de verschillen samengevat. De keuze en afweging voor het gekozen alternatief is beschreven in het hoofdrapport.

Reguliere en innovatieve windturbines

De maatvoering van de turbines is afhankelijk van de alternatieven. Er zijn in dit MER twee types voor de hoogte onderzocht:

- het reguliere type;
- het innovatieve type.

In tabel 1.1 zijn de bandbreedtes opgenomen van de dimensies waar de te realiseren windturbine aan moet voldoen.

Tabel 1.1 Toelichting bandbreedtes reguliere en innovatieve windturbines

Type windturbine	Ashoogte	Rotordiameter
regulier	90 - 120 m	100 - 120 m
innovatief	120 - 166 m	120 - 164 m

Regioplanzones en alternatieve plaatsingszones

De plaatsingszones waar turbines geplaatst kunnen worden zijn ook afhankelijk van de alternatieven. In dit MER zijn twee mogelijkheden voor plaatsingzones onderzocht:

1 regioplanzones;
2 alternatieve plaatsingzones.

Regioplanzones

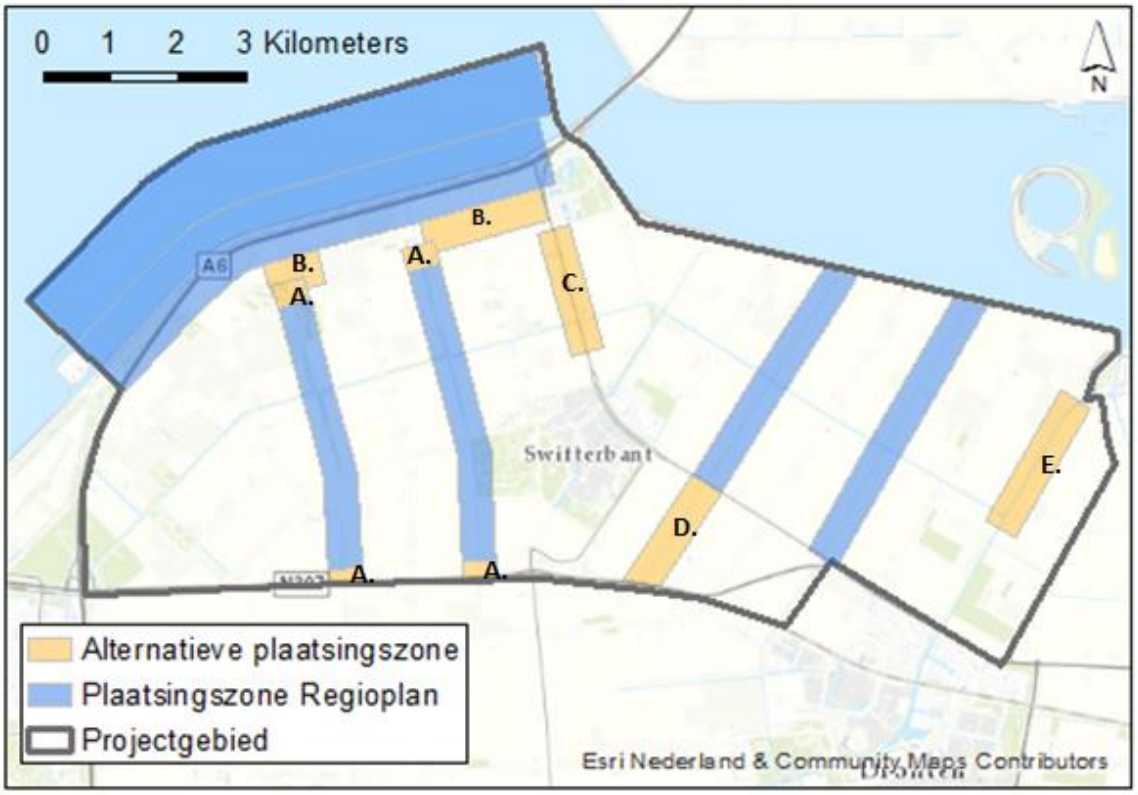
In het Regioplan (2016) zijn vijf plaatsingszones aangewezen. De zone die deels in het IJsselmeer ligt en deels op land, is 2000 m breed. De vier zones op land zijn 500 m breed en kunnen elk een lijnopstelling bevatten. Ze liggen rond de Klokbekertocht, de Rivierduintocht, de Rendiertocht en de Elandtocht. Deze zones zijn zo breed genomen om te voorkomen dat grondprijzen of posities leiden tot prijsstijgingen (zie afbeelding 1.1).

Alternatieve plaatsingszones

De alternatieve plaatsingszones zullen alleen ingevuld worden als dit om economische redenen nodig is doordat (milieu)effecten ertoe leiden dat binnen de Regioplanplaatsingszones onvoldoende plaatsingsruimte en/of ashoogte beschikbaar is voor de economische haalbaarheid van het project. De beoordeling gebruikt letters als afkorting van de volgende alternatieve plaatsingszones (zie afbeelding 1.1 voor de namen van de zones, en afbeelding 1.2 voor de afkortingsletter):

A. plaatsingzones Regioplan en uitbreiding Klokbeker- en Rivierduintocht;
B. plaatsingzones Regioplan en IJsselmeer parallel binnendijks;
C. plaatsingzones Regioplan en Kamperhoekweg;
D. plaatsingzones Regioplan en uitbreiding Elandtocht;
E. plaatsingzones Regioplan en Lage Vaart.

Afbeelding 1.2 Regioplanzones en alternatieve plaatsingszones



1.2.4 Varianten fase 2

In een integrale afweging van de aspecten omgeving, milieu (MER fase 1), techniek en economisch perspectief is gekozen voor een innovatief turbinetype. Het innovatieve turbinetype is in fase 2 nader onderzocht in drie opstellingen. Met dit turbinetype is allereerst een opstelling uitgewerkt binnen de Regioplanzones, dit heet het basisalternatief IR. Het economisch perspectief en de technische haalbaarheid van het basisalternatief IR zijn niet optimaal. Daarom worden daarnaast ook twee varianten op het basisalternatief onderzocht. Om te verwijzen naar deze opstellingen gebruiken we de volgende termen:

- basisalternatief **IR** (= **I**nnovatieve turbines binnen de **R**egioplanzones);
- variant **IA** (= **I**nnovatieve turbines binnen de regioplanzones en **A**lternatieve plaatsingszones);
- variant **IB** (= **I**nnovatieve turbines binnen de regioplanzones met een **B**olstapeling op het IJsselmeer).

De verschillende opstellingen worden hieronder beschreven. Zie het hoofdrapport voor meer informatie over de keuze van varianten in fase 2.

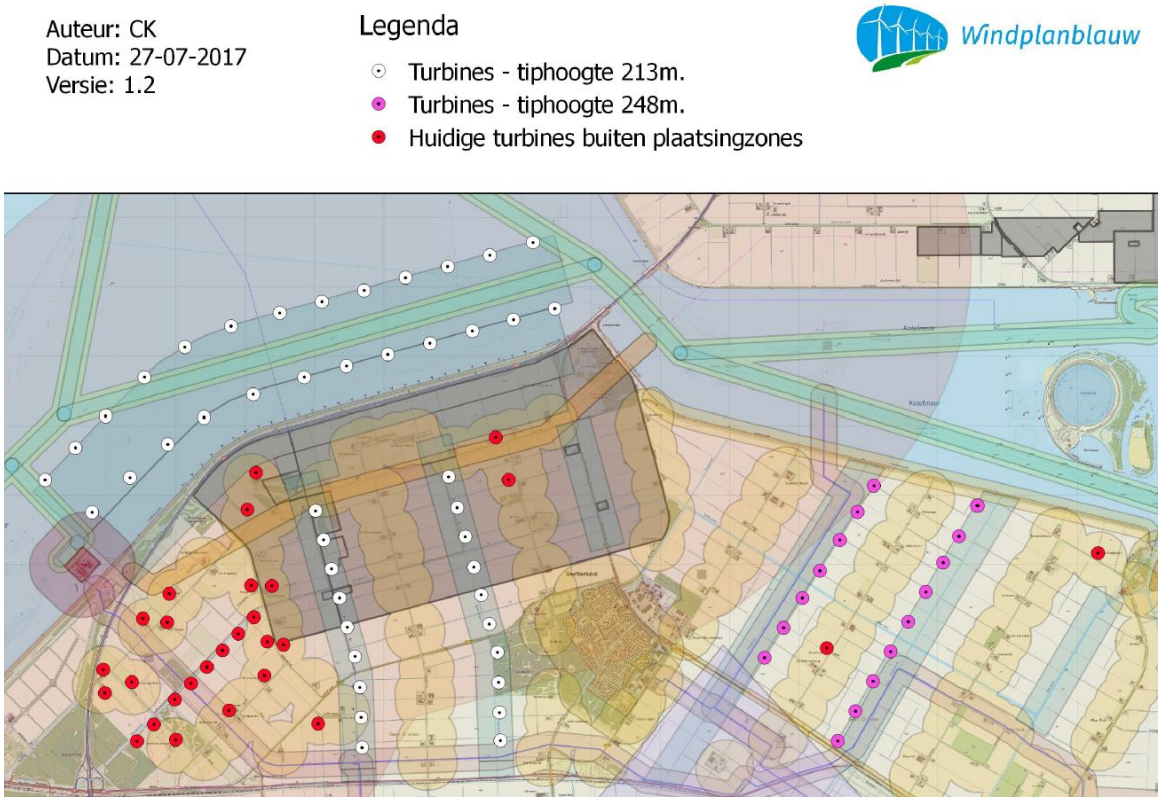
Basisalternatief IR

De turbineposities van het basisalternatief IR zijn weergegeven in afbeelding 1.3 In dit basisalternatief IR worden twee rijen windturbines ontwikkeld in het IJsselmeer en alternatieve plaatsingszones worden niet benut. In totaal worden in het basisalternatief IR 60 turbines ontwikkeld. In tabel 1.2 is weergegeven hoe deze over de deelgebieden en plaatsingszones verdeeld zijn.

Tabel 1.2 Aantal turbines in deelgebieden en plaatsingszones (basisalternatief IR)

Deelgebied	Plaatsingszone	Aantal turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	13
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	12
West	Klokbekertocht	9
	Rivierduintocht	10
Oost	Elandtocht	7
	Rendiertocht	9
totaal		60

Afbeelding 1.3 Turbineposities basisalternatief IR



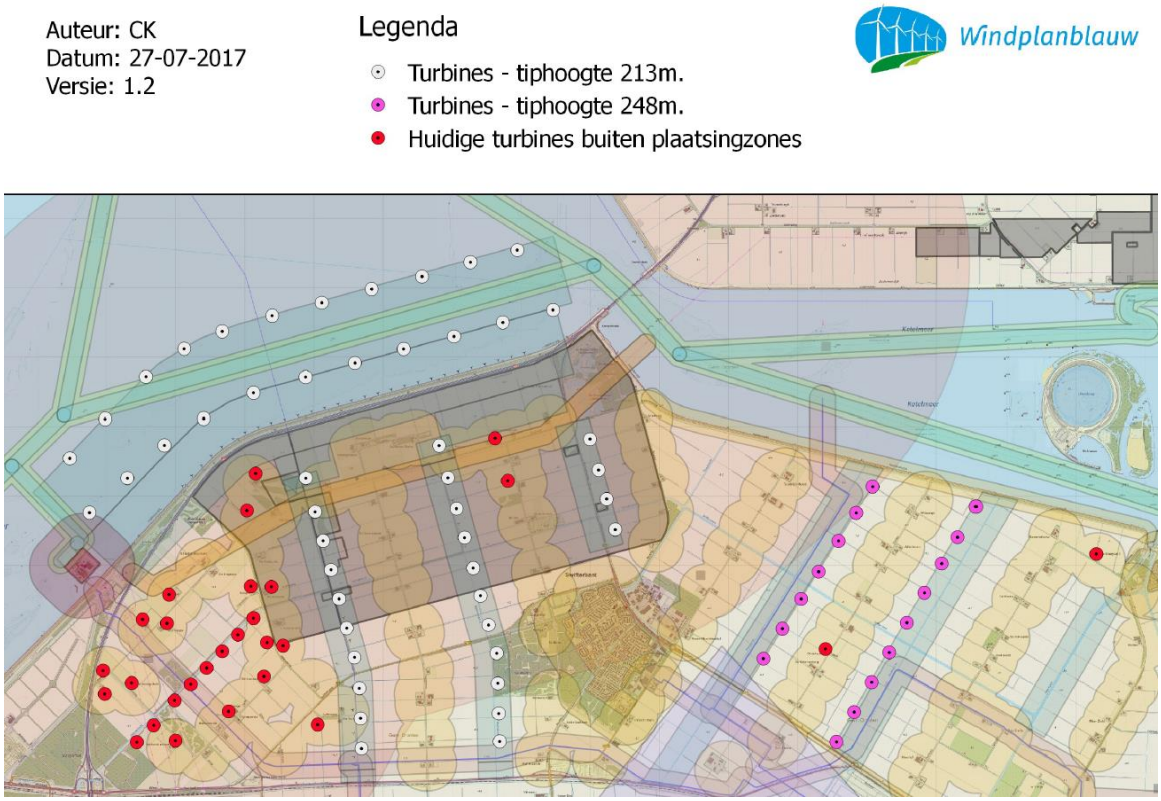
Variant IA: alternatieve plaatsingszones

In variant IA worden drie turbines minder gerealiseerd in het IJsselmeer (22 in plaats van 25). Naast de zones uit het basisalternatief IR worden zes extra turbines geplaatst in de alternatieve plaatsingszones 'uitbreiding Klokbekertocht en Rivierduintocht' en in de Kamperhoekweg. De turbineposities zijn weergegeven in afbeelding 1.4 en in tabel 1.3 is een overzicht gegeven van het aantal turbines per deelgebied en plaatsingszone. In totaal worden in deze variant 63 windturbines ontwikkeld.

Tabel 1.3 Aantal turbines in deelgebieden en plaatsingszones (variant IA)

Deelgebied	Plaatsingszone	Aantal turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	11
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	11
West	Klokbekertocht	9
	Rivierduintocht	10
	uitbreiding Klokbekertocht en Rivierduintocht	2
	Kamperhoekweg	4
Oost	Elandtocht	7
	Rendiertocht	9
totaal		63

Afbeelding 1.4 Turbineposities variant IA



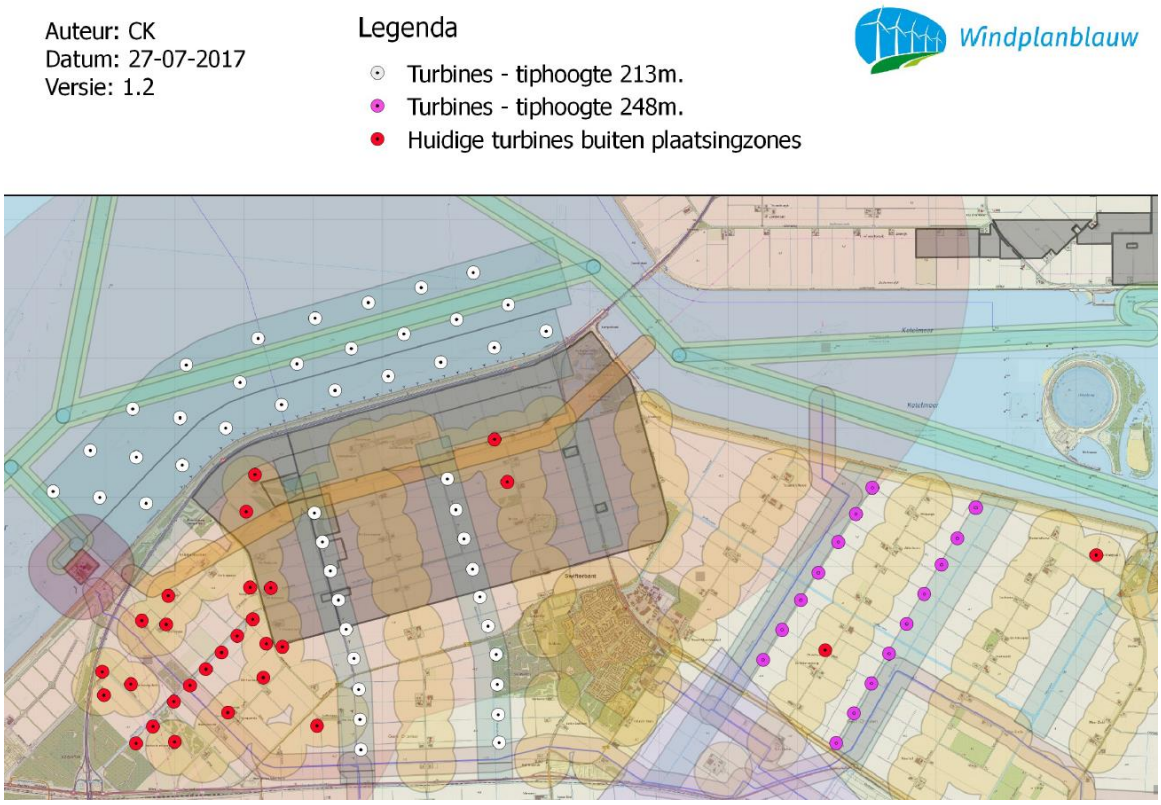
Variant IB: bolstapeling IB

In variant IB worden drie lijnen ontwikkeld op het IJsselmeer in de vorm van een bolstapeling, zie afbeelding 1.5. In deze variant worden 27 turbines in het IJsselmeer geplaatst, zie tabel 1.4. De plaatsingszones op land zijn in deze variant gelijk aan de plaatsingszones in het basisalternatief IR.

Tabel 1.4 Aantal turbines in deelgebieden en plaatsingszones (variant IB)

Deelgebied	Plaatsingszone	Aantal turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	18
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	9
West	Klokbekertocht	9
	Rivierduintocht	10
Oost	Elandtocht	7
	Rendiertocht	9
totaal		62

Afbeelding 1.5 Turbineposities variant IB



1.2.5 Bestaande turbines en dubbeldraaiperiode

In de huidige situatie zijn 74 windturbines in het projectgebied aanwezig. Vóór het in gebruik nemen van windplan Blauw worden 46 windturbines gesaneerd. 28 windturbines zullen wanneer het nieuwe windpark is ontwikkeld nog gedurende een periode van 5 jaar in werking blijven, dit noemen we de dubbeldraaiperiode.

De turbines die in de dubbeldraaiperiode in gebruik zijn, zijn per variant in het rood weergegeven (zie afbeeldingen 1.3 tot en met 1.5). De dubbeldraaiperiode ontstaat doordat de saneringsopgave gefaseerd zal plaatsvinden. De bestaande windturbines die binnen een plaatsingszone voor nieuwe turbines zijn gelegen worden voor in gebruik name van de nieuwe turbines verwijderd. De solitaire turbines en de lijnopstelling (Noordertocht) in het westen van het projectgebied kunnen gelijktijdig in bedrijf zijn met de nieuw te plaatsten turbines. In de eindsituatie zijn alle bestaande windturbines gesaneerd.

1.3 Leeswijzer

Dit deelrapport beschrijft het thema veiligheid. In dit rapport wordt eerst het wettelijke- en beleidskader geschetst die het kader vormen voor de effectbeoordeling van de aspecten (hoofdstuk 2). Daarna wordt per aspect de referentiesituatie geschetst waarmee de plansituatie zal worden vergeleken (hoofdstuk 3).

In paragraaf 4.1 van dit deelrapport worden de verwachte ingreep-effectrelaties beschreven. Vervolgens zijn in het beoordelingskader per aspect de criteria benoemd die beoordeeld zullen worden. De wijze van beoordeling is in paragraaf 4.3 per criterium uitgewerkt. Ten slotte zijn in paragraaf 4.4 het project- en studiegebied beschreven.

In hoofdstuk 5 is de effectbeoordeling van fase 1 uitgewerkt. In dit hoofdstuk zijn de vier alternatieven beoordeeld. In hoofdstuk 6 is de effectbeoordeling van het basisalternatief en de varianten IA en IB van fase 2 gepresenteerd. In paragraaf 6.2 worden maatregelen beschreven om de effecten die mogelijk optreden te mitigeren of compenseren. Ten slotte zijn in hoofdstuk 7 de leemten in kennis en het advies voor vervolgonderzoek beschreven.

Het voorkeursalternatief (hierna VKA) is gekozen door de projectgroep op basis van de onderzoeken van de alternatieven (fase1) en de varianten (fase 2). Het gekozen VKA is een geoptimaliseerd ontwerp van het basisalternatief IR, waarin de buitendijkse turbines zijn herschikt om energieopbrengst te optimaliseren. Op land zijn de Klokbekertocht en Rivierduintocht aangevuld met twee turbines uit variant IA. De effecten van het VKA zijn beschreven in hoofdstuk 6 van het hoofdrapport.

2

WETTELIJK- EN BELEIDSKADER

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het vigerende beleid en regelgeving op het gebied van landschap en cultuurhistorie op verschillende schaalniveaus, voor zover van invloed op het voornemen (tabel 2.1).

Tabel 2.1 Wettelijk- en beleidskader veiligheid

Beleidsstuk/wet	Uitleg en relevantie
A. Externe veiligheid	
Activiteitenbesluit milieubeheer, 2007	Voor de beoordeling van de externe veiligheidsaspecten (plaatsgebonden risico) is het Activiteitenbesluit het belangrijkste beoordelingskader. In het Activiteitenbesluit zijn regels gesteld aan de controle en het onderhoud van windturbines om zo een goede veiligheid te borgen. In artikel 3.14 onder 2. is tevens aangegeven wanneer een windturbine omwille van veiligheid, buiten bedrijf moet worden gesteld. In artikel 3.15a van het Activiteitenbesluit zijn regels opgenomen om het externe veiligheidsrisico te bepalen voor te ontwikkelen windturbines.
Besluit externe veiligheid buisleidingen, 2010	Bij realisatie van een windturbine is het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) van toepassing omdat een windturbine geldt als een risico verhogend object. In dit aspect is de basisnet van belang omdat het kan een risico zijn dat turbines op een route waarlangs gevaarlijke stoffen over worden vervoerd zijn geplaatst. Bij bestemming van de turbine moet dus rekening gehouden worden met een mogelijke plaatselijke verhoging van het plaatsgebonden risico (PR)van de buisleiding op (beperkt) kwetsbare objecten in de nabijheid. In het Bevb is bepaald dat de 10^{-6} contour (PR) van de ondergrondse leiding niet verder reikt dan 5 m uit het hart van de leiding.
Regeling Basisnet, 2016	Het Basisnet is een landelijk aangewezen netwerk voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Bij realisatie van een windturbine is de regeling Basisnet van toepassing omdat een windturbine geldt als een risico verhogend object. Het Basisnet beoogt dat de kans op een ongeval en het vrijkomen van gevaarlijke stoffen die vervoerd worden over weg, spoor en water zo klein mogelijk is. Binnen bepaalde grenzen wordt dit vervoer over weg, binnenwater en spoor gegarandeerd. Het Basisnet heeft betrekking op de Rijksinfrastructuur: hoofdwegen (snelwegen), hoofdwaterwegen (binnenwateren) en hoofdspoorwegen.
Besluit Externe Veiligheid Inrichting (Bevi), 2016	Het Bevi gaat over de bescherming van mensen die dichtbij een bedrijf met gevaarlijke stoffen zijn bevonden. Door een omgevingsvergunning of een ruimtelijk besluit moet een bedrijf veiligheidsafstanden houden ter bescherming van individuen (plaatsgebonden risico) en groepen personen (groepsrisico).
Besluit risico's zware ongevallen (BRZO) (2015)	Het BRZO is een besluit die streeft naar het voorkomen en beheersen van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn. Daarom stelt het BRZO extra eisen aan bedrijven die relatief grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen opslaan. Deze bedrijven moeten de reguliere milieuvergunning beschikken over een veiligheidsbeleid, een kwantitatieve risico analyse een veiligheidsbeheerssysteem uitvoeren.
Besluit algemene regels ruimtelijke (Barro), 2011	In artikel 2.6.9 van het Barro staat dat het Rijk regels mag stellen over de maximale bouwhoogte binnen radarverstoringsgebieden. Wanneer mogelijk sprake is van een overschrijding van de maximale bouwhoogte wordt een beoordeling gemaakt van de mate waarin het bouwwerk het radarbeeld verstoord.
Handboek risicozonering windturbines, 2014	Het Handboek is een praktijkrichtlijn voor het beoordelen van externe veiligheid en aanvaardbaarheid van de inpassing van windturbines. In het handboek zijn scenario's en faalkansen aangegeven voor het uitvoeren van een risicoanalyse voor windturbines. Het uitdrukken van de veiligheidsrisico's van windturbines gebeurt daarbij door het aangeven van de kans per jaar op overlijden ten gevolge van het falen van een windturbine. Op deze manier worden vier typen risico's uitgedrukt: plaatsgebonden risico, individueel passanten risico, maatschappelijk risico en groepsrisico.

Beleidsstuk/wet	Uitleg en relevantie
Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over waterstaatswerken, 2015	Rijkswaterstaat en ProRail (beheerders van de A6 en de spoorlijn Lelystad Zwolle) hanteren als beleidsuitgangspunt binnen hun werken het IPR en het MR als criterium voor het beoordelen van het risico's voor passanten. Het beleid voor aan te houden afstanden is neergelegd in de "Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over waterstaatswerken". Het gaat hierbij in de praktijk, bijzondere gevallen daargelaten, meestal om afstanden van 30 – 50 m of het uitsluiten van overdraai over Rijksinfrastructuur.
Beleid Gasunie, 2015	De Gasunie Transportservices (GTS) heeft eigen beleid gemaakt met betrekking tot windturbines en gasleidingen. Daarin is vastgelegd dat een veilige afstand moet worden aangehouden ten opzichte van gasleidingen.
B. Waterkeringveiligheid	
Waterwet, 2009	Deze wet stelt veiligheidsnormen voor waterkeringen. In hoofdstuk 6 van de Waterwet is beschreven welke handelingen in het watersysteem vergunningplichtig zijn. De Waterwet is relevant voor de aanleg- en gebruiksfase van het project.
Keur en legger waterschap, 2014	In de keur en legger zijn regels opgenomen ten aanzien van de plaatsing van windturbines in of nabij watergangen van het hoofdwatersysteem. Voor watergangen van het hoofdwatersysteem geldt in het algemeen een beschermingszone van 5 m, gerekend vanaf de insteek. Kaarten van de beschermingszones van primaire waterkeringen zijn opgenomen in de legger van het Waterschap, dit is een uitwerking van de Keur.
Beleid primaire waterkeringen, 2009	In het Beleid primaire waterkeringen stelt het waterschap Zuiderzeeland regels voor het bouwen binnen de kern- en beschermingszone van primaire waterkeringen. Het beleid richt zich daarbij op bebouwing, windturbines en kabels en leidingen.
D. Luchtvaartveiligheid	
Luchthavenbesluit Lelystad, 2015	In artikel 10 van het Luchthavenbesluit Lelystad zijn hoogtebeperkingen opgenomen rondom de luchthaven van Lelystad in verband met vliegveiligheid. Een gedeelte van het projectgebied Windplan Blauw is gelegen binnen de outer horizontal van de luchthaven en in de 'Approach and Transition surfaces' contour. Binnen deze contouren geldt een hoogtebeperking ook een hoogtebeperking van 146,3 m.
International Standards and Recommended Practices	Met het vastleggen van de gebieden en regels in luchthavenbesluit Lelystad wordt uitvoering gegeven aan bepalingen die door de Internationale burgerluchtvaart autoriteit in annex 14 van het Verdrag inzake de internationale burgerluchtvaart zijn vastgesteld (hierna: ICAO-verdrag). Het Verdrag is aangevuld met 19 annexen. In annex 2 en annex 14 van de International Standards and Recommended Practices (Convention on International Civil Aviation) staan richtlijnen opgenomen ten aanzien van luchtvaartveiligheid in relatie tot obstakels als windturbines.
E. Communicatieverkeer	
Toetsingscriterium Straalverbindingen en Windturbines	Het Agentschap Telecom hanteert een toetsingscriterium voor straalpaden in windparken. Het criterium wordt gebruikt voor het toetsen of een straalpad (deels) wordt afgedekt door een windturbine.
F. Defensieradar	
Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro), 2016	In de Rarro zijn regels opgenomen over bouwbeperkingen in radarverstoringsgebieden (artikel 2.4). Daarnaast bevat de Rarro regels over de procedurele en inhoudelijke beoordeling van de gevolgen van een ontwikkeling voor het radarbeeld (artikelen 2.5 en 2.6).
G. Nautische veiligheid	
Beleidsregel plaatsing windturbines in, op of over rijkswaterstaatswerken	Randvoorwaarden en beperkingen ten aanzien van het plaatsen van windturbines nabij waterkeringen in beheer bij het Rijk, rijkswegen en vaarwegen Langs rijkswegen: 1. ten minste 30m uit de rand van de verharding of bij een rotordiameter groter dan 60m, ten minste de halve rotordiameter. 2. Langs kanalen, rivieren en havens: een afstand van ten minste 50m uit de rand van de vaarweg en minimaal een halve rotordiameter.
H. Communicatieverkeer	
Toetsingscriterium Straalverbindingen en Windturbines'	Agentschap Telecom heeft een toetsingscriterium opgesteld om te bepalen of windturbines het straalpad van een zender (deels) afdekken. Dit is vastgesteld in het document 'Toetsingscriterium Straalverbindingen en Windturbines'

3

REFERENTIESITUATIE

Dit hoofdstuk gaat in op de huidige waarden en functies in het plan- en studiegebied en eventuele relevante zekere ontwikkelingen in de toekomst. Deze beschrijving dient als referentiesituatie om de alternatieven en varianten tegen te beoordelen.

3.1 Huidige situatie

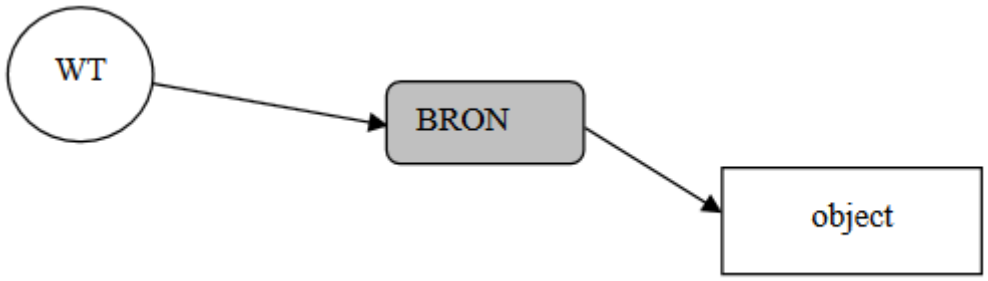
3.1.1 Externe veiligheid

Voor het aspect externe veiligheid zijn twee factoren relevant. Ten eerste vormt de aanwezigheid van een windturbine een direct veiligheidsrisico voor de directe omgeving. Daarbij kunnen de volgende veiligheidsrisico's worden onderscheiden:

- breuk van een windturbineblad;
- omvallen van een windturbine door mastbreuk;
- naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor;
- het naar beneden vallen van kleine onderdelen.

Ten tweede hebben windturbines, naast het directe risico voor personen die zich in het gebied bevinden, ook een risicoverhogende werking op andere risicobronnen, zoals risicovolle inrichtingen, buisleidingen en wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Daarmee vormen windturbines ook een indirect risico op kwetsbare objecten in de directe omgeving, dit is schematisch weergegeven in afbeelding 3.1 (Faassen *et. al*, 2014). In de effectbeoordeling van externe veiligheid zullen de directe en indirecte veiligheidsrisico's worden beoordeeld. Daarom is ook de beschrijving van de huidige externe veiligheidssituatie onderverdeeld in het directe veiligheidsrisico en het indirecte veiligheidsrisico in de bestaande situatie.

Afbeelding 3.1 Schematische weergave risicoverhogende werking windturbine. Bron: Handboek risicozonering windturbines

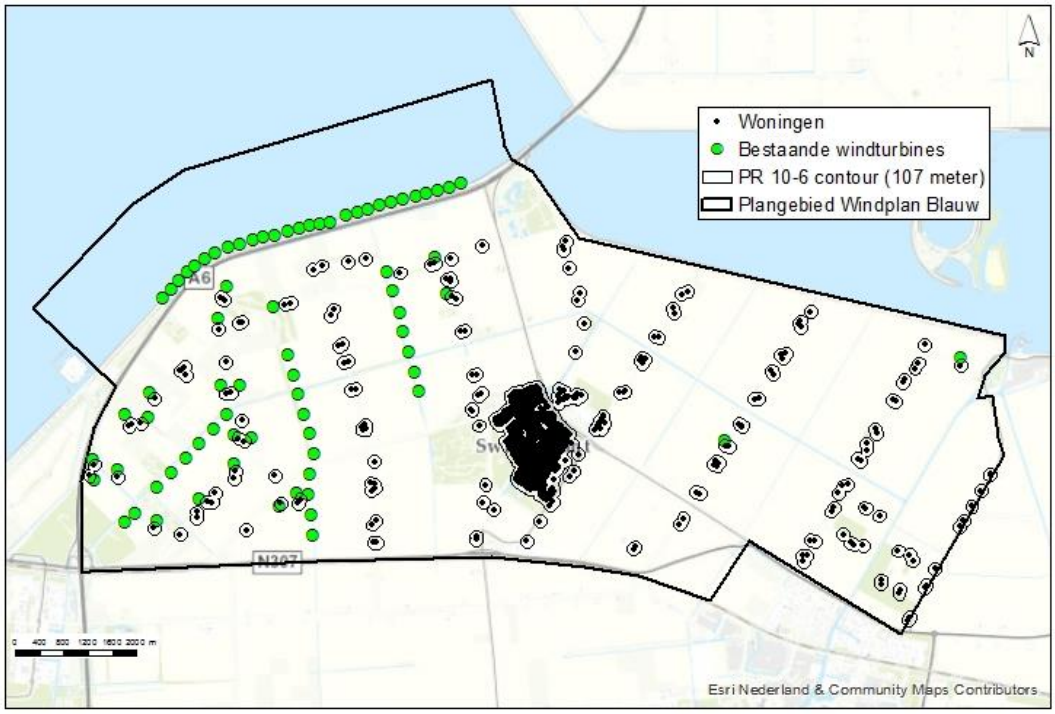


Risicoverhogende werking windturbines
Het falen van een windturbine in de nabijheid van een risicobron (zoals een opslag van een gevaarlijke stof) leidt tot een verhoogd risico van een ongeval waarbij de risicobron betrokken is. Daarmee heeft de aanwezigheid van een windturbine een risicoverhogende werking.

Beperkt kwetsbare objecten en kwetsbare objecten

In het projectgebied zijn verschillende kwetsbare- en beperkt kwetsbare objecten aanwezig. Dit zijn voornamelijk (bedrijfs)woningen. In afbeelding 3.2 is een overzicht gegeven van de aanwezige kwetsbare objecten in het projectgebied en hun ligging ten opzichte van ten opzichte van bestaande windturbines[1]. Rondom de woningen is ter indicatie de minimale afstand tot een windturbine opgenomen (107 m). Dit is de afstand van een PR 10^{-6}-contour, uitgaande van de grootste bestaande turbine, gemeten vanaf een woning in plaats van de windturbine. Op de kaart is te zien dat in de huidige situatie 22 windturbines binnen de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} liggen. Dit betekent dat voor deze woningen het risico groter is dan één op een miljoen dat iemand die in de woning aanwezig is, komt te overlijden als gevolg van een falende turbine. Omdat deze turbines behoren tot de inrichting waartoe de woning ook behoort, zijn deze woningen niet aangemerkt als kwetsbare objecten.

Afbeelding 3.2 Woningen in het projectgebied en indicatie minimale afstand (PR 10^{-6} = 107 m)



Risicoverhogende werking van windturbines

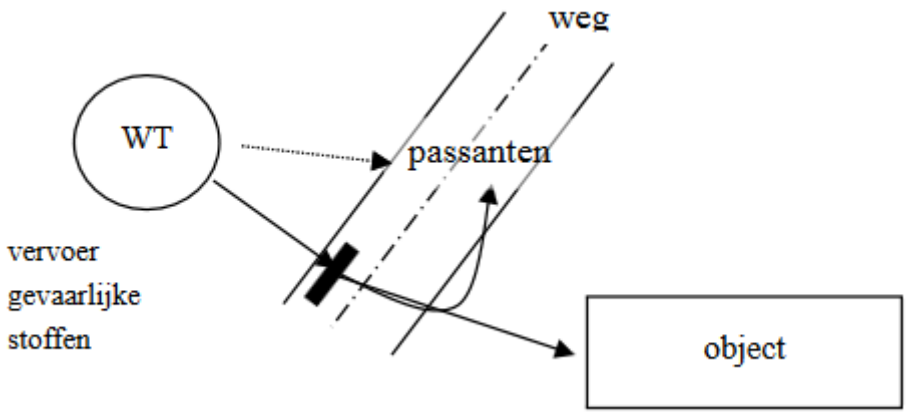
Binnen het projectgebied zijn, naast windturbines, de volgende risicobronnen aanwezig:

- inrichtingen waarin gevaarlijke stoffen zijn opgeslagen;
- buisleidingen (beheerd door Gasunie) en bovengrondse hoogspanningslijnen (beheerd door TenneT);
- Rijkswegen en provinciale wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt (A6, N711 en N307);
- Spoorlijn Lelystad - Zwolle;
- vaarweg waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt (vaarwegen Ketelmeer en Amsterdam-Lemmer, zie ook Nautische Veiligheid).

[1] Als de woningen behoren tot de inrichting van de windturbine, dan geldt geen PR norm voor die woning. Volgens 3.15a Activiteitenbesluit zijn de PR normen alleen van toepassing wanneer de woning buiten de inrichting is gelegen. Om een vergelijking te kunnen maken hoe veel woningen voor en na het plan onder invloed zijn van de faalkans van een windturbine is in de analyse fase 1 deze nuance niet meegenomen. Zo staat één woning gelijk aan één woning en wordt deze beschouwd als (beperkt) kwetsbaar object.

Windturbines die geplaatst worden in de nabijheid van inrichtingen waarin gevaarlijke stoffen zijn opgeslagen, buisleidingen en hoogspanningslijnen of wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt, veroorzaken een indirect verhoogd risico op (beperkt) kwetsbare objecten in de omgeving. Dit is schematisch weergegeven in afbeelding 3.3.

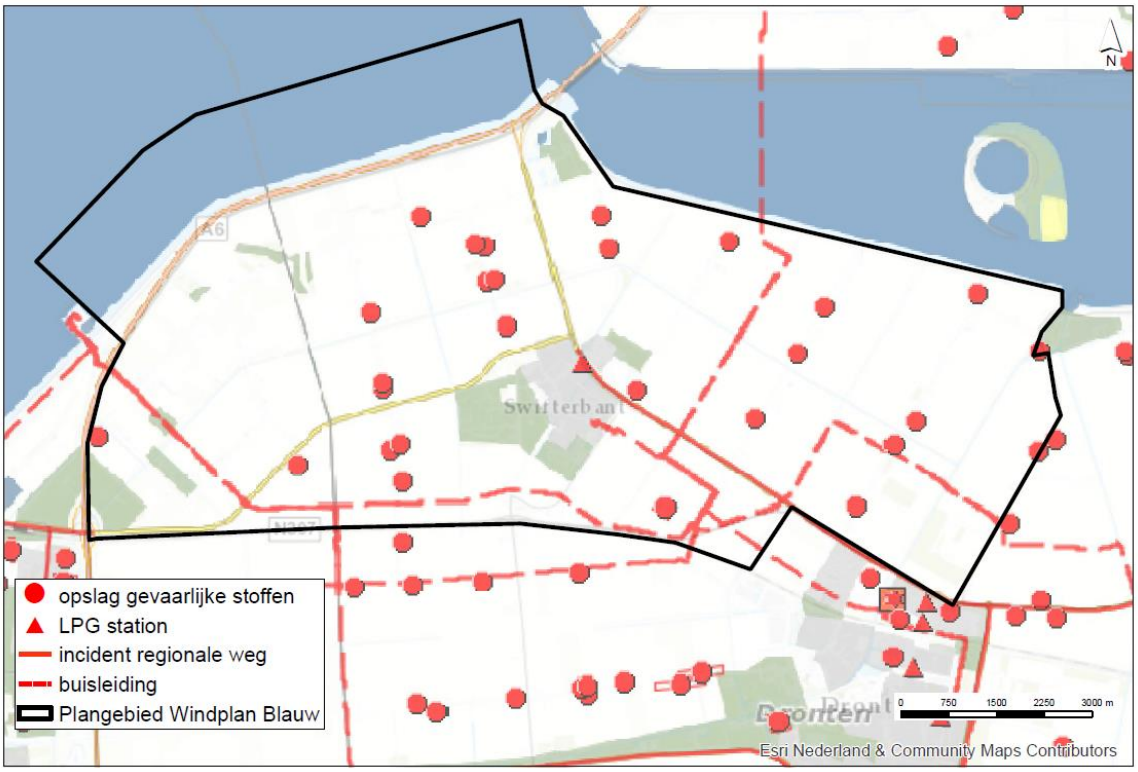
Afbeelding 3.3 Schematische weergave risico windturbines op passanten Bron: Handboek Risicozonering Windturbines.



Risico windturbines op passanten
Windturbines in de nabijheid van een weg vormen een direct risico voor passanten (en een indirect risico voor (beperkt)kwetsbare objecten, dit wordt beoordeeld onder het criterium externe veiligheid).

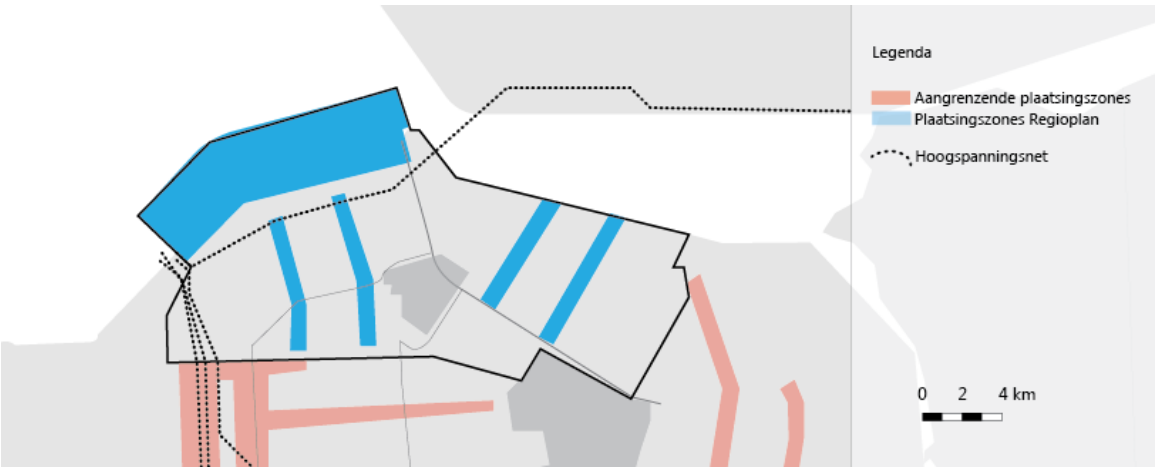
In afbeelding 3.4 zijn risicovolle inrichtingen en buisleidingen in het projectgebied weergegeven. Op deze afbeelding is te zien dat circa 30 risicovolle inrichtingen verspreid door het gebied aanwezig zijn. Het betreft over het algemeen landbouw gerelateerde inrichtingen of inrichtingen waarin bijvoorbeeld aardgas is opgeslagen. Daarnaast wordt het gebied doorkruist door vier ondergrondse aardgasleidingen in het beheer van de Gasunie. Het gaat om de buisleidingen met kenmerk A-655, A-570-13, A-683 en A-570-01. Een deel van de N307 en de N711 is aangemerkt als route voor het vervoer van gevaarlijke stoffen.

Afbeelding 3.4 Uitsnede risicokaart projectgebied Windplan Blauw. Bron: risicokaart.nl



Het projectgebied wordt daarnaast doorkruist door vier 150 kV bovengrondse hoogspanningslijnen in het beheer van TenneT. De hoogspanningslijnen die het projectgebied doorkruisen zijn weergegeven in afbeelding 3.5.

Afbeelding 3.5 Hoogspanning in het projectgebied



Tenslotte wordt het projectgebied doorkruist door verschillende wegen en een spoorlijn. De A6 is opgenomen in de Regeling basisnet. Dit betekent dat over deze weg, die in het beheer is van Rijkswaterstaat, vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. In tabel 3.1 is informatie uit de Regeling basisnet opgenomen voor het wegvak dat binnen het projectgebied zijn gelegen. Ook over de provinciale weg N307 vindt vervoer van gevaarlijke stoffen plaats. In tabel 3.2 zijn de vervoersaantallen over de N307-N711 weergegeven.

Tabel 3.1 Basisnetinformatie wegvakken binnen projectgebied Windplan Blauw. Bron: Regeling Basisnet, Bijlage I

Wegvak (nr.)	Naam Basisnet (wegnummer: van - tot)	PR plafond (afstand in meters)	GR plafond (afstand in meters)	plasbrand-aandachtgebied	vervoers-hoeveelheden GF3
F36	A6: afrit 11 (Lelystad Noord) - afrit 13 (Urk)	0	82	NEE	4.000

Tabel 3.2 Vervoer gevaarlijke stoffen N307-N711

N307	LF1, Brandbare vloeistof	LF2, Brandbare vloeistof	LT1, Toxische vloeistof	LT2, Toxische vloeistof	GF3, Brandbaar gas
aantal transporten	1.444	1.686	0	0	560

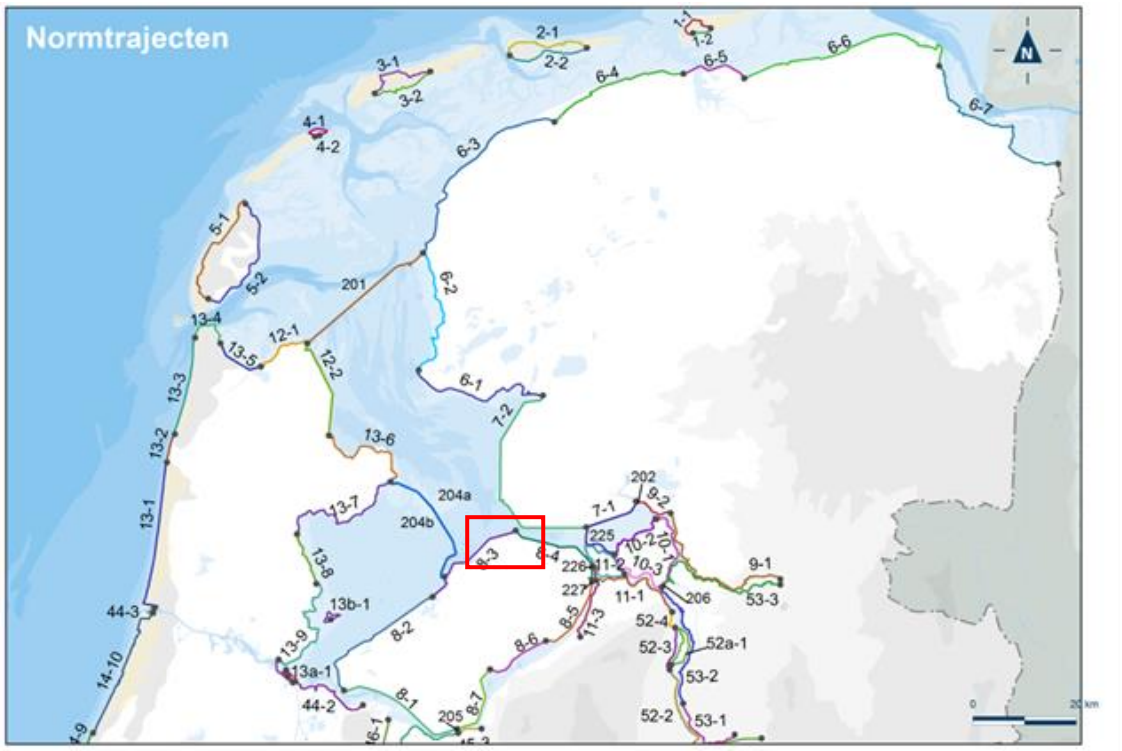
Over de spoorverbinding Lelystad - Zwolle, die parallel loopt aan de N307, vindt geen vervoer van gevaarlijke stoffen plaats. Voor de spoorlijn hanteert ProRail echter wel een adviesafstand ten aanzien van windturbines om de veiligheid te borgen van personen die over het spoor vervoerd worden.

3.1.2 Waterkeringveiligheid

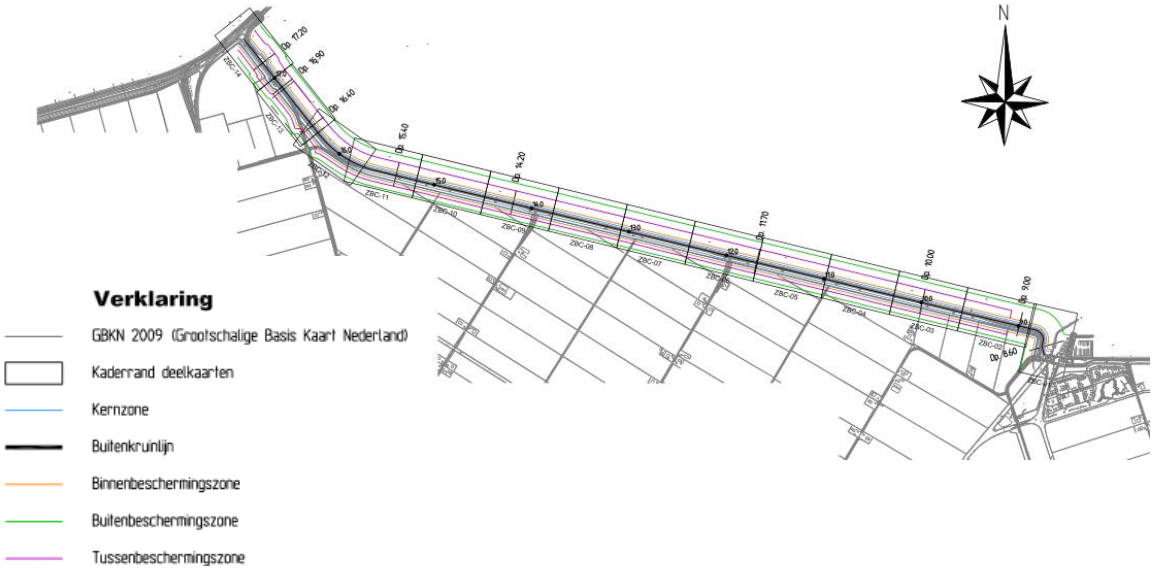
In het projectgebied zijn twee primaire waterkeringen aanwezig, de IJsselmeerdijk en de Ketelmeerdijk, deze zijn weergegeven in afbeeldingen 3.6 tot en met 3.8. De IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijk maken deel uit van dijkring 8 (Oostelijk en Zuidelijk Flevoland), dat bescherming biedt tegen overstromingen van het IJsselmeer.

In de huidige situatie bedraagt de overstromingskans van dijkringgebied 8 1/550 jaar (Bossenbroek, 2012). Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen vier faalmechanismen van een dijk. Deze faalmechanismen en de faalkans per jaar zijn weergegeven in tabel 3.3.

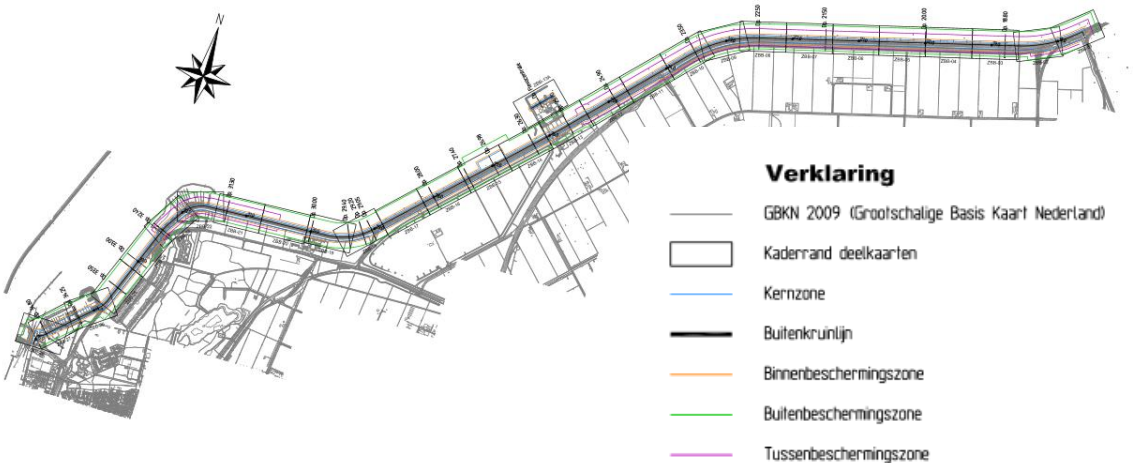
Afbeelding 3.6 Primaire waterkeringen en dijktrajecten. Projectgebied Windplan Blauw is weergegeven met een rood kader. Bron: Bijlage I Waterwet



Afbeelding 3.7 Beschermingszone Ketelmeerdijk. Bron: Legger waterkeringen waterschap Zuiderzeeland



Afbeelding 3.8 Beschermingszone IJsselmeerdijk. Bron: Legger waterkeringen waterschap Zuiderzeeland



Tabel 3.3 Faalmechanismen en faalkans van dijkring 8 (waar IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijk toe behoren)

Faalmechanismen	Faalkans per jaar
overloop en golfslag	1/770 jaar
openbarsten en piping	1/2.200 jaar
macrostabiliteit binnenwaarts	1/640.000 jaar
beschadiging bekleding en erosie dijklichaam	1/4.300 jaar

In de huidige situatie staat een lijnopstelling nabij de IJsselmeerdijk. Dit betekent dat in de huidige situatie de volgende gebeurtenissen effect kunnen hebben op het functioneren van de waterkering:

- breuk van een windturbineblad (nominaal en bij overtoeren);
- omvallen van een windturbine door mastbreuk;
- naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor;
- het naar beneden vallen van kleine onderdelen.

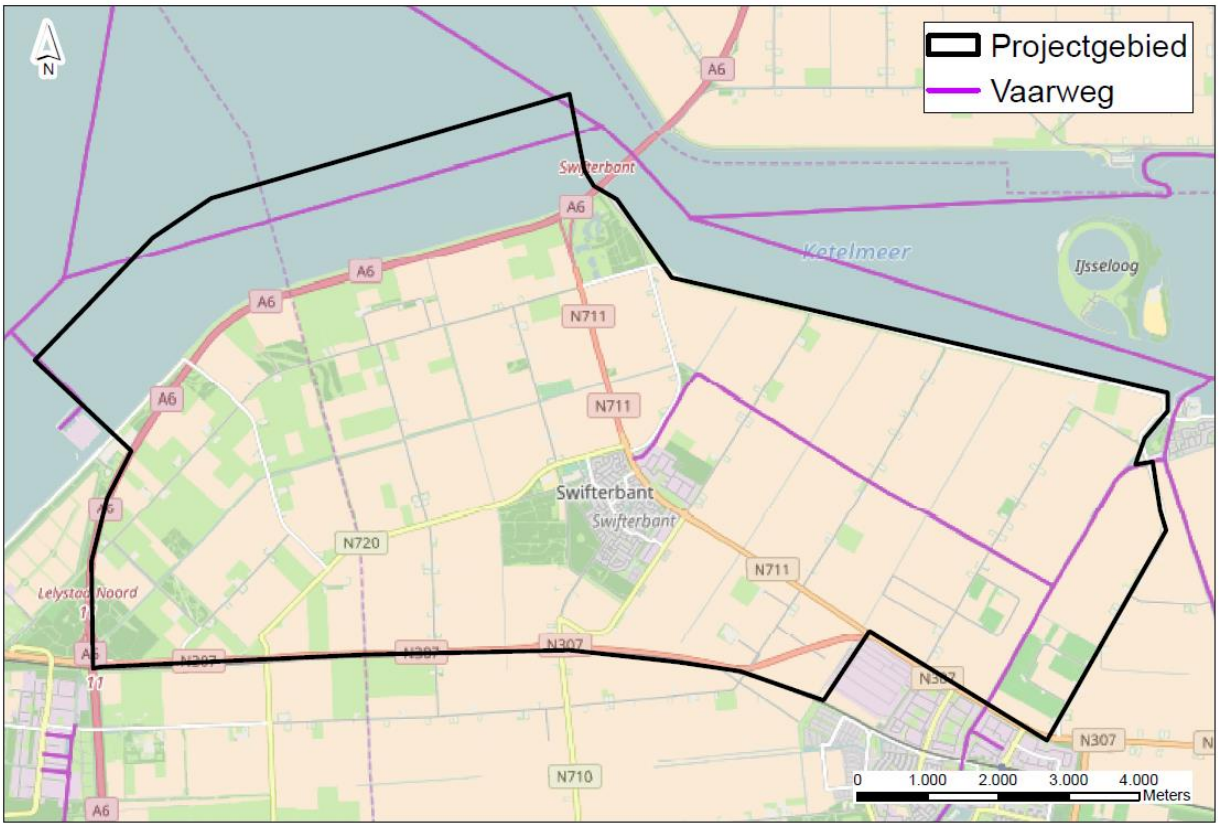
3.1.3 Nautische veiligheid

In de huidige situatie staan binnen de grenzen van het projectgebied 28 windturbines in het IJsselmeer en Ketelmeer. Met uitzondering van sommige vrachtschepen die gebonden aan de vaarweg, kunnen schepen zich vrij bewegen over deze wateren. Door de beroepsscheepvaart wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van vaste routes van en naar de sluizen. Deze routes zijn weergegeven in afbeelding 3.9. Te zien is dat de route die parallel loopt aan de IJsselmeerdijk ligt binnen het projectgebied.
Daarnaast loopt een vaarweg door het oosten van het projectgebied naar Swifterbant. Het gebied dat de vaarweg doorkruist in het IJsselmeer heet ‘het Molenrak’. Voor deze vaarweg is in de Legger van Rijkswaterstaatwerken (oktober 2014) geen breedte opgenomen. De breedte van de vaarweg in het Ketelmeer en de aansluitende vaarwegen in het IJsselmeer bedraagt 160 m in de Legger. In dit MER is voor de vaarweg in het Molenrak uitgegaan van een breedte van 160 m[1].

[1] Bij het ontwerp van het windpark is rekening gehouden met Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken.

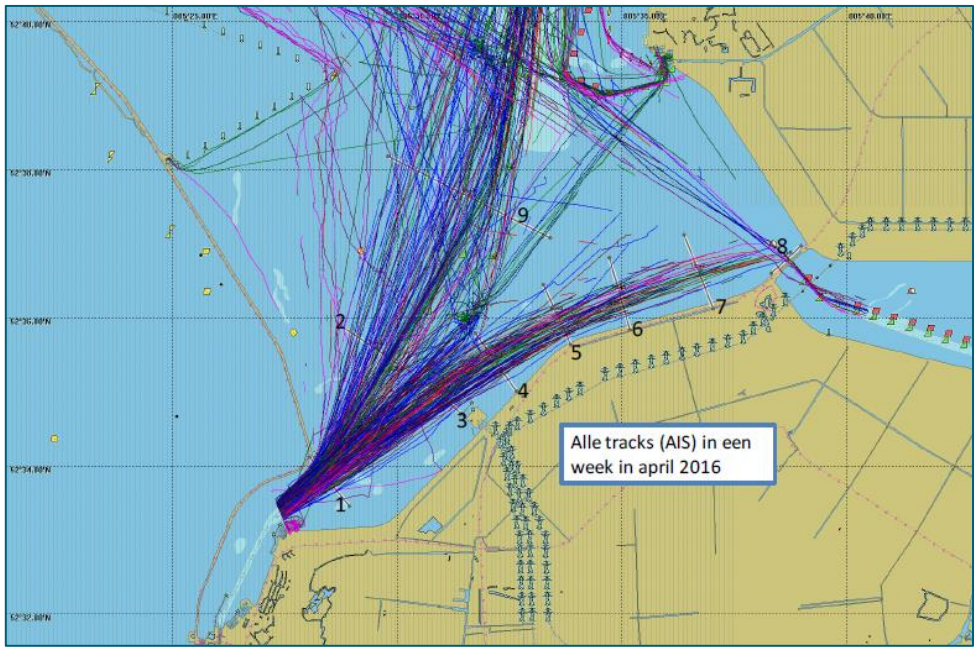
De vaarweg wordt met name gebruikt door beroepsvaart maar in en rondom het projectgebied is ook recreatievaart. De beroepsvaart is niet gebonden aan de vaarweg maar volgt deze over het algemeen wel omdat dit de economisch meest voordelige route is (kost minder brandstof en is sneller dan een alternatieve route).

Afbeelding 3.9 Binnenvaartroute in het IJsselmeergebied. Bron: Fairway Information Services



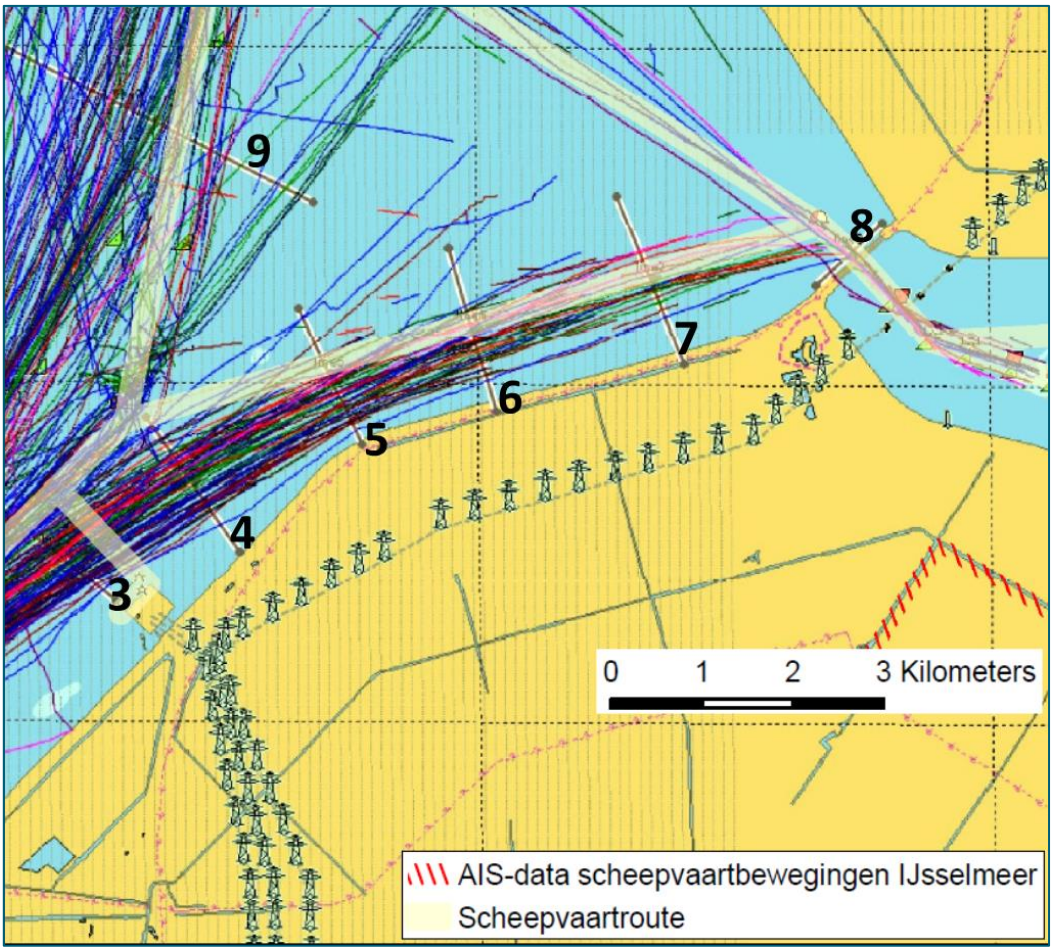
De beroepsvaart en een deel van de recreatievaart is voorzien van een AIS-transponder waarmee signalen met onder andere informatie over het schip (naam, afmetingen) en over de positie en vaarrichting van het schip wordt uitgezonden. Hiermee kan de lokale intensiteit van de (grotere) scheepvaart in kaart worden gebracht. In de rapportage van MARIN (referentie naar MARIN-rapport) is de intensiteit van de scheepvaart (met AIS) weergegeven (afbeelding 3.10). Onderstaande afbeelding geeft hiervan een weergave.

Afbeelding 3.10 Verkeersintensiteit op basis van AIS-tracks van een week in april 2016



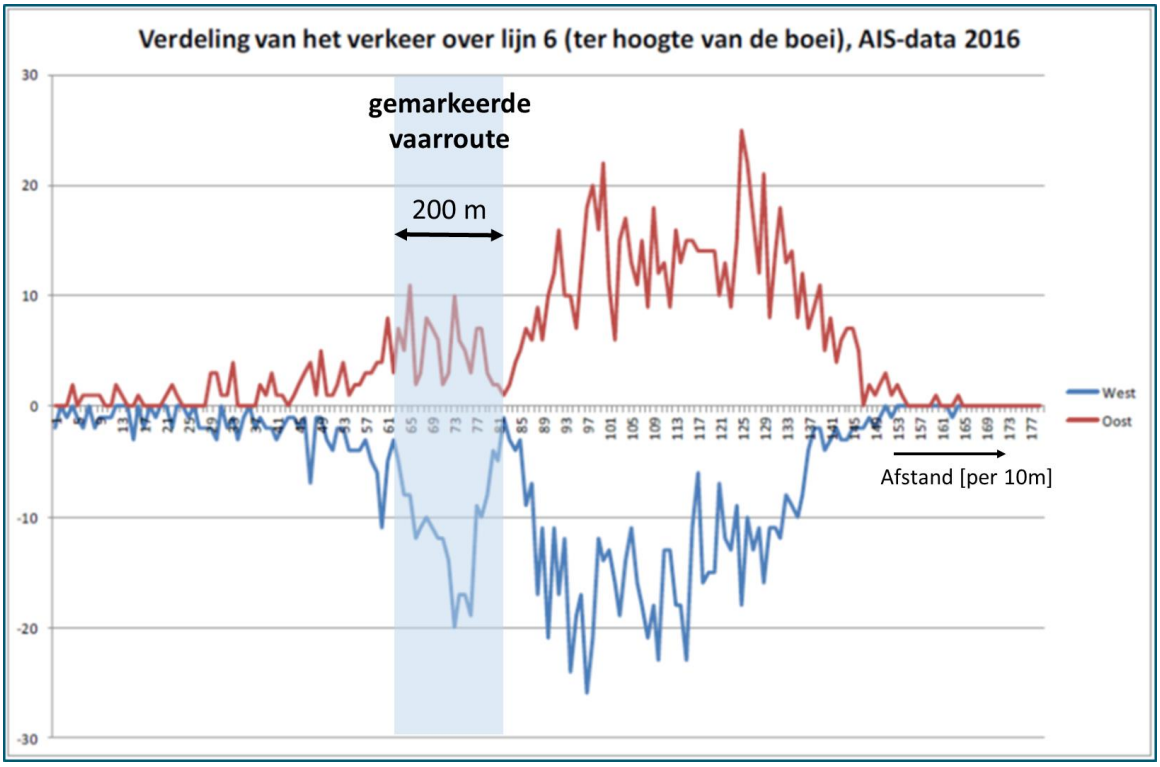
Uit deze afbeelding (afbeelding 3.11) blijkt dat de schepen op het IJsselmeer gebruik maken van relatief brede gebieden. In onderstaande afbeelding wordt het vaargedrag in het projectgebied nader beschouwd, en wordt de vaarweg weergegeven.

Afbeelding 3.11 Verkeersintensiteit in het projectgebied



Uit deze afbeelding blijkt dat de scheepvaart in het projectgebied gebruik maakt van een breder gebied dan de breedte van de vaarweg. Om dit nader te beschouwen is in onderstaande afbeelding de verdeling weergegeven ter plaatse van doorsnede 6. Hierin is ook de aangegeven vaarweg als grijs gebeid weergegeven. Langs de randen van vaarweg is een minimum zichtbaar, waarschijnlijk veroorzaakt door de boeien de vaarweg weergegeven. Uit deze afbeelding blijkt dat de meerderheid van de schepen ten zuiden van de vaarweg vaart die in afbeelding 3.12 (bron Fairway information system) is aangegeven als vaarweg.

Afbeelding 3.12 Verdeling scheepvaartintensiteit (met AIS) in het Molenrak



Windpark Irene Vorrink

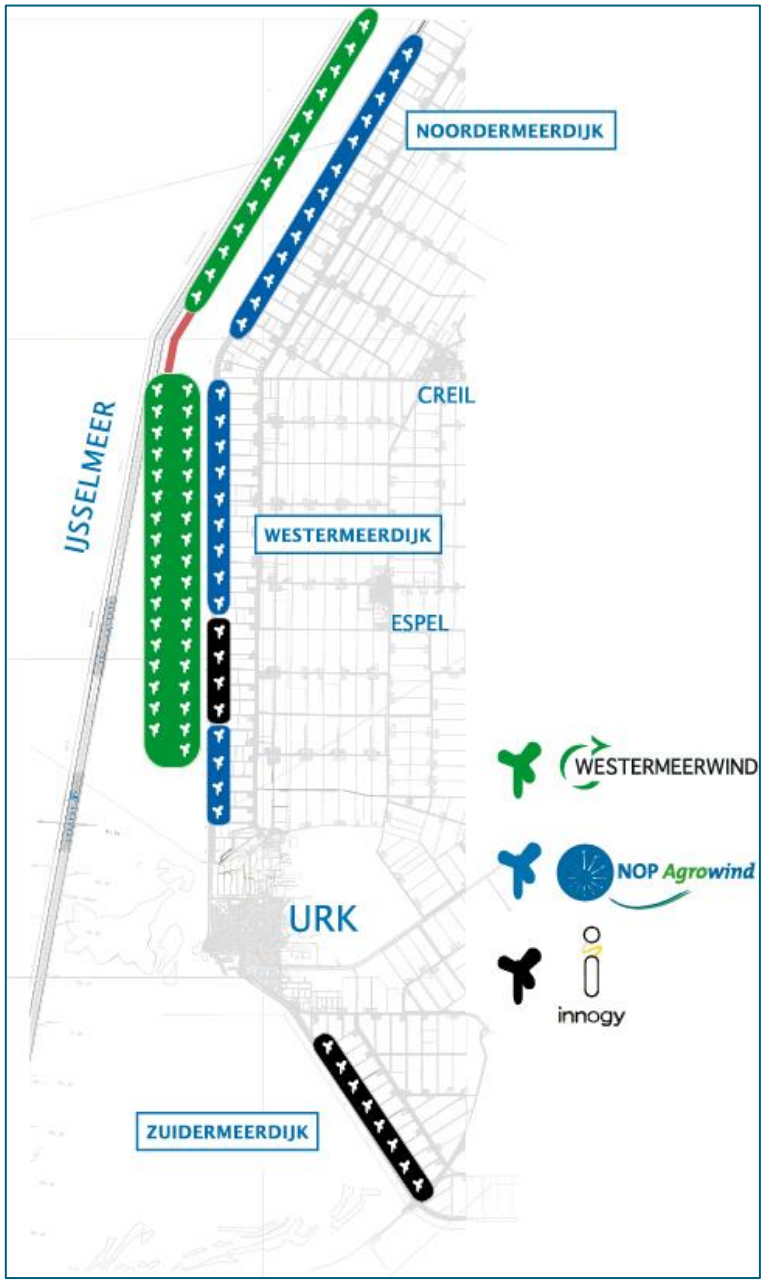
In het projectgebied staan 28 windturbines in het water langs de IJsselmeerdijk. Deze turbines vormen samen het windpark Irene Vorrink, geplaatst in 1996. De turbines hebben een afstand tot de kust van circa 25 m en zijn met een loopbrug daarmee verbonden. Zie onderstaande afbeelding 3.13. Tot op heden hebben geen incidenten plaatsgevonden waarbij een schip tegen een turbine is aangevaren of aangedreven.

Afbeelding 3.13 Windpark Irene Vorrink in het projectgebied

Windpark Noordoostpolder

Ten noorden van het projectgebied is in juni 2017 het windpark Noordoostpolder in gebruik genomen. Van dit windpark staan 48 turbines in het IJsselmeer. Zie de afbeelding 3.14 hieronder. De vaarweg van en naar het noorden ligt ten westen van deze turbines.

Afbeelding 3.14 Windpark Noordoostpolder



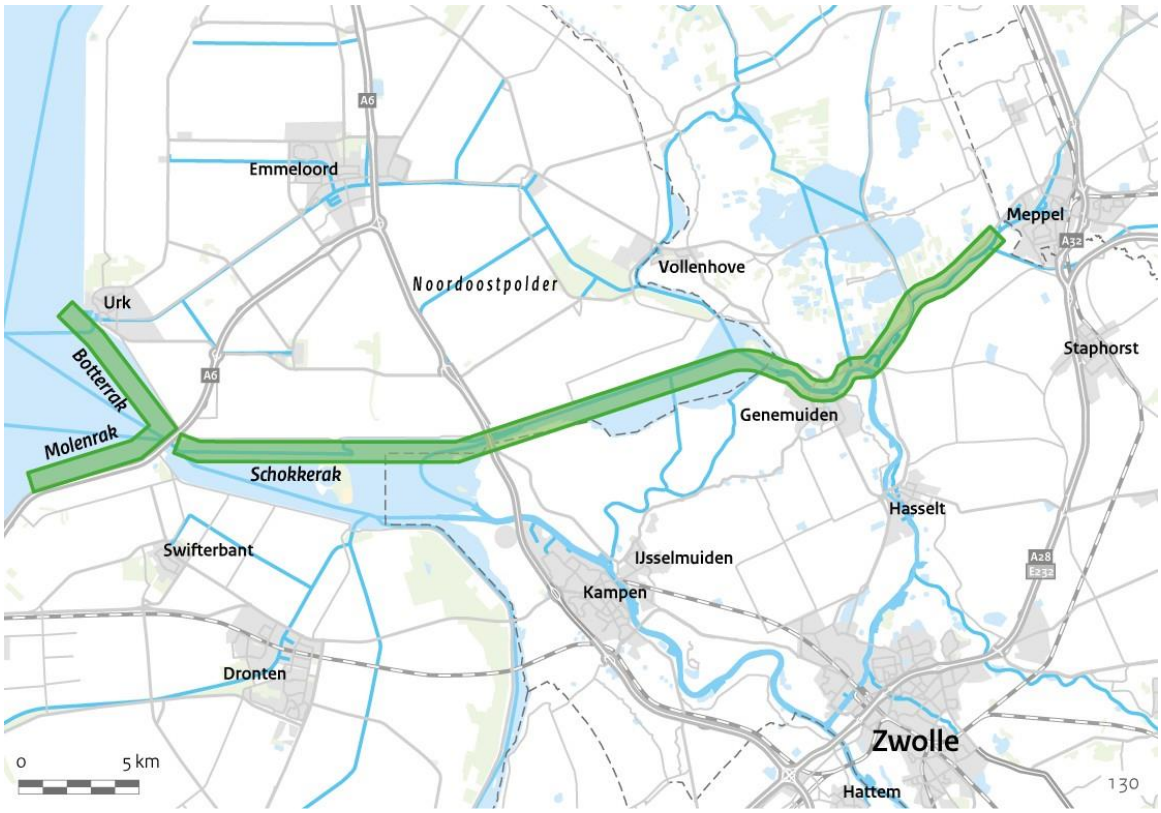
Externe veiligheid: transporten over het water

Op grond van de risicokaart komt naar voren dat het transport van gevaarlijke stoffen over de vaarweg door het Molenrak geen route voor transport van gevaarlijke stoffen is. De omliggende vaarwegen (door het Ketelmeer en de vaarweg Amsterdam-Lemmer hebben geen PR 10-6 contour (wat een indicatie geeft dat de hoeveelheid transporten laag is). Gezien het Molenrak aansluit op beide vaarwegen is het aannemelijk dat hier ook transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Molenrak maakt onderdeel uit van de corridor Rijn - Oost-Nederland, vaarweg Ketelmeer (van Keteldiep tot IJsselmeer). Binnen basisnet hebben alle binnenvaarwegen een PR 10-6 van 0 meter. In de Regeling basisnet zijn de referentieaantallen van de transporten opgenomen. Het basisnet geeft aan dat over de omliggende vaarwegen geen GF3 transporten

plaatsvinden, waardoor explosiegevaar uit te sluiten is (Bijlage III Basisnet, 2017). De vaarweg vormt dus geen groepsrisico omdat het aantal transporten beperkt is en omdat het alleen brandbare stoffen betreft die een beperkt effect op het externe veiligheidsrisico hebben (gezien het beperkte bereik van de effecten bij een incident). Daarnaast is er geen bebouwing in de buurt van de vaarweg aanwezig die kan leiden tot een groepsrisico.

Met het MIRT Overzicht wordt inzicht gegeven in de achtergrond, de stand van zaken en de planning van de fysiek ruimtelijke rijksprojecten en -programma's die opgenomen zijn in de begroting van IenM. In het MIRT-overzicht (2016) is de uitbreiding van de vaarweg IJsselmeer-Meppel opgenomen. De ontwikkeling bevindt zich in de fase planuitwerking. In de studie is de aanleg en verbetering onderzocht van vaargeulen op de trajecten Botterrak, Molenrak en de vaarweg Ketelbrug-Meppel (zie afbeelding 3.10)[1]. Bezien is hoe Molenrak en/of Botterrak (vaargeulen IJsselmeer- Ketelbrug) geschikt kunnen worden gemaakt voor volledig afgeladen binnenvaartschepen van klasse Vb en kustvaartschepen in R/S categorie 1. De openstelling staat gepland voor 2023. In overleg met de regio is besloten het voorkeursalternatief van de vaarweg nog niet vast te stellen en de planning en besluitvorming later opnieuw te bezien (Afbeelding 3.15). Zodra VIJM (vaarweg IJsselmeer-Meppel) aangelegd is zal de route naar verwachting in het Basisnet worden opgenomen, deze route is om die reden in de beoordeling van het aspect externe veiligheid meegenomen.

Afbeelding 3.15 Uitbreiding van de vaarweg IJsselmeer-Meppel, bron: MIRT-overzicht (2016)



3.1.4 Luchtvaartveiligheid

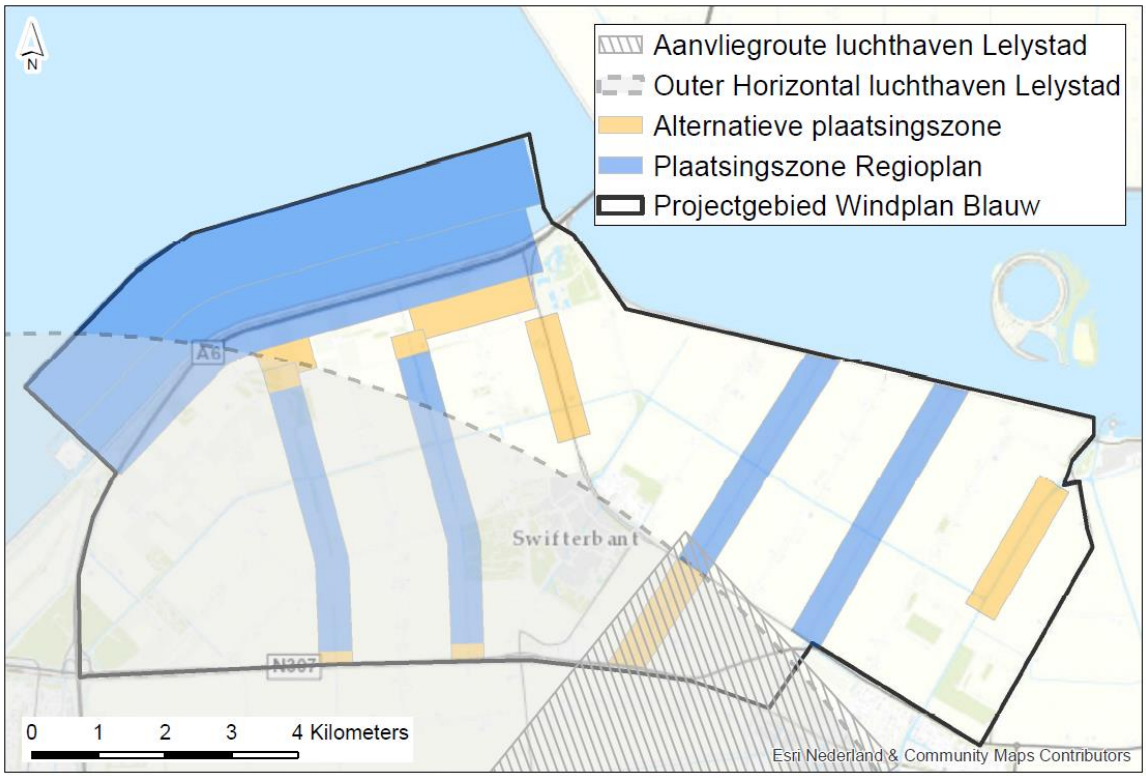
Op grond van Luchthavenbesluit Lelystad (12 maart 2015) zijn hoogtebeperkingen van toepassing op een gedeelte van het projectgebied. In afbeelding 3.11 zijn de zones aangegeven waar windturbines niet hoger mogen zijn dan 146,3 (ten opzichte van NAP) m in verband met luchtvaartveiligheid.

[1] 10 oktober 2017 is besluit genomen op grond van de Ontgrondingenwet voor de aanleg van een vaargeul in het traject Kampen Lelystad in combinatie met een diepe ontgronding. Deze ontgronding van de vaarweg is meegenomen als autonome ontwikkeling.

Eén daarvan is de outer horizontal surface. Deze beslaat een zeer groot gebied rondom de luchthaven en ligt over een groot deel van het projectgebied. Dit betekent een beperking van de ontwikkelmogelijkheden voor windenergie.

Mogelijk kan voor (een deel van) de outer horizontal surface ontheffing van de toetshoogte worden verleend. In dit MER is de outer horizontal surface daarom niet als harde belemmering meegenomen. Andere hoogtebeperkingen die vastgelegd zijn in het Luchthavenbesluit Lelystad, zoals de aanvlieg- en landingsroute voor Luchthaven Lelystad, in het gebied zijn wel als harde belemmering meegenomen (zie afbeelding 3.16).

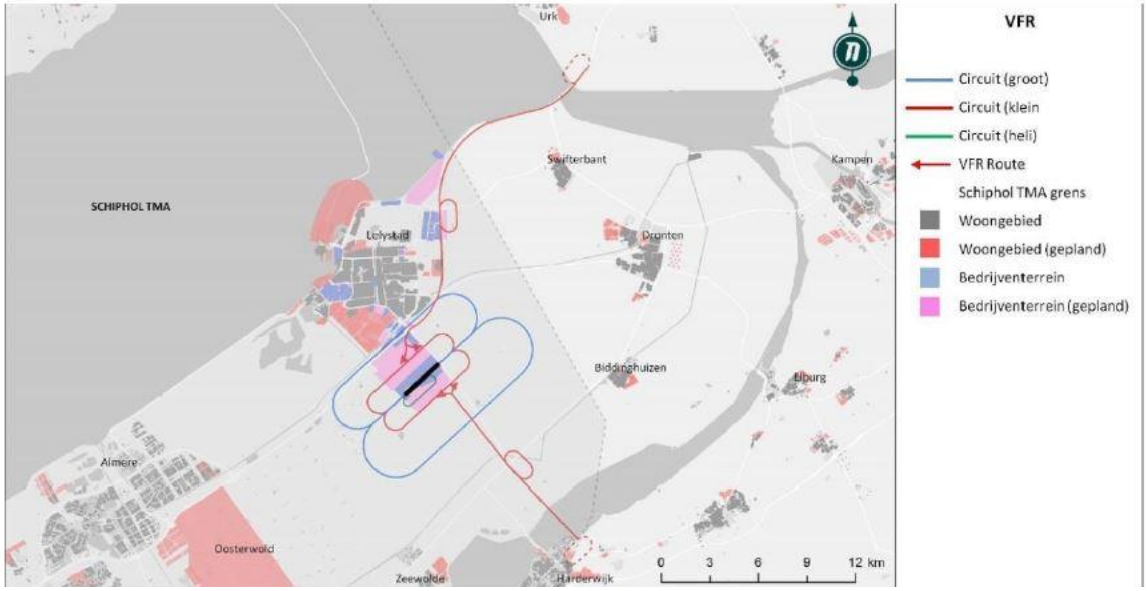
Afbeelding 3.16 Hoogtebeperkingen in verband met luchtvaartveiligheid



Het projectgebied wordt daarnaast doorkruist door een vliegroute voor het kleine verkeer (Visual Flight Rules; hierna VRF), zie afbeelding 3.17. Dit type luchtvaartverkeer vliegt op zicht, en niet op instrumenten. De route is ontworpen op basis van markante punten om visueel op te kunnen navigeren, en is zoveel mogelijk gescheiden van de routes van het commerciële verkeer.

In de afbeelding 3.17 is de VFR-route van Luchthaven Lelystad weergegeven. Het kleine (rode) circuit ligt over de A6 en daar wordt voornamelijk door langzamere propellervliegtuigen en helikopters gevlogen. Op de vertrek- en naderingsroutes naar het zuidoosten en het noorden wordt door de vertrekkende vliegtuigen op 1.000 voet (300 m) gevlogen en door de naderende vliegtuigen op 1.500 voet. De vertrek- en naderingsroute naar het noorden is gelegen binnen het projectgebied van Windplan Blauw. Voor de ligging en de hoogtebeperking van deze VFR-route is geen wetgeving of beleid vastgesteld. In afstemming met Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) en Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) worden de volgende dimensies meegenomen in dit effectonderzoek een straal van 4,5 kilometer vanaf de VFR route (A6) met een hoogtebeperking van 213 m (700 voet).

Afbeelding 3.17 VFR-route



3.1.5 Communicatieverkeer

In het studiegebied zijn er verschillende antennes aanwezig die verschillende type signalen hebben en die verschillende frequenties hebben. Afbeelding 3.18 is een illustratie van de antennes in het gebied.

Afbeelding 3.18 Distributie van antennes in het gebied van het WP Blauw

In afbeelding 3.18 is elke kleur een type antenne en een antennelocatie een punt op de kaart. Er zijn 63 antennes die zijn onderverdeeld in 6 typen. Hoewel er veel antennes zijn, voor dit onderzoek zijn alleen de *Vaste Verbinding-antennes* (VV-antennes) relevant. Dit is omdat de vaste verbinding antennes de enige antenne met een vast signaal en die heeft een vaste connectie nodig.

Er zijn 21 VV-antennes in het gebied. Voor de analyse is het ook belangrijk om de antennes die buiten het gebied staan en die een connectie hebben met antennes binnen het gebied te beschouwen. Op deze manier zijn alle straalpad mogelijkheden geanalyseerd. Er zijn 9 VV-antennes die buiten het gebied staan en relevante zijn. Daarom is een totaal van 30 VV-antennes beschouwd in de straalpadanalyse. Voor de volgende analyse zijn alle antennes met de straalpaden geïllustreerd.

Alle antennegegevens (bron: Agentschap Telecom) zijn in tabel 3.4. In de tabel maken de antennes met dezelfde lettercode een straalpad. Alle gegevens zijn voor de volgende straalpadanalyse gebruikt.

Tabel 3.4 Antennegegevens voor het WP Blauw

Code antenne	ID antenne	Hoogte [m]	Frequentie [GHz]	Directie [graden]	RDx	RDy	Lengte straalpad [m]
A1	946691840	15	18,195	107,7	171370	512197	8.640
A2	946794906	25	19,205	287,8	179611	509601	8.640
B1	954320781	24	22,526	95,1	165712	510453	7.077
B2	773671685	33	23,534	275,2	172762	509837	7.077
C1	1116199577	26,4	25,095	79,4	175395	508793	4.297
C2	1691217916	25	26,103	259,4	179615	509601	4.297
D1	2599893338	35	31,088	242,9	170950	511775	5.713
D2	5839084747	34,3	32,711	62,9	165868	509165	5.713
E1	618345284	35	31,899	150,4	170950	511775	2.766
E2	505855800	31,8	32,711	330,5	172325	509375	2.766
F1	6572339684	33	37,352	11,6	172327	507678	2.202
F2	5015181088	33	38,612	191,6	172762	509837	2.202
G1	299305599	20	15,327	236,7	165869	509162	8.897
G2	3385653580	125	14,599	56,6	158436	504273	8.897
H1	5830095952	36	18,848	226,4	164647	510210	8.594
H2	9360732703	112	17,838	46,3	158430	504277	8.594
I1	342096891	33	17,865	123,5	172327	507678	6.756
I2	4504077886	32	18,875	303,6	177975	503971	6.756
J1	1950827574	34,3	18,03	134,3	165868	509165	8.843
J2	1950865033	33	19,04	314,4	172221	503014	8.843
K1	22291572	7	19,178	227,4	164631	509972	8.415
K2	304976785	102	18,168	47,4	158436	504277	8.415
L1	848650405	25	19,315	341,9	179615	509601	5.644
L2	780595929	29	18,305	161,8	177828	514955	5.644
M1	2402250643	29,9	22,246	15,1	172334	509378	6.201
M2	2828098242	30	23,254	195,1	173928	515371	6.201
N1	215926008	38,1	23,058	124,2	172319	507675	6.067

N2	1191487120	38,6	22,05	304,2	177353	504289	6.067
O1	584038769	40	13,171	256,2	179615	509601	21.837
O2	1191563627	125	12,905	75,9	158436	504280	21.837

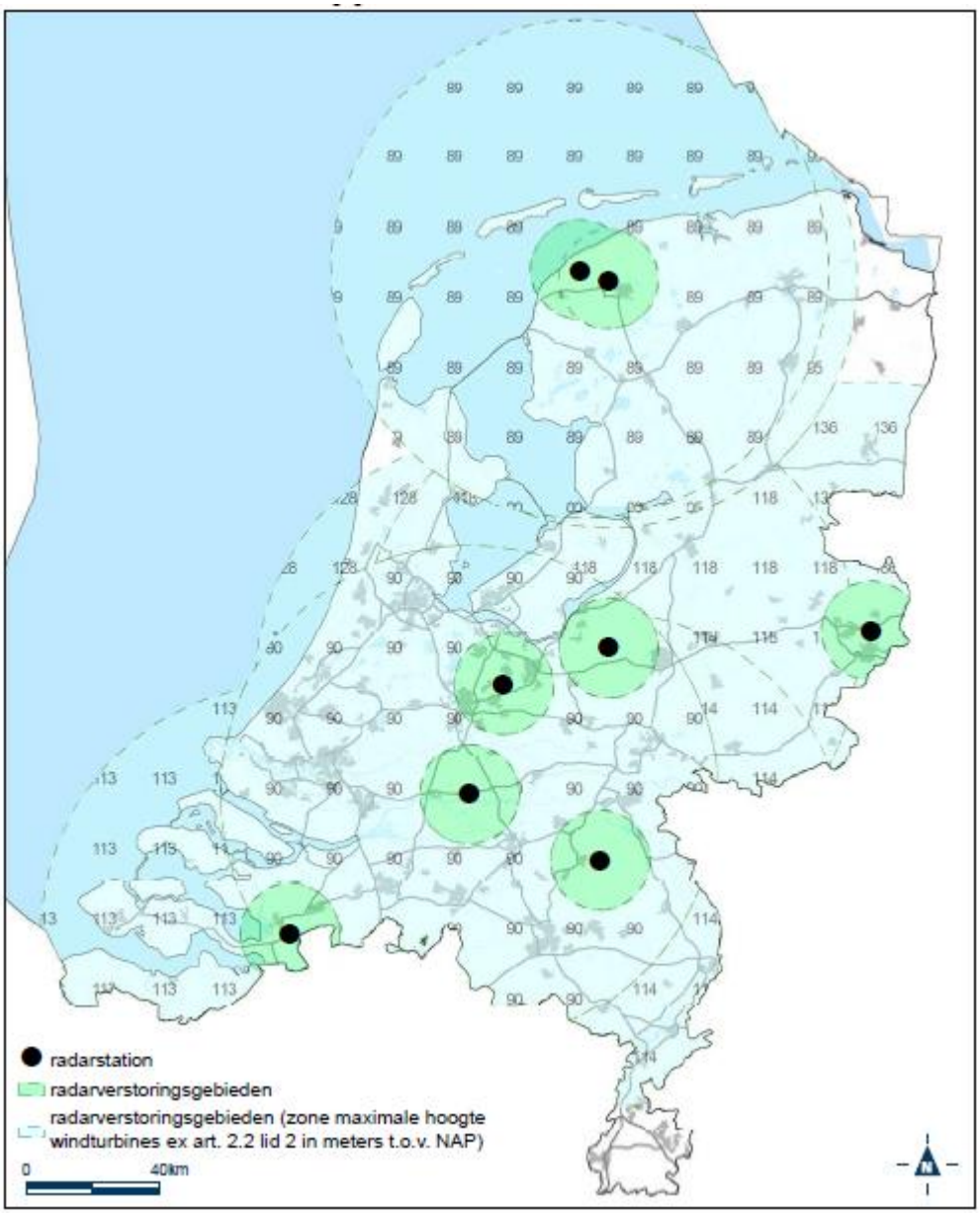
Afbeelding 3.18 suggereert dat er is mogelijk dat turbines door de straalpaden zitten. Voor de precieze locaties en duidelijke conclusie is daarom een diepere analyse nodig en vervolgens gepresenteerd.

3.1.6 Defensieradar

In het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro), is het toetsingskader voor radarverstoring geregeld. Daarin is voorgeschreven dat voor bouwwerken (zoals windturbines) met een grotere bouwhoogte dan is opgenomen in de Rarro, getoetst dient te worden aan de rekenregels voor radarverstoring. Voor nieuwe windturbines geldt dat toetsing verplicht is binnen een gebied van 75 km rondom een radarpost die in de Rarro is aangewezen. De kwaliteit van radarbeelden van defensie kan negatief worden beïnvloed door hoge objecten, zoals windturbines.

Daarom zijn op het projectgebied drempelwaarden voor toetsing van toepassing. Zoals te zien in afbeelding 3.18 geldt de strengste toetsingshoogte in het noorden van het projectgebied, windturbines hoger dan 89 m moeten getoetst worden (Bijlage 8.4. bij de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening). In het midden van het projectgebied geldt een toetsingshoogte van 95 m, en in het zuiden geldt een toetshoogte van 118 m.

Afbeelding 3.19 Radarverstoringsgebieden Bron: Rarro



3.2 Autonome ontwikkelingen

De autonome ontwikkelingen die meegenomen zijn in dit onderzoek zijn beschreven in het hoofdrapport.

4

BEOORDELINGSKADER EN METHODIEK

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe de effectbeoordeling in dit MER plaatsvindt voor het thema veiligheid. Eerst wordt ingegaan op de relevante ingrepen en de effecten die daaruit kunnen voortvloeien (ingreep-effectrelaties, paragraaf 4.1). Dit is de basis voor de afweging van de effecten. Op basis van de belangrijkste effecten wordt het beoordelingskader opgesteld en concreet gemaakt (paragraaf 4.2). Het beoordelingskader gaat in op de verschillende fasen. De methode waarmee de effecten worden verkregen zijn per fase toegelicht in paragraaf 4.3. Vervolgens wordt het concrete beoordelingskader toegepast voor de afweging van de alternatieven van fase 1 (hoofdstuk 5) en de beoordeling van het basisalternatief IR en de varianten IA en IB van fase 2 (hoofdstuk 6).

Voor de alternatievenafweging (fase 1) zijn de effecten relevant die onderscheidend zijn. Daarnaast moet in fase 1 aangegeven worden of bepaalde gebieden tot onacceptabele risico's leiden en daardoor moeten worden uitgesloten of waarvoor bepaalde mitigerende maatregelen moeten worden voor het basisalternatief en de varianten van fase 2. Hierbij wordt uitgegaan van de grootste (negatieve) effecten, om goed de randen van de effecten op te zoeken. De resultaten van fase 1 zijn daarom niet per se realistisch. De effecten en effectbeoordeling zijn beschreven in hoofdstuk 5.

Voor fase 2 worden een basisalternatief (IR) en twee varianten (IA en IB) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. In deze fase wordt op alle relevante milieuaspecten ingegaan. Hierbij wordt uitgegaan van de ingrepen die het inpassingsplan en de vergunningen mogelijk maken. In hoofdstuk 6 zijn daarmee de effectbeoordelingen inclusief het beoordelingskader van fase 2 te vinden die als basis voor het inpassingsplan en de vergunningen te gebruiken zijn.

4.1 Relevante ingreep-effectrelaties

De plaatsing van windturbines kan leiden tot de volgende veiligheidsrisico's:
- breuk van een windturbineblad;
- omvallen van een windturbine door mastbreuk;
- naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor;
- het naar beneden vallen van kleine onderdelen.

Dit heeft gevolgen voor het plaatsgebonden risico (kwetsbare objecten) en mogelijk voor het groepsrisico, maar ook op risico's voor waterkeringen en scheepvaart. De verschillende plaatsingszones hebben verschillende effecten op veiligheid, maar ook de hoogte (het verschil tussen regulier en innovatief) kan het effect op dit aspect beïnvloeden.

4.1.1 Externe veiligheid

In de Beleidsregels voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken, stelt Rijkswaterstaat dat windturbines met een rotordiameter groter dan 60 m, ten minste een halve rotordiameter uit de rand van de verharding worden geplaatst. Voor het reguliere turbinetype betekent dit dat een afstand moet worden aangehouden van 50 tot 60 m, en windturbines van het innovatieve type moeten tussen de 60 en 82 m vanuit de wegrand worden geplaatst. Ten aanzien van het spoor stelt ProRail adviesafstanden. Windturbines moeten op ten minste 7,85 m+ een halve rotordiameter vanuit het hart van de spoorverbinding worden geplaatst, met een minimumafstand van 30 m(Faassen *et. al*, 2014). Dit betekent

dat respectievelijk een minimumafstand van 67,85 en 89,85 m tot het spoor moet worden aangehouden voor de reguliere en innovatieve alternatieven.

In het projectgebied liggen een aantal gas-transportleidingen van de Gasunie. Binnen een zone van 5 m aan weerszijden van de leidingen zijn in het geheel geen gebouwen en bouwwerken toegestaan (belemmeringenstrook).

Uitgangspunt van deze fase in het MER is dat geen windturbines worden geplaatst binnen vastgestelde normafstanden. Hierdoor zijn de alternatieven niet significant en niet onderscheidend. Het individueel passanten risico, maatschappelijk risico, groepsrisico worden in fase 1 daarom niet onderscheidend geacht. Dit criterium wordt daarom alleen toegepast bij de effectbeoordeling van fase 2.

4.1.2 Waterkeringveiligheid

De windturbines kunnen op twee manieren effect hebben op de waterkerende functie van de primaire keringen, namelijk door falen van de turbines zelf en doordat de bouw of aanwezigheid van de turbines invloed heeft op de geotechnische stabiliteit van de waterkering.

De risico's van een falende turbine op de waterkerende functie van de kering kunnen gemitigeerd worden door de turbines op voldoende afstand van de waterkering te plaatsen. Deze afstand is afhankelijk van de dimensies van de windturbine die wordt geplaatst. Voor de beoordeling worden twee types beschouwd:

- het reguliere type heeft een ashoogte van 90-120 m en een rotordiameter van 100-120 m, maximale tiphoogte van 180 m;
- het innovatieve type heeft een ashoogte van 120-166 m en een rotordiameter van 120-164 m, maximale tiphoogte van 248 m.

Indien de turbines dichter bij de waterkering worden geplaatst, kan de faalkans van de waterkering als gevolg van falen van de turbine worden bepaald aan de hand van 'Handboek Risicozonering Windturbines' en gegevens die de fabrikant aanlevert. Indien deze faalkans voldoende klein is, en daarmee de waterkerende veiligheid niet in het geding komt, kunnen turbines op deze kleinere afstand worden toegestaan. De vereiste maximale faalkans dient te worden bepaald in overleg met waterschap Zuiderzeeland, op basis van het WBI2017.

Een windturbine op of nabij de waterkering kan invloed hebben op de geotechnische stabiliteit van de waterkering. Deze invloed is afhankelijk van de fundering, de opbouw van de ondergrond, de afstand van de turbine tot de kernzone van de dijk en de trillingen in de bouw-, sloop- en gebruiksfase. Geotechnische risico's door trillingen in de bouw- en sloopfase worden als risico gezien maar kunnen voldoende worden beheerst door in het vergunningentraject voorwaarden te stellen aan de uitvoering. De geotechnische risico's in de gebruiksfase zijn als volgt:

- door trillingen kan lokaal een verstoringszone ontstaan, waarin de sterkte van de ondergrond verminderd wordt. Dit kan de grondmechanische stabiliteit van de kering aantasten (afschuiven). De ondergrond bij de IJsselmeerdijk is vrij zandig en kan daardoor trillingen goed dempen;
- door trillingen kunnen tussenzandlagen verweken indien deze verwekingsgevoelig zijn. Dit kan de grondmechanische stabiliteit van de kering aantasten (zettingsvloeiing);
- doordat de funderingspalen een intredepunt voor piping vormen kan de kwelweglengte verkort worden, met piping als gevolg.

4.1.3 Nautische veiligheid

Door de plaatsing van de windturbines wordt een extra risico geïntroduceerd in het gebied; de kans op aanvaring en aandrijving van een turbine. Naast de aanvaring of aandrijving van een turbine kan de plaatsing van de windturbines ook invloed hebben op het reeds bestaande risico van een aanvaring tussen twee varende schepen. De turbines veroorzaken mogelijke de wal- en scheepsradarapparatuur en zorgen voor extra visuele hinder, wat de kans op een aanvaring kan vergroten. Alle alternatieven hebben een

plaatsingszone langs de scheepvaartroute in het IJsselmeer, waardoor de alternatieven niet onderscheidend zijn. De effecten zijn mogelijk wel significant doordat meer turbines in het IJsselmeer komen te staan dan in de referentiesituatie het geval is.

4.1.4 Luchtvaartveiligheid

Door de hoogte van de windturbines kunnen ze het vliegverkeer negatief beïnvloeden. Wettelijk moeten hoge windturbines daarom voorzien worden van obstakelverlichting (vanaf tiphoogte >150 m), alle alternatieven voldoen hieraan.

Op grond van Luchthavenbesluit Lelystad (12 maart 2015) zijn hoogtebeperkingen van toepassing op een gedeelte van het projectgebied. Eén daarvan is de outer horizontal surface. Mogelijk kan voor (een deel van) de outer horizontal surface ontheffing van de toetshoogte worden verleend. In dit MER is de outer horizontal Surface daarom niet als harde belemmering meegenomen. Met andere hoogtebeperkingen, zoals de aanvlieg- en landingsroute voor Luchthaven Lelystad, in het gebied is wel als harde belemmering meegenomen. Over de effecten van windturbines die hoger zijn dan de hoogtebeperkingen van de VFR-route en de hoogtebeperkingen uit het Luchthavenbesluit Lelystad wordt in overleg getreden met de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) en de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

4.1.5 Communicatieverkeer

Plaatsing van windturbines kan leiden tot een (gedeeltelijke) blokkering van straalpaden. Het effect op communicatieverkeer ontstaat door de plaatsingszone van de turbines. Door, indien nodig, turbines enkele meters te verschuiven kan een verstoring van straalpaden worden voorkomen. Er zijn binnen het projectgebied veel straalpaden geïdentificeerd maar geen van hen wordt beïnvloed door de windturbines.. Daarmee zijn te verwachten effecten op communicatieverkeer niet onderscheidend noch significant. Dit criterium wordt daarom alleen toegepast bij de effectbeoordeling van het voorkeursalternatief (fase 2).

4.1.6 Defensieradar

Windturbines kunnen vanwege hun hoogte de werking van defensieradar verstoren. Om te voorkomen dat negatieve effecten op defensieradar optreden, zijn bouwhoogtebeperkingen op het projectgebied van toepassing. Aangezien de alternatieven op dit punt niet onderscheidend zijn, worden enkel de varianten van fase 2 ter toetsing voorgelegd. Dit criterium wordt daarom alleen toegepast bij de effectbeoordeling van fase 2.

4.1.7 Belangrijkste effecten

De belangrijkste te verwachten effecten voor veiligheid betreffen:

- het plaatsen van windturbines leidt tot een toename van risico's op (beperkt) kwetsbare objecten in het invloedsgebied van de windturbines;
- het plaatsen van een fundering binnen een dijklichaam of binnen de beschermingszone van een dijklichaam heeft mogelijk invloed op de waterkeringveiligheid;
- het plaatsen van windturbines nabij een scheepvaartroute leidt tot een verhoogd risico op een aanvaring of aandrijving;
- vanwege de hoogte, kunnen windturbines de luchtvaartveiligheid negatief beïnvloeden;
- het plaatsen van windturbines kan leiden tot een verstoring van straalpaden en defensieradar.

4.2 Beoordelingskader en -criteria

Zoals beschreven in paragraaf 4.1 kunnen door het plaatsen van windturbines de veiligheidssituatie veranderen. De veranderingen kunnen zowel positief (waarde neemt toe), neutraal (waarde blijft gelijk), als negatief (waarde neemt af) zijn. In de onderstaande sub paragrafen zijn de aspecten samengevat waarop de alternatieven in fase 1 en het basisalternatief en de varianten van fase 2 worden beoordeeld. Het effect van de voorgenomen ontwikkeling wordt vergeleken met de referentiesituatie. De veranderingen kunnen zowel positief (waarde neemt toe), neutraal (waarde blijft gelijk), als negatief (waarde neemt af) zijn. De manier waarop de beoordeling plaatsvindt, is in tabellen per criterium toegelicht (tabel 4.1). Deze maatlatten geven aan bij welk effect welke beoordelingsscore wordt gegeven. Daarmee wordt de latere beoordeling navolgbaar.

Tabel 4.1 Beoordelingskader veiligheid

Aspect	Criterium	Methode fase 1 (alternatievenafweging)	Methode fase 2 (variantenafweging)
externe veiligheid	invloed op (beperkt) kwetsbare objecten	kwalitatief: analyse indicatief bereik $PR10^{-5}$ en $PR10^{-6}$ uit het Handboek risicozonering windturbines	kwantitatief: (indien van toepassing) groepsrisicoberekening
	invloed op verkeer	kwalitatief: analyse op basis van de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatswerken.	kwantitatief: indien rotorbladen zich boven de verharding zullen bevinden moet uit aanvullend onderzoek blijken dat er geen onaanvaardbaar verhoogd risico is voor de verkeersveiligheid
	invloed op andere risicobronnen (indirect risico op kwetsbare objecten)	kwalitatief: analyse van aanwezige infrastructuur en daaruit volgende beperkingen (aardgasleidingen, rijkswegen, vaarwegen).	kwantitatief: risicoberekening en daaruit volgende beperkingen (aardgasleidingen en vaarwegen)
waterkering-veiligheid	invloed op waterkeringen	kwalitatief: analyse naar afstand van de windturbine tot aan de dijk aan de hand van eisen waterschap en analyse van de invloed van trillingen tijdens de aanlegfase op de dijk.	kwantitatief: (indien van toepassing) - bepaling van werpafstanden op basis van kentallen en berekeningen (tenzij turbines buiten de toetsingsafstand zijn gelegen). - kwalitatieve inschatting van de effecten van trillingen tijdens de aanlegfase en de aanleg van kabels en leidingen onder de dijk. Op basis van het Handboek risicozonering windturbines.
nautische veiligheid	invloed op nautische veiligheid	kwalitatief: analyse op basis van minimale afstanden volgens de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatswerken.	kwantitatief: kwantitatief onderzoek naar kansen op aanvaring en aandrijving
luchtvaart-veiligheid	invloed op luchtvaartveiligheid	kwalitatief:	kwantitatief: (indien van toepassing)

Aspect	Criterium	Methode fase 1 (alternatievenafweging)	Methode fase 2 (variantenafweging)
		analyse op basis van toetsafstanden.	analyse van toetsafstanden voor luchtvaartveiligheid
communicati e-verkeer	invloed op communicatieverkeer	niet relevant in fase 1	kwalitatief: analyse op basis van het 'Toetsingscriterium Straalverbindingen en Windturbines' (straalpaden) en toetsafstanden van TenneT (hoogspanning).
defensieradar	invloed op defensieradar	niet relevant in fase 1	kwantitatief: onderzoek door TNO

4.3 Beoordelingsmethodiek

In deze paragraaf wordt, per aspect van het thema woon- en leefomgeving, aangegeven wat de gehanteerde beoordelingsmethodiek is. De effectbeoordeling vindt plaats op een vier- of zevenpuntsschaal, waarbij de referentiesituatie neutraal is (=0).

4.3.1 Externe veiligheid

Om het risico ten aanzien van externe veiligheid te bepalen wordt het plaatsgebonden risico (PR) op kwetsbare objecten beoordeeld.

Plaatsgebonden risico
Het plaatsgebonden risico is de kans per jaar dat een persoon die permanent en onbeschermd in de directe omgeving van een windturbine overlijdt als gevolg van een ongeval door een falende turbine. Op basis van artikel 3.15a lid 1 van het Activiteitenbesluit milieubeheer is de PR-norm voor een kwetsbaar object 10^{-6}. Dit betekent dat de kans dat iemand komt te overlijden als gevolg van een falende turbine niet groter mag zijn dan de kans van 1 op een miljoen. Het Handboek risicozonering windturbines biedt richtlijnen voor het bepalen van de PR-10^{-6} contour (Faasen et. al, 2014). Het plaatsgebonden risico voor een beperkt kwetsbaar object mag niet groter zijn dan 10^{-5}.

In tabel 4.2 is weergegeven welke normen voor het plaatsgebonden risico van toepassing zijn.

Tabel 4.2 Normen plaatsgebonden risico voor windturbines. Bron: Handboek risicozonering windturbines

Type object	Omgevingsbesluit	Toetsingsafstand
kwetsbare objecten	grenswaarde PR 10^{-6}	het maximum van: - ashoogte + ½ rotordiameter of - maximale werpafstand bij nominaal toerental
beperkt kwetsbare objecten	richtwaarde PR 10^{-5}	½ rotordiameter

Hoogspanningsnet, buisleidingen en vervoer van gevaarlijke stoffen

De aanwezigheid van windturbines heeft een risicoverhogende werking op andere risicobronnen, zoals het hoogspanningsnet, buisleidingen en wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Daarom zijn in het Handboek risicozonering windturbines adviesafstanden opgenomen. In tabel 4.3 is een overzicht van de adviesafstanden opgenomen. Als windturbines zich binnen deze afstandscriteria bevinden, kunnen ze leiden tot een verhoogd risico op nabijgelegen kwetsbare objecten. Daarnaast hebben beheerders van infrastructurele werken wensen in de vorm van adviesafstanden voor situaties van uitval van belangrijke infrastructurele werken zoals grote gasleidingen en elektriciteitsvoorzieningen. Om hier rekening mee te houden zal bij het plaatsen van turbines binnen deze afstanden gekeken moeten worden naar de invloed op de leveringszekerheid van de nabije infrastructurele werken. Wanneer windturbines worden geplaatst binnen de adviesafstand moet tevens uit aanvullend onderzoek blijken dat het veiligheidsrisico op omliggende (beperkt) kwetsbare objecten aanvaardbaar is en zo nodig moet dat risico verantwoord worden.

Tabel 4.3 Adviesafstanden tussen windturbines en veelvoorkomende objecten. Bron: Handboek risicozonering windturbines

Risicobron	Adviesafstanden	Regulier	Innovatief
Rijkswegen	- voor turbines met een rotordiameter van 60 m of kleiner: ten minste 30 m uit de rand van de verharding - voor turbines met een rotordiameter groter dan 60 m: ten minste ½ rotordiameter	60 m	82 m
Spoorwegen	- de afstand tussen windturbines en het dichtst bij gelegen spoor dient minimaal 7,85 m + halve rotordiameter te zijn, gemeten vanuit het hart van het dichtstbijzijnde spoor met een minimum van 30 m	67,85 m	89,85 m
Vaarwegen	- windturbines moeten ten minste 50 m of een ½ rotordiameter uit de rand van de vaarweg worden geplaatst	60 m	82 m
Hoogspanningslijnen	de grootste afstand van: - de maximale werpafstand bij een nominaal toerental - ashoogte + ½ rotordiameter	245 m	300 m
Ondergrondse buisleidingen	de grootste afstand van: - de maximale werpafstand bij een nominaal toerental - ashoogte + ½ rotordiameter	245 m	300 m

De effecten op veiligheid worden in dit MER beoordeeld op een kwalitatieve zevenpuntsschaal (tabel 4.4).

Tabel 4.4 Beoordelingsmethodiek externe veiligheid

Score	Betekenis
++	niet van toepassing
+	knelpunten uit de referentiesituatie worden door sanering van bestaande windturbines verholpen.
+/0	niet van toepassing
0	geen knelpunten aanwezig
-/0	niet van toepassing
-	wel knelpunten aanwezig, maar zonder mitigerende maatregelen voldaan aan de norm
--	wel knelpunten aanwezig, mitigerende maatregelen noodzakelijk

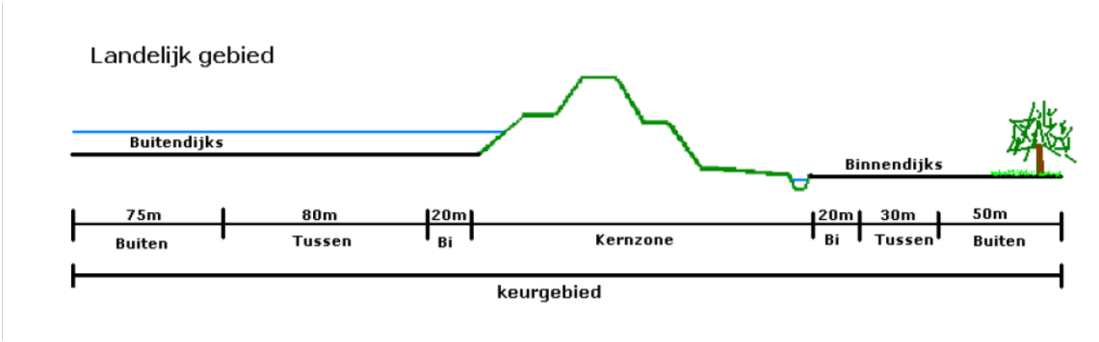
4.3.2 Waterkeringveiligheid

In de legger van waterschap Zuiderzeeland zijn beschermingszones voor primaire keringen vastgelegd, deze zijn opgenomen in tabel 4.5 (zie ook afbeelding 4.1).

Tabel 4.5 Beschermingszone primaire waterkeringen in projectgebied. Bron: Waterschap Zuiderzeeland (2017)

Beschermingszone primaire keringen	Binnendijkse zijde	Buitendijkse zijde
kernzone	140 m (IJsselmeerdijk)	
binnenbeschermingszone	20 m	20 m
tussenbeschermingszone	30 m	80 m
buitenbeschermingszone	50 m	75 m
totale beschermingszone	100 m	175 m

Afbeelding 4.1 Schematische weergave beschermingszone primaire waterkeringen. Bron: Waterschap Zuiderzeeland (2017)
Opmaak: Witteveen+Bos (op basis van Waterschap Zuiderzeeland, 2009)



Kernzone
De kernzone betreft globaal gesproken het lichaam van de waterkering zelf. De plaatsing van windturbines in de kernzone is, op grond van het Beleid primaire waterkeringen, niet toegestaan.

Binnenbeschermingszone
De binnenbeschermingszone is een strook, direct aan weerszijden van de kernzone van de dijk, die technisch/fysisch een bijdrage levert aan de stabiliteit van de waterkering. De plaatsing van windturbines in de binnenbeschermingszone is, op grond van de Keur, niet toegestaan.

Tussenbeschermingszone
De tussenbeschermingszone is een strook aan weerszijden van de binnenbeschermingszone van de waterkering, bedoeld als ruimtereservering voor de uitvoering van toekomstige dijkversterkingen. In deze zone is het plaatsen van windturbines onder beperkingen mogelijk en geldt een onderzoeksplicht.

Buitenbeschermingszone
De buitenbeschermingszone is een is een strook van 75 m (buitendijks) respectievelijk 50 m (binnendijks) buiten de tussenbeschermingszones. In de buitenbeschermingszone is de plaatsing van windmolens toegestaan. Wel moet de initiatiefnemer op basis van onderzoek aantonen wat de effecten van ontgravingen of afgravingen op de stabiliteit van de waterkering zijn. Het waterkeringbelang mag hierbij niet in het geding komen.

De aanwezigheid van windturbines in de kernzone en binnenbeschermingszone kan ertoe leiden dat de stabiliteit, en daarmee de waterkerende veiligheid van de waterkering afneemt, dit geldt zowel voor de aanlegfase als de gebruiksfase (Waterschap Zuiderzeeland, 2009).

Onder bepaalde voorwaarden is de herbouw en sloop van bestaande windturbines in de kernzone en binnenbeschermingszone toegestaan:
- herbouw is mogelijk als de nieuwe turbine op de bestaande fundering wordt geplaatst. Vergroting van de fundering is niet toegestaan;
- bij sloop dient de gehele fundering exclusief de palen te worden verwijderd;
- in beide gevallen dient een Keurontheffing aangevraagd te worden.

Het realiseren van windturbines in de tussenbeschermingszone is toegestaan onder voorwaarden en na overleg. Hieruit moet blijken dat de realisatie van de windturbines geen nadelige invloed heeft op de waterkering. Daarnaast moet worden aangetoond dat de windturbines geen beperking vormen voor de uitbreidbaarheid van de waterkering. De aanvraag van een Keurontheffing is noodzakelijk bij ontwikkeling van nieuwe turbines in deze zone en bij herbouw op bestaande fundering.

In de buitenbeschermingszone is de bouw van windturbines toegestaan. Indien ontgravingen of afgravingen nodig zijn voor de plaatsing van de turbines, dient hiervoor een ontheffing te worden aangevraagd.

De aanleg van kabels in de kern- en binnenbeschermingszone is in principe niet toegestaan (paragraaf 4.4 van de beleidsregel). Alleen indien de initiatiefnemer kan aantonen dat geen alternatief tracé mogelijk is, kan hiervan worden afgeweken. De toetsingscriteria hierbij zijn beschikbare ruimte en maatschappelijke kosten. Verder gelden diverse randvoorwaarden aan aanleg en onderhoud van kabels.

In dit MER wordt waterkeringveiligheid beoordeeld op basis van de plaatsingszones ten opzichte van de beschermingszones van de IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijk. De beoordeling is gebaseerd op een zevenpuntsschaal. De beoordelingsmethodiek is weergegeven in tabel 4.6.

Tabel 4.6 Beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid

Score	Betekenis
--	de voorgenomen activiteit wordt gerealiseerd binnen een kernzone van een primaire waterkering en negatieve gevolgen voor de waterkerende functie van de kering kunnen niet worden uitgesloten.
-	de voorgenomen activiteit wordt gerealiseerd binnen de binnenbeschermingszone van een primaire waterkering en negatieve gevolgen voor de waterkerende functie van de kering kunnen niet worden uitgesloten.
0/-	de voorgenomen activiteit wordt gerealiseerd binnen de tussenbeschermingszone van een primaire waterkering
0	de voorgenomen activiteit wordt gerealiseerd binnen de buitenbeschermingszone van de primaire waterkering of is volledig gelegen buiten de beschermingszone van de kering en leidt niet tot een verandering ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	de ontwikkeling leidt tot een afname van het aantal windturbines in de tussenbeschermingszone van een primaire waterkering
+	de ontwikkeling leidt tot een afname van het aantal windturbines in de binnenbeschermingszone van een primaire waterkering
++	de ontwikkeling leidt tot een afname van het aantal windturbines in de kernzone van een primaire waterkering

4.3.3 Nautische veiligheid

Het projectgebied wordt doorkruist door een hoofdvaarweg. Door de aanwezigheid van windturbines nabij een vaarweg wordt een extra risico geïntroduceerd, namelijk het raken van een windturbine. Een aanvaring of aandrijving kan het gevolg zijn van een navigatiefout of van een technische storing van de motor/stuurinrichting.

Aanvaring
Van een aanvaring wordt gesproken als de windturbine wordt geramd door een menselijke fout (navigatiefout). In het geval van een aanvaring is de snelheid van het schip gelijk aan de vaarsnelheid, ook de vaarrichting is vrijwel gelijk aan de originele vaarrichting.

Aandrijving
Als een windturbine wordt geraakt als gevolg van een motorstoring, spreekt men van een aandrijving. Als een schip te maken krijgt met een motorstoring, kan het op drift raken. Over het algemeen ligt de snelheid van een schip op drift lager dan de vaarsnelheid.

In verband met hinder voor wal- en scheepsradarapparatuur en vanwege visuele hinder die de kans op een aanvaring tussen varende schepen kan vergroten, stelt Rijkswaterstaat in de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatswerken adviesafstanden voor windturbines. Windturbines mogen, op grote wateren zoals het IJsselmeer, niet gerealiseerd worden binnen een afstand van ten minste 50 m of ½ rotordiameter (uitgaand van de grootste) van de buitenste lijn van een scheepvaartroute tenzij met aanvullend onderzoek kan worden aangetoond dat geen hinder voor wal- en scheepsradar optreedt.

De beoordelingsmethodiek voor het criterium ‘invloed op nautische veiligheid’ is gebaseerd op een zevenpuntsschaal. Deze is weergegeven in tabel 4.7.

Tabel 4.7 Beoordelingsmethodiek nautische veiligheid

Score	Betekenis
--	binnen de toetsingsafstand van 50 m of ½ rotordiameter uit de vaarweg zijn windturbines gepland. Uit aanvullend onderzoek blijkt dat hinder voor wal- en scheepsradar optreedt
-	binnen de toetsingsafstand van 50 m uit de vaarweg zijn windturbines gepland. Uit aanvullend onderzoek is gebleken dat dit niet leidt tot hinder voor wal- en scheepvaartradar. De aanwezigheid van objecten langs de hoofdvaarweg leidt nog wel tot een risico op aanvaring of aandrijving door een menselijke fout of motorstoring
-/0	binnen een afstand tussen 50 m of ½ rotordiameter en 200 m zijn windturbines voorzien. Dit kan leiden tot een verstoring van de scheepvaartradar
0	de ontwikkeling leidt niet tot een verandering van de nautische veiligheidssituatie ten opzichte van de referentiesituatie
+/0	niet van toepassing
+	de ontwikkeling leidt tot een afname van het aantal windturbines tussen 50 m of ½ rotordiameter en 200 m van de vaarweg
+ +	de ontwikkeling leidt tot een afname van het aantal windturbines nabij de vaarweg. De dichtstbijzijnde turbine staat op > 200 m

4.3.4 Luchtvaartveiligheid

In het Luchthavenbesluit Lelystad zijn hoogtebeperkingen opgenomen waarmee het project rekening moet houden. Het criterium 'luchtvaartveiligheid' wordt daarom getoetst op een zevenpuntsschaal.

Tabel 4.8 Beoordelingsmethodiek luchtvaartveiligheid

Score	Betekenis
--	de voorgenomen ontwikkeling voldoet niet aan de hoogtebeperking van de aanvliegroute die op basis van het Luchthavenbesluit Lelystad in het projectgebied van toepassing is
-	de voorgenomen ontwikkeling voldoet uitgaande van worst-case niet aan de hoogtebeperking van de aanvliegroute die op basis van het Luchthavenbesluit Lelystad in het projectgebied van toepassing zijn. Maar kan binnen de bandbreedte van hoogtes wel voldoen. De voorgenomen ontwikkeling voldoet niet aan de hoogtebeperking van de outer horizontal surface die op basis van het Luchthavenbesluit Lelystad in het projectgebied van toepassing zijn
0/-	niet van toepassing
0	de ontwikkeling voldoet aan de hoogtebeperkingen uit het Luchthavenbesluit Lelystad
+/0	niet van toepassing
+	windturbines die nu leiden tot een risico voor de luchtvaartveiligheid, bijvoorbeeld doordat ze onder de aanvliegroute of VFR-route staan, worden gesaneerd
+ +	niet van toepassing

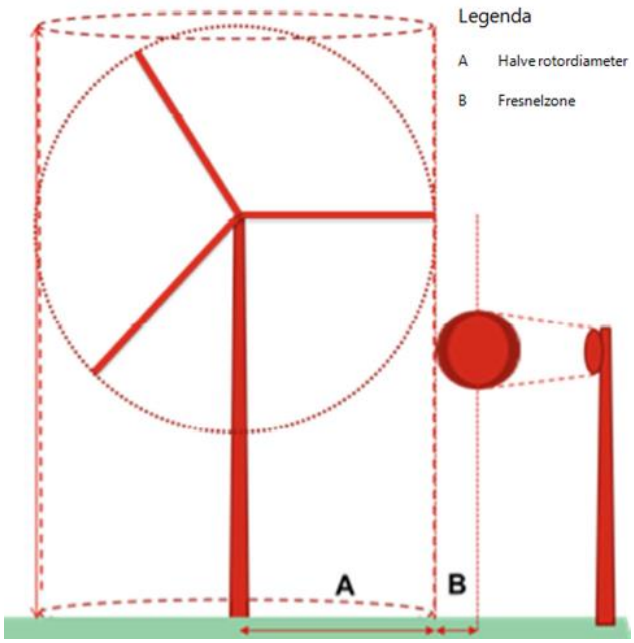
4.3.5 Communicatieverkeer

Een belangrijke voorwaarde van een straalpad is vrij zicht tussen de antennes van een straalpad. Mobiele operators hebben duizenden van deze verbindingen in gebruik. Afspraken zijn gemaakt over de afstemming tussen straalverbindingen en windturbines. Agentschap Telecom heeft een toetsingscriterium opgesteld om te bepalen of windturbines het straalpad van een zender (deels) afdekken. Dit is vastgesteld in het document 'Toetsingscriterium Straalverbindingen en Windturbines'. Conform 'Toetsingscriterium Straalverbindingen en

Windturbines' is beoordeeld of er effecten worden verwacht op deze straalpaden. De volgende criteria zijn daarbij meegenomen:

- de mast van de windturbine mag niet in directe lijn liggen met het straalpad;
- de veilige afstand tussen een windturbine en straalpad is minimaal een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone. De fresnelzone is afhankelijk van de gebruikte frequentie en de afstand tot de antenne (zie afbeelding 4.2);
- de hoogte van de windturbine is tevens bepalend. Bevind het straalpad zich onder de rotorbladen, dan heeft de windturbine geen effect op de werking van het straalpad.

Afbeelding 4.2 Aanbevolen veiligheidsafstand tussen straalpaden



De effecten op communicatieverkeer worden in dit MER beoordeeld op een kwantitatieve driepuntsschaal, zie tabel 4.9

Tabel 4.9 Beoordelingsmethodiek communicatieverkeer

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	windturbines aanwezig binnen het straalpad
-	windturbines aanwezig buiten het straalpad, maar binnen een afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone
0	windturbines aanwezig op voldoende afstand van het straalpad

4.3.6 Defensieradar

Het ministerie van Defensie beoordeelt of de in opdracht van de ontwikkelaar door TNO berekende verstoring van het radarbeeld voor projecten binnen het toetsingsgebied aanvaardbaar is en verleent een verklaring van geen bezwaar als dat het geval is (RVO, n.d.). De sanering van bestaande turbines kan een positief effect hebben op radar, doordat obstakels worden weggehaald. Het project kan dus een negatief, of positief effect hebben op defensieradar. Daarom is dit criterium op een zevenpuntsschaal beoordeeld, deze is weergegeven in tabel 4.10.

Tabel 4.10 Beoordelingsmethodiek defensieradar.

Score	Betekenis
--	uit het onderzoek van TNO blijkt dat de ontwikkeling leidt tot een verstoring van het radarbeeld. Uit de conclusie blijkt dat de verstoringsafstand onaanvaardbaar is
-	uit het onderzoek van TNO blijkt dat de ontwikkeling leidt tot een verstoring van het radarbeeld. Uit de conclusie blijkt dat de verstoringsafstand aanvaardbaar is
0/-	n.v.t.
0	uit het onderzoek van TNO blijkt dat het radarbeeld niet wordt beïnvloed ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	de sanering van windturbines leidt in beperkte mate tot minder verstoring van het radarbeeld dan in de referentiesituatie het geval is
+	de sanering van windturbines leidt tot minder verstoring van het radarbeeld dan in de referentiesituatie het geval is
++	n.v.t.

4.4 Projectgebied en studiegebied

Het projectgebied is het gebied waar daadwerkelijk bouwwerkzaamheden en gerelateerde ingrepen plaatsvinden. Het studiegebied is het gebied waar relevante milieugevolgen te verwachten zijn als gevolg van het project. Voor veiligheid wordt het studiegebied bepaald door het invloedgebied van een windturbine, Het invloedgebied de maximale werpafstand van een rotorblad bij overtoeren, voor 3 MW - 5MW turbines bedraagt deze werpafstand circa 300 m.

4.5 Rekenmethodiek en toegepast model

Het onderzoek is gebaseerd op een bureaustudie en GIS-kaarten. In de eerste fase worden door een GIS model toetsingsafstanden voor de verschillende veiligheidsaspecten in kaart gebracht. Uitgangspunt daarbij is dat het GIS model de maximale effecten weergeeft, doordat risicocontouren rondom de plaatsingszones worden gelegd. De effecten van de alternatieven op veiligheid worden kwalitatief beoordeeld.
Indien in de eerste fase blijkt dat nader onderzoek nodig is, worden in de tweede fase berekeningen uitgevoerd. Voor externe veiligheid zal in dit geval een groepsrisicoberekening gemaakt worden, voor nautische veiligheid wordt een kwantitatief onderzoek uitgevoerd naar de kansen op een aanvaring of aandrijving.

5

EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING ALTERNATIEVEN FASE 1

Dit hoofdstuk bevat de effectbeoordeling van fase 1, waarbij vier alternatieven zijn onderzocht:
- alternatief 1 (**RR**): **R**eguliere windturbines in plaatsingszones **R**egioplan;
- alternatief 2 (**IR**): **I**nnovatieve windturbines in plaatsingszones **R**egioplan;
- alternatief 3 (**RA**): **R**eguliere windturbines in plaatsingszones Regioplan en **A**lternatieve zones;
- alternatief 4 (**IA**): **I**nnovatieve windturbines in plaatsingszones Regioplan en **A**lternatieve zones.

Op basis van deze effectbeoordeling zijn een basisalternatief en twee varianten hierop ontwikkeld waarvoor in fase 2 meer gedetailleerd onderzoek is uitgevoerd. De effectbeoordeling van fase 2 is uitgewerkt in hoofdstuk 6 van dit deelrapport.

5.1 Effecten en effectbeoordeling

In tabel 5.1 is het overzicht gegeven voor de beoordeling van de effecten van de verschillende alternatieven voor Windplan Blauw. Deze alternatieven zijn toegelicht hoofdstuk 1 van dit deelrapport. De effectbeoordeling is onder de tabel per criterium toegelicht.

5.1.1 Overzicht

Tabel 5.1 Overzichtstabel effectenbeoordeling gebruiksfase (na dubbeldraaiperiode)

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	**regioplan + innovatief**	**Regioplan + regulier a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart**	**Regioplan + innovatief a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart**
invloed op kwetsbare objecten	+ (alleen voor de plaatsingszones Klokbekertocht, en IJsselmeerdijk zijn de alternatieven onderscheidend daarin scoort de reguliere variant iets beter)	+ (voor Klokbekertocht, Klokbekertocht uitbreiding en IJsselmeerdijk zijn de alternatieven onderscheidend)	a: + vergelijkbaar aantal woningen in PR10-6 maar gelijke beoordeling	a: 0/+ netto afname van het aantal woningen binnen 10-6 contour. Door de uitbreiding aan de noordzijde van de tochten meer woningen t.o.v. regioplanzone
			b: + vergelijkbaar aantal woningen in PR10-6 maar gelijke beoordeling	b: 0/+ netto afname van het aantal woningen binnen 10-6 contour. Door de

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
				alternatieve plaatsingszone meer woningen t.o.v. regioplanzone
			c.: + (geen extra effect)	c: + (geen extra effect)
			d: + (geen extra effect)	d: + (geen extra effect)
			e: + (geen extra effect)	e: + (geen extra effect)
invloed op verkeersveiligheid	- (de toetsafstand van de A6 loopt door de plaatsingszones Buitendijks Binnenzijde en IJsselmeerdijk. De binnenvaartroute loopt door de Elandtocht en Rendiertocht.)	- (de toetsafstand van de A6 loopt door de plaatsingszones Buitendijks Binnenzijde en IJsselmeerdijk. De binnenvaartroute loopt door de Elandtocht en Rendiertocht.)	a: - (geen extra effect)	a: - (geen extra effect door)
			b: - (geen extra effect)	b: - (geen extra effect door toevoeging van alternatieve plaatsingszone)
			c: - (geen extra effect)	c: - (geen extra effect)
			d: - (geen extra effect)	d: - (geen extra effect)
			e: - (binnenvaartroute doorkruist Lage Vaart)	e: - (binnenvaartroute doorkruist Lage Vaart)
invloed op andere risicobronnen	- (IJsselmeerdijk: A6 Kolkbekertocht: hoogspanning. Rivierduintocht: hoogspanning Elandtocht: buisleiding, N307/N711, binnenvaarweg Rendiertocht: buisleiding, N307/N711, binnenvaartroute)	- (IJsselmeerdijk: A6 Kolkbekertocht: hoogspanning. Rivierduintocht: hoogspanning Elandtocht: buisleiding, N307/N711, binnenvaarweg Rendiertocht: buisleiding, N307/N711, binnenvaartroute)	a: - (spoor en hoogspanningslijn)	a: - (spoor en hoogspanningslijn)
			b: - (hoogspanningslijn)	b: - (hoogspanningslijn)
			c.: - (hoogspanningslijn)	c: - (hoogspanningslijn)
			d: - (buisleiding)	d: - (buisleiding)
			e: - (buisleiding, binnenvaartroute)	e: -(buisleiding, binnenvaartroute)
waterkeringveiligheid	0/-	0/-	a: 0/- (geen extra effect)	a: 0/- (geen extra effect)

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
	(licht negatief vanwege vergelijkbare effecten na sanering van bestaande turbines)	(licht negatief vanwege vergelijkbare effecten na sanering van bestaande turbines)	b: 0/- (geen extra effect)	b: 0/- (geen extra effect)
			c.: 0/- (geen extra effect)	c: 0/- (geen extra effect)
			d: 0/- (geen extra effect)	d: 0/- (geen extra effect)
			e: 0/- (geen extra effect)	e: 0/- (geen extra effect)
waterkeringveiligheid	0/-	0/-	a: 0/- (geen extra effect)	a: 0/- (geen extra effect)
			b: 0/- (geen extra effect)	b: 0/- (geen extra effect)
			c.: 0/- (geen extra effect)	c: 0/- (geen extra effect)
			d: 0/- (geen extra effect)	d: 0/- (geen extra effect)
			e: 0/- (geen extra effect)	e: 0/- (geen extra effect)
Nautische veiligheid	- (door plaatsing turbines nabij de vaarweg in het IJsselmeer)	- (door plaatsing turbines nabij de vaarweg in het IJsselmeer)	a: - (geen extra effect)	a: - (geen extra effect)
			b: - (geen extra effect)	b: - (geen extra effect)
			c.: - (geen extra effect)	c: - (geen extra effect)
			d: - (geen extra effect)	d: - (geen extra effect)
			e: - (geen extra effect)	e: - (geen extra effect)
Luchtvaartveiligheid	- (overschrijding van de hoogtebeperking indien worst-case bij IJsselmeerdijk, (deel van) Eland Vuursteen- en Rivierduintocht)	-- (overschrijding van de hoogtebeperking bij IJsselmeerdijk, (deel van) Eland Vuursteen- en Rivierduintocht)	a: - (overschrijding van de hoogtebeperking indien worst-case)	a: -- (overschrijding van de hoogtebeperking)
			b: - (geen extra effect)	b: -- (geen extra effect door toevoeging van

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
				alternatieve plaatsingszone)
			c.: - (geen extra effect)	c: -- (geen extra effect door toevoeging van alternatieve plaatsingszone)
			d: - (overschrijding van de hoogtebeperking indien worst-case)	d: -- (overschrijding van de hoogtebeperking)
			e: - (geen extra effect)	e: -- (geen extra effect)
defensieradar	- (door plaatsing turbines boven toetsingshoogte)	- (door plaatsing turbines boven toetsingshoogte)	a: - (geen extra effect)	a: - (geen extra effect)
			b: - (geen extra effect)	b: - (geen extra effect)
			c: - (geen extra effect)	c: - (geen extra effect)
			d: - (geen extra effect)	d: - (geen extra effect)
			e: - (geen extra effect)	e: - (geen extra effect)

Effecten inclusief de dubbeldraaiperiode

Effecten op (beperkt) kwetsbare objecten

Tijdens de dubbeldraaiperiode blijven 22 woningen zich bevinden binnen de 10^{-6}-contour van de huidige turbines[1]. Hierdoor voldoen de woningen aan de norm (10^{-5}-contour). In de dubbeldraaiperiode zijn geen aanvullende effecten te verwachten anders dan de huidige effecten van de bestaande windturbines en de effecten in de plansituatie. Daarbij is het uitgangspunt dat de huidige turbines die het in gebruik nemen van een nieuwe windturbine belemmeren vóór de bouw van de nieuwe turbine zijn gesaneerd.

[1] Als de woningen behoren tot de inrichting van de windturbine, dan geldt geen PR norm voor die woning. Volgens 3.15a Activiteitenbesluit zijn de PR normen alleen van toepassing wanneer de woning buiten de inrichting is gelegen. Om een vergelijking te kunnen maken hoe veel woningen voor en na het plan onder invloed zijn van de faalkans van een windturbine is in de analyse fase 1 deze nuance niet meegenomen. Zo staat één woning gelijk aan één woning en wordt deze beschouwd als (beperkt) kwetsbaar object.

Voor externe veiligheid treedt dus geen cumulatief effect op (beperkt) kwetsbare objecten. Daarom zijn er in de dubbeldraaiperiode geen aanvullende effecten op (beperkt) kwetsbare objecten.

Effecten op andere risicobronnen

Tijdens de dubbeldraaiperiode blijven de naar schatting 10 bestaande turbines staan binnen de adviesafstand van de hoogspanningslijnen. In de dubbeldraaiperiode zijn geen aanvullende effecten te verwachten anders dan de huidige effecten van de bestaande windturbines en de effecten in de plansituatie. Doordat in de dubbeldraaiperiode meer turbines binnen de adviesafstand staan, is de kans om een incident met een windturbine op een hoogspanningslijn groter, daarom wordt het effect van de gebruiksfase inclusief de dubbeldraaiperiode beoordeeld als negatief (-) (zie ook tabel 5.2).

Tabel 5.2 Overzichtstabel effectenbeoordeling gebruiksfase (inclusief dubbeldraaiperiode)

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Klokbeker- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
invloed op andere risicobronnen	-	-	a: -	a: -

Voor overige risicobronnen zijn geen aanvullende effecten te verwachten tijdens de dubbeldraaiperiode vanwege de afstand tot andere risicobronnen.

Voor de andere aspecten binnen het thema veiligheid worden geen significante of onderscheidende effecten verwacht tijdens de dubbeldraaiperiode.

Effecten tijdens aanleg en sanering

Voor de aanlegfase van nieuwe turbines en het saneren van bestaande windturbines zijn geen aanvullende effecten te verwachten voor het aspect veiligheid. Daarbij is het uitgangspunt dat de huidige turbines die het in gebruik nemen van een nieuwe windturbine belemmeren vóór de bouw van de nieuwe turbine zijn gesaneerd.

5.1.2 Externe veiligheid

Invloed op kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten zijn gebouwen waarin gedurende een langere periode mensen aanwezig zijn die bescherming behoeven. In artikel 1, onder lid l. van het Besluit externe veiligheid zijn ondermeer woningen, ziekenhuizen en scholen aangeduid als een kwetsbaar object. Voor kwetsbare objecten geldt een PR-10^{-6} risicocontour.

Woningen met een woningdichtheid van 2 woningen per hectare of minder, worden beschouwd als een beperkt kwetsbaar object. Andere voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld restaurants en hotels met een oppervlakte kleiner dan 1.500 m^2 en andere bedrijfsgebouwen. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt een PR-10^{-5} risicocontour. Als (beperkt) kwetsbare objecten buiten de risicocontouren van de

windturbines liggen, wordt voldaan aan de eisen uit het Activiteitenbesluit en ondervinden mensen die verblijven in het projectgebied geen onacceptabel veiligheidsrisico.

In dit MER worden twee turbinetypen beoordeeld, een regulier en een innovatief type. Omdat pas na de VKA keuze een turbinetype wordt gekozen, is in deze fase het plaatsgebonden risicocontour indicatief bepaald op basis van de richtlijnen uit het Handboek risicozonering windturbines. Het handboek schrijft voor dat voor het bepalen van de PR10^{-6} contour de grootste afstand moet worden aangehouden van de ashoogte + ½ rotordiameter, of de werpafstand bij een nominaal toerental. In tabel 5.3 zijn deze afstanden weergegeven voor het reguliere en innovatieve turbinetype.

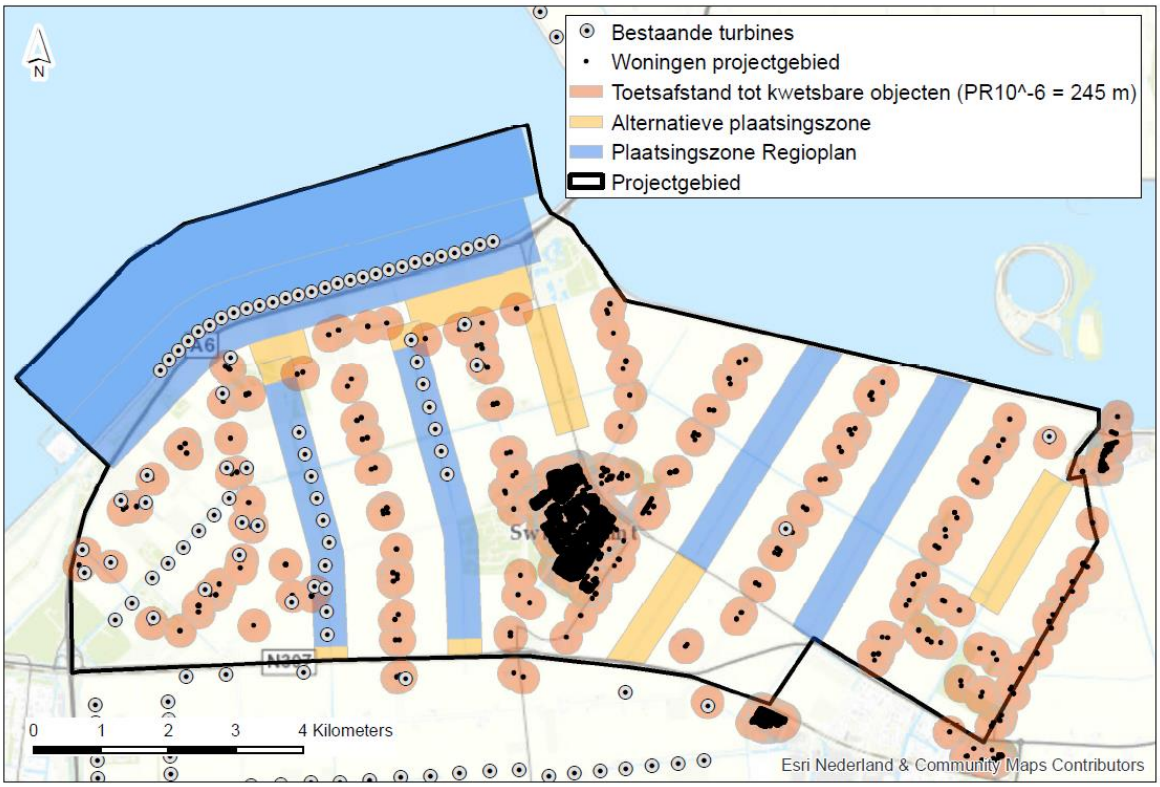
Tabel 5.3 Bepaling toetsafstand PR 10^{-6} contour

	Ashoogte + ½ rotordiameter	Werpafstand bij nominaal toerental
regulier (ashoogte 120 m)	180 m	245 m
innovatief (ashoogte 166 m)	248 m	300 m

In het handboek risicozonering windturbines is een tabel opgenomen met generieke waarden voor werpafstanden van rotorbladen. De generieke werpafstand is in het handboek benoemd tot een ashoogte van maximaal 120 m. Voor het reguliere tudbinetype kan op basis van het handboek uit worden gegaan van een generieke werpafstand van 245 m. Op basis van de generieke werpafstanden uit het handboek, wordt verwacht dat een windturbine met een ashoogte van 166 m, bij nominaal toerental een werpafstand heeft van ten hoogste 300 m. Voor zowel het reguliere als innovatieve turbinetype is de werpafstand groter dan de ashoogte + ½ rotordiameter, daarom is de effectbeoordeling op de werpafstand gebaseerd.

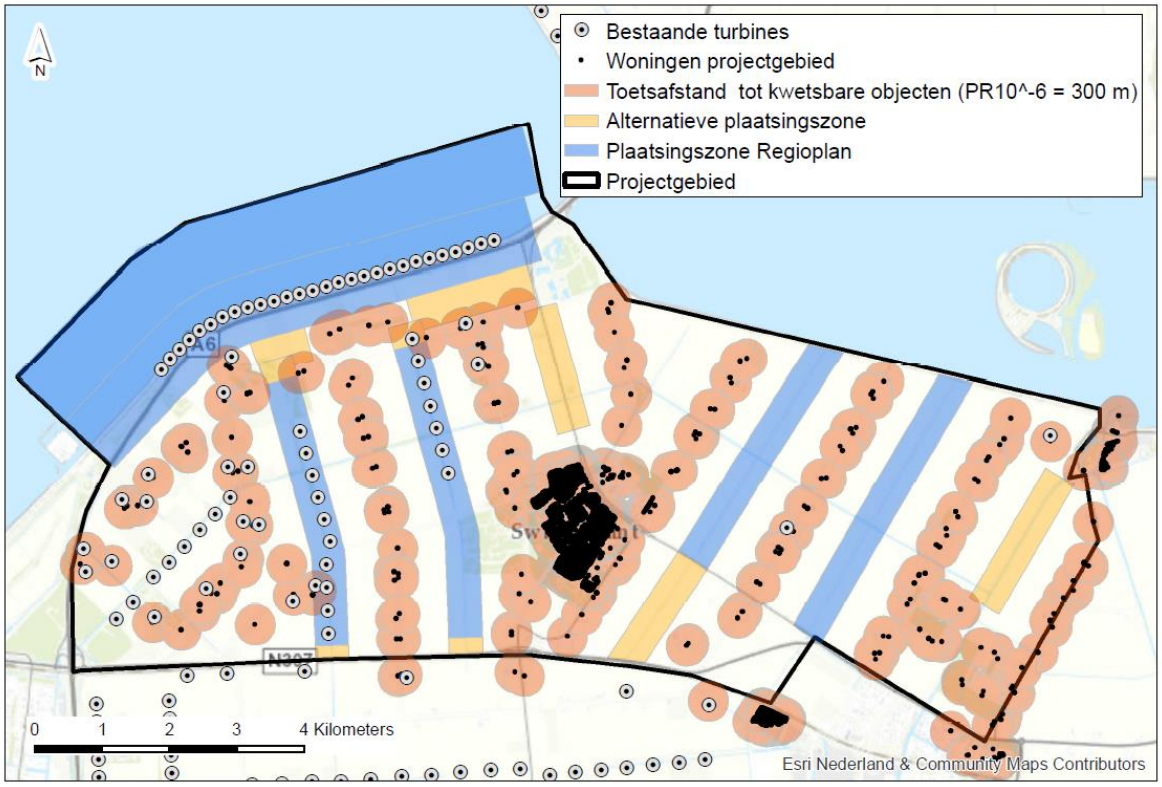
In het projectgebied zijn circa 1.500 woningen aanwezig. In het alternatief waarin is gekozen voor een regulier turbinetype, zijn mogelijk 16 woningen gelegen binnen de PR 10^{-6} contour rondom windturbines (zie afbeelding 5.1).

Afbeelding 5.1 Reguliere turbines: PR 10^{-6} contour rondom kwetsbare objecten



Wanneer wordt gekozen voor een innovatief turbinetype, wordt zijn mogelijk 19 woningen gelegen binnen de PR 10^{-6} contour rondom windturbines (zie afbeelding 5.2).

Afbeelding 5.2 Innovatieve turbines: PR 10^{-6} contour rondom kwetsbare objecten



Een aantal van deze woningen liggen binnen de PR 10^{-6} contour van meerdere plaatsingszones. Daarom is in tabel 5.4 voor de individuele plaatsingszones vermeld hoeveel kwetsbare objecten zich binnen deze contour bevinden.

Tabel 5.4 Aantal woningen waarvoor per plaatsingszone sprake is van een overschrijding van het PR-contour

Plaatsingszone	Regioplan / alternatief	Aantal woningen binnen de PR 10^{-6} contour	
		Regulier	Innovatief
Klokbekertocht	regioplan	5	7
Klokbekertocht uitbreiding	alternatief	3	4
IJsselmeerdijk (binnenste)	regioplan	5	6
IJsselmeerdijk (buitenste)	regioplan	0	0
Elandtocht	regioplan	0	0
Elandtocht uitbreiding	alternatief	0	0
Rendiertocht	regioplan	0	0
Parallel binnendijks	alternatief	5	5
Rivierduintocht	regioplan	1	1
Rivierduintocht uitbreiding	alternatief	2	2
Kamperhoekweg	alternatief	1	1
Lage Vaart	alternatief	1	1

De afbeeldingen (5.1 en 5.2) en tabel (5.4) laten zien dat de verschillen tussen de reguliere en innovatieve turbines klein zijn. Alleen voor de plaatsingszones Klokbekertocht, Klokbekertocht uitbreiding en IJsselmeerdijk zijn de alternatieven onderscheidend. Voor de plaatsingszones uit het regioplan geldt dat de plansituatie in alle gevallen leidt tot een vermindering van het aantal kwetsbare objecten binnen de risicocontouren van windturbines, en wordt daarom beoordeeld als positief (+). Voor de alternatieve plaatsingszones geldt hetzelfde, alleen scoort een innovatieve turbine iets minder positief (+ voor reguliere turbines, en +/0 voor innovatieve turbines). Binnen deze plaatsingszones blijft voor zowel reguliere als innovatieve turbines ruimte voor opstellingen waarin het plaatsgebonden risico niet wordt overschreden.

Van de plaatsingszones hebben de Klokbekertocht, de IJsselmeerdijk en de plaatsingszone Parallel binnendijks het grootste effect op het plaatsgebonden risico.

In de referentiesituatie leiden bestaande windturbines tot een overschrijding van de PR 10^{-6} contour voor 22 woningen. De alternatieven uit het MER leiden mogelijk tot een overschrijding van het plaatsgebonden risicocontour voor 16 (regulier) tot 19 (innovatief) woningen als alle plaatsingzones volledig worden gerealiseerd, dit is een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie, zie tabel 5.5.

Tabel 5.5 Afname van het aantal woningen binnen de PR 10^{-6} contour ten opzichte van de referentiesituatie

Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
- 11	- 14	a: -6	a: -2
		b: -6	b: -3
		c: -10	c: -7
		d: -11	d: -8
		e: - 10	e: - 7

Het uitgangpunt is dat in de plansituatie geen overschrijding van het plaatsgebonden risico plaatsvindt. In de keuze van het VKA zal dus rekening gehouden worden met de minimale afstand tot woningen. Binnen alle plaatsingszones blijft voor zowel reguliere als innovatieve turbines ruimte voor opstellingen waarin het plaatsgebonden risico niet wordt overschreden. Echter is voor de keuze van het VKA nog niet uit te sluiten dat een overschrijding optreedt.

Indirecte effecten op hoogspanningsnet, buisleidingen en vervoer van gevaarlijke stoffen

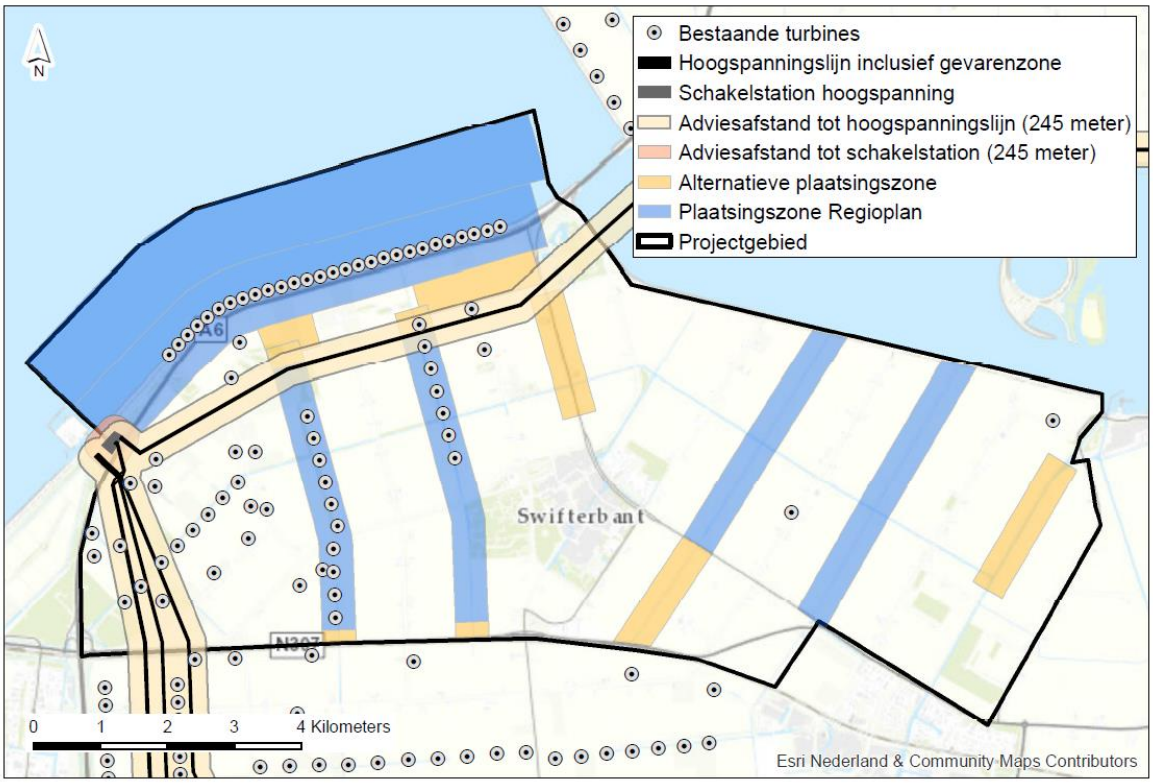
Hoogspanning

Doordat alle alternatieven plaatsingszones bevatten waar windturbines mogelijk zijn binnen de adviesafstand (maximale werpafstand bij nominaal toerental, zie afbeelding 5.3 en 5.4) wordt dit aspect beoordeeld als negatief (-). Als uitgangspunt is gehanteerd dat turbines niet geplaatst worden over de hoogspanninglijnen, hierdoor is een significant negatief effect uit te sluiten. Wanneer niet wordt voldaan aan de adviesafstand vraagt TenneT om met hen in overleg te treden.

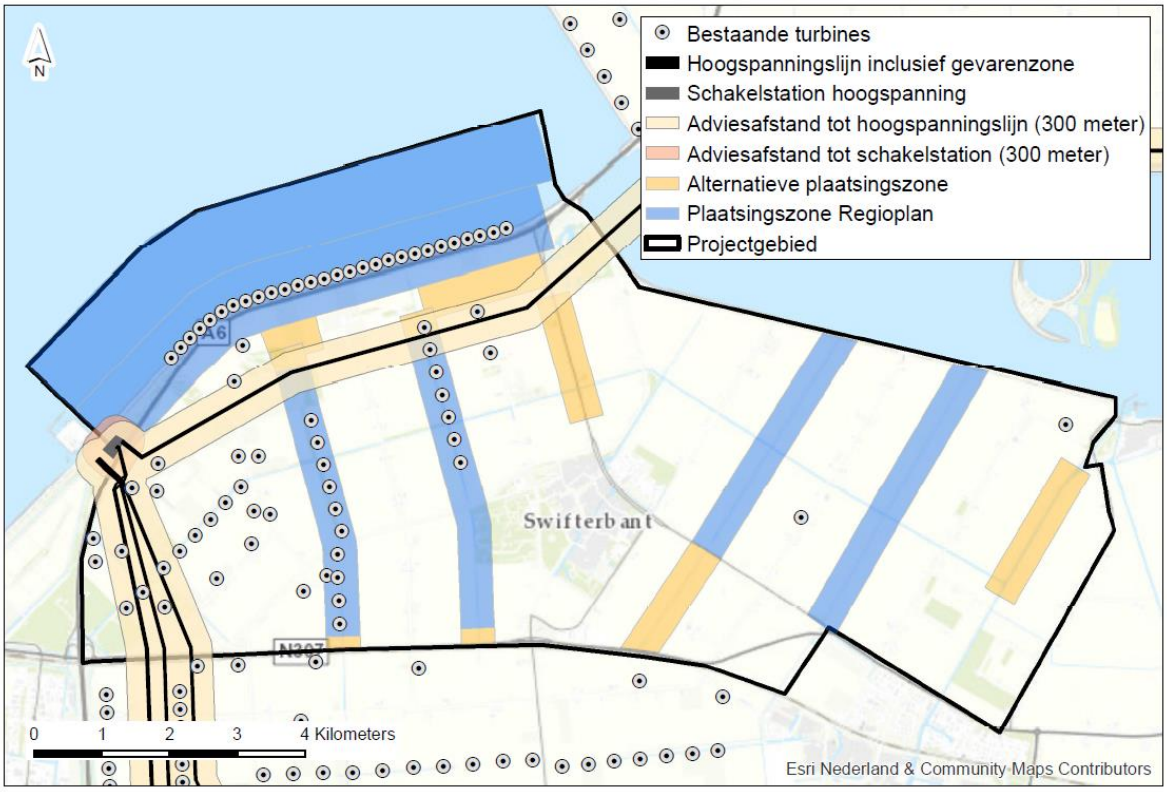
Door de sanering van de turbines worden tien turbines verwijderd die binnen de adviesafstand van hoogspanningslijnen liggen. De sanering van deze turbines heeft een positief effect. Met het invullen van de Regioplanzones komen naar schatting twee nieuwe turbines (in de Rivierduintocht en de Klokbekertocht) binnen de adviesafstand.

Bij invulling van alternatieve plaatsingszones kunnen naar schatting zeven nieuwe turbines binnen de alternatieve plaatsingszones worden geplaatst. Inclusief de regioplanzones kunnen maximaal negen turbines binnen de adviesafstand geplaatst worden. Per saldo kan het project dus leiden tot een vermindering van het aantal turbines binnen de adviesafstand van hoogspanningslijnen.

Afbeelding 5.3 Toetsafstand tot hoogspanning voor reguliere turbines



Afbeelding 5.4 Toetsafstand tot hoogspanning voor innovatieve turbines



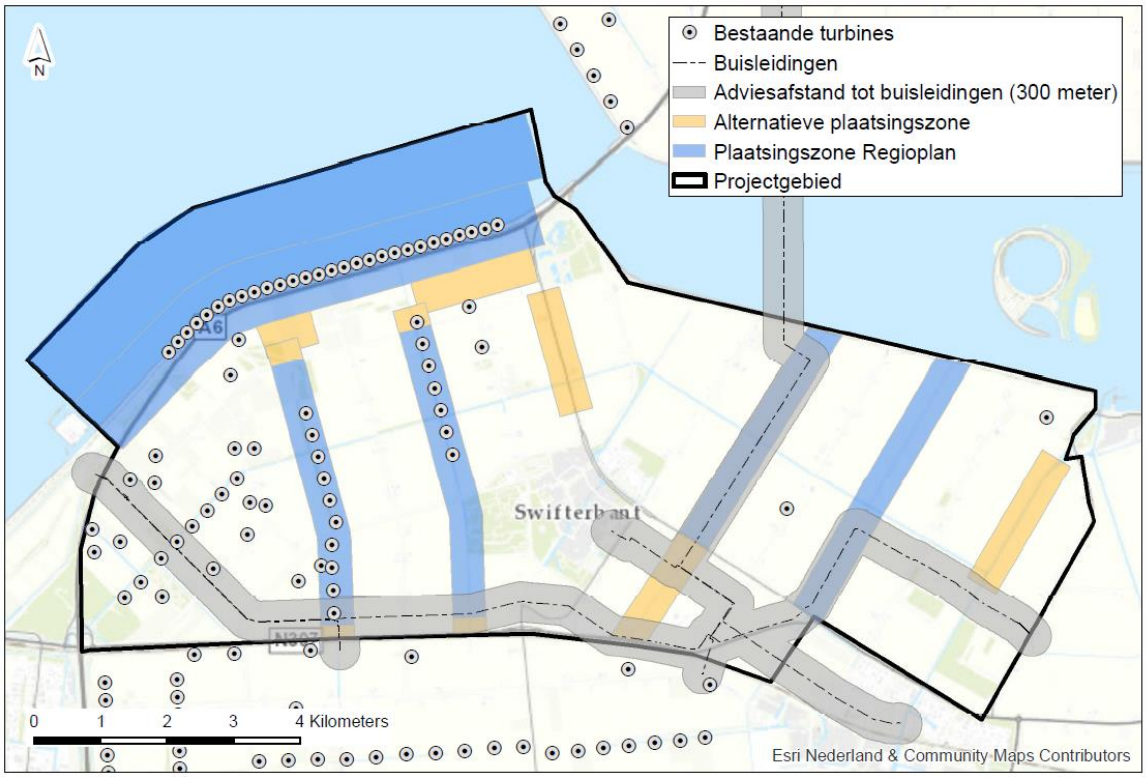
Buisleidingen

Doordat alle alternatieven plaatsingszones bevatten waar windturbines mogelijk zijn binnen de toetsafstand (maximale werpafstand bij nominaal toerental, zie afbeelding 5.5 en 5.6) wordt dit aspect beoordeeld als negatief (-). Als uitgangspunt is gehanteerd dat turbines niet geplaatst worden op de (of binnen de belemmeringenstrook van de) buisleidingen buisleiding, hierdoor is een significant negatief effect uit te sluiten. Wanneer niet wordt voldaan aan de adviesafstand dient overlegd te worden met de beheerder over het effect van een windturbine op de leveringszekerheid. Wanneer windturbines worden geplaatst binnen de adviesafstand moet tevens uit aanvullend onderzoek blijken dat het veiligheidsrisico op omliggende (beperkt) kwetsbare objecten aanvaardbaar is en zo nodig verantwoord worden.

Door de sanering van de turbines bij de Noordertocht worden drie turbines verwijderd die binnen de adviesafstand van een buisleiding liggen. De sanering van deze turbines heeft een positief effect. Door de nieuwe plaatsingszones worden echter meer nieuwe turbines binnen de adviesafstand voorzien dan er worden gesaneerd. Per saldo is het effect daarom negatief.

Afbeelding 5.5 Toetsafstand tot buisleidingen voor reguliere turbines

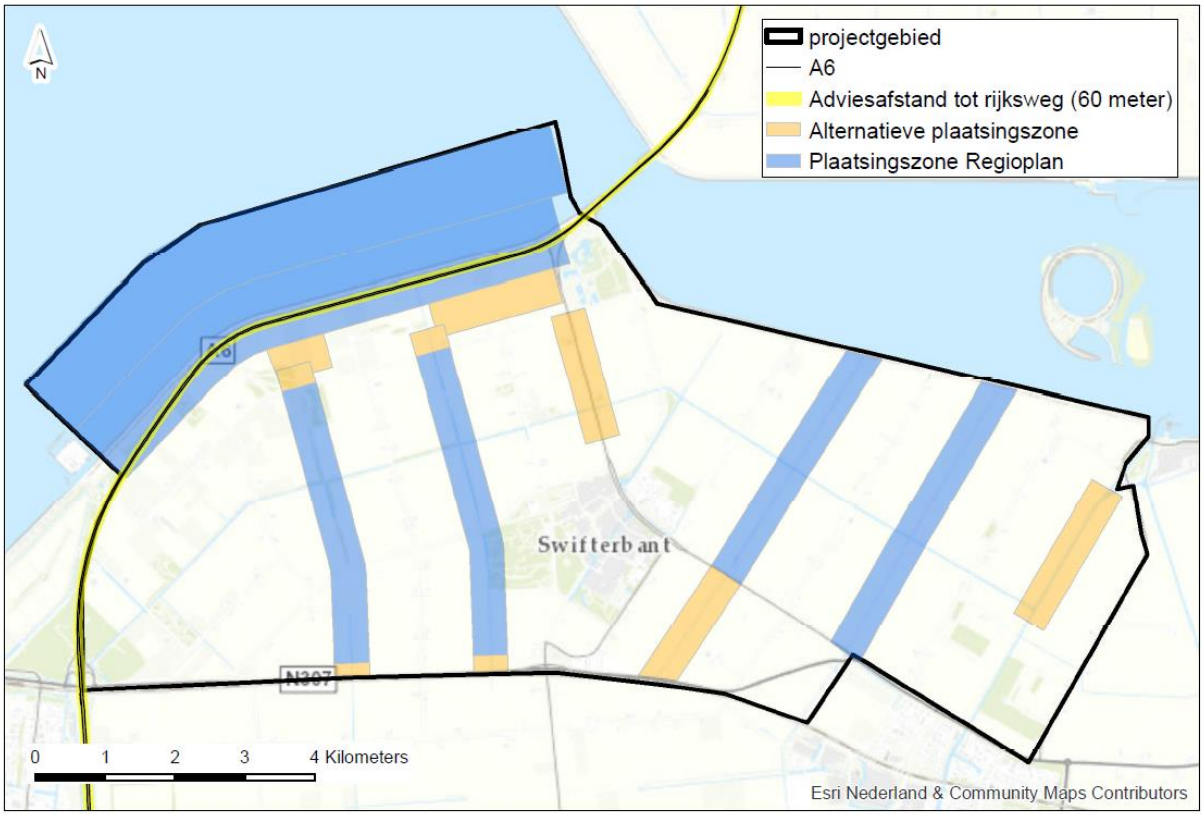
Afbeelding 5.6 Toetsafstand tot buisleidingen voor innovatieve turbines



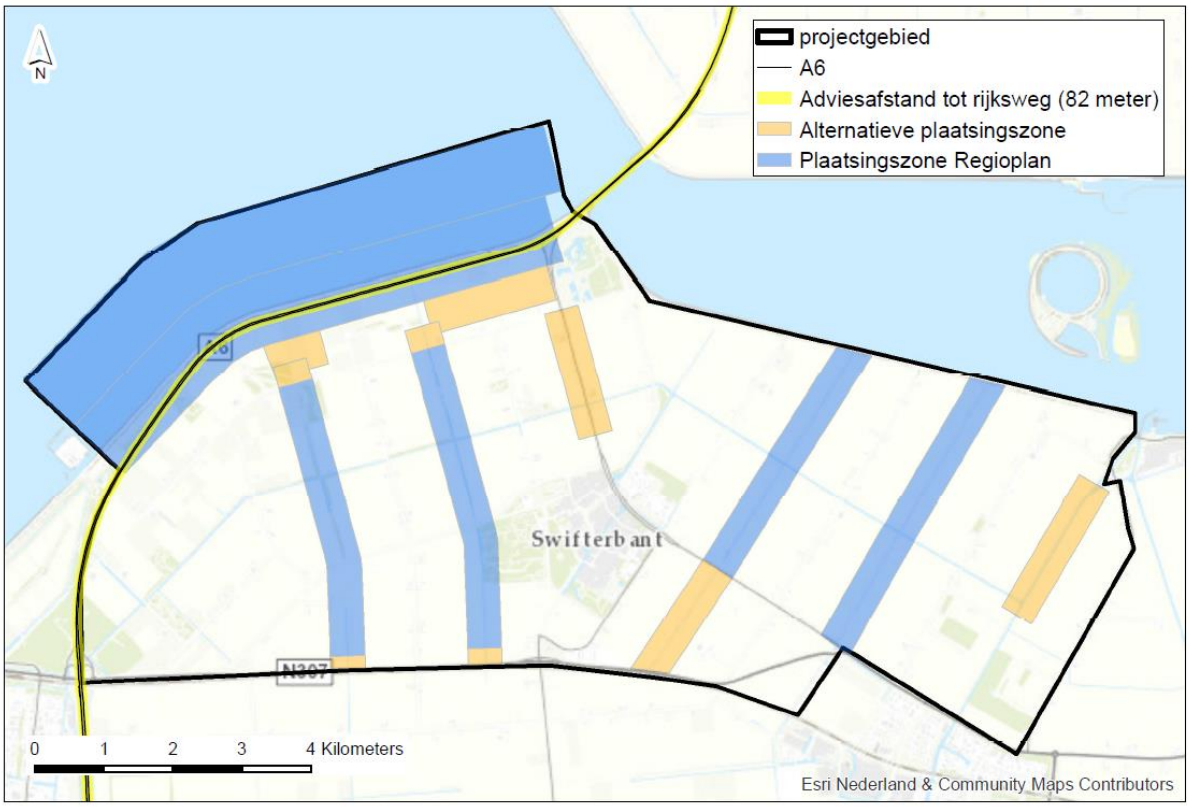
Vervoer van gevaarlijke stoffen en wegverkeer

In het Handboek risicozonering windturbines wordt verwezen naar de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken voor de beoordeling van effecten op wegen. Hierbij wordt gesteld dat wanneer een windturbine zich buiten een afstand van een halve rotordiameter ten opzichte van de rand van de rijksweg bevindt, er in normale omstandigheden geen significante effecten zijn te verwachten. De toetsafstanden voor de reguliere en innovatieve turbinetypes zijn weergegeven in de afbeeldingen 5.7 en 5.8. Het uitgangspunt voor dit MER is dat alle turbines op een grotere afstand dan een halve rotordiameter van de rand van de rijksweg A6 wordt geplaatst. Wanneer windturbines worden geplaatst binnen de adviesafstand, moet uit aanvullend onderzoek blijken dat het veiligheidsrisico aanvaardbaar is.

Afbeelding 5.7 Minimumafstand tot snelwegen voor reguliere turbines



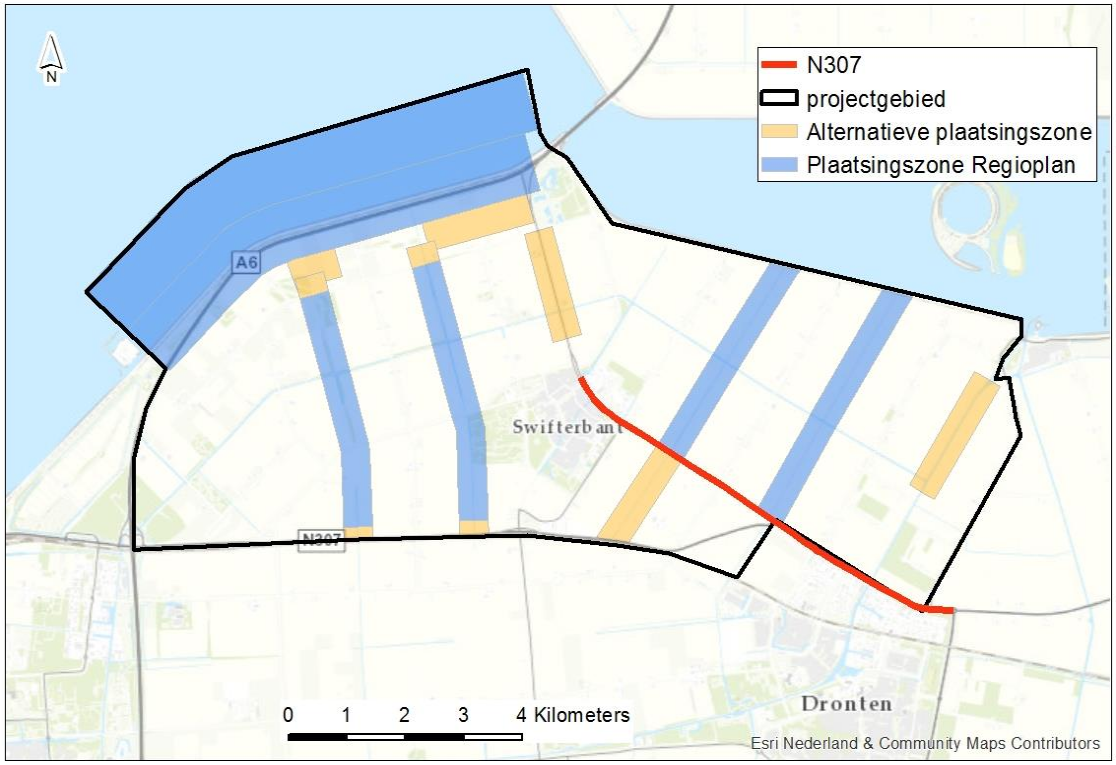
Afbeelding 5.8 Minimumafstand tot snelwegen voor innovatieve turbines



Lokale wegen

Volgens het handboek risicozonering windturbines gelden voor lokale wegen geen normstellingen. Er worden hier ook geen significante risico's verwacht omdat de verkeersintensiteit en de verblijfstijden binnen de risicozones te laag zijn om significante risico's voor passanten of de maatschappij te veroorzaken. Met de vuistregels uit het HART (Handleiding Risicoanalyse Transport) kan middels kentallen het risicoprofiel van een weg worden ingeschat. Aan de hand van het (beperkt) aantal transporten van gevaarlijke stoffen kan dan geconcludeerd worden dat geen sprake is van PR10-6. Voor de N307 en N711 geldt op basis van de vuistregels uit het HART dat voor de provinciale weg ter hoogte van het projectgebied geen PR 10-6-contour noch een groepsrisico kent. Het aantal transporten van gevaarlijke stoffen (over de N307 en N711) wordt niet groot genoeg geacht om te leiden tot een significant of onderscheiden effect bij het plaatsen van nieuwe windturbines, Wanneer nieuwe turbines geplaatst worden binnen de toetsafstand voor gevaarlijke transportroutes (1/2^{e} rotordiameter), zal de risicotoevoeging van de windturbine op de intrinsieke faalkans van een autotankwagen bepaald moeten worden. Naar verwachting is deze kans, gezien het beperkt aantal windturbines dat voorzien wordt nabij de N307 en N711, verwaarloosbaar klein (zie afbeelding 5.9).

Afbeelding 5.9 Deel van de N307 waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt

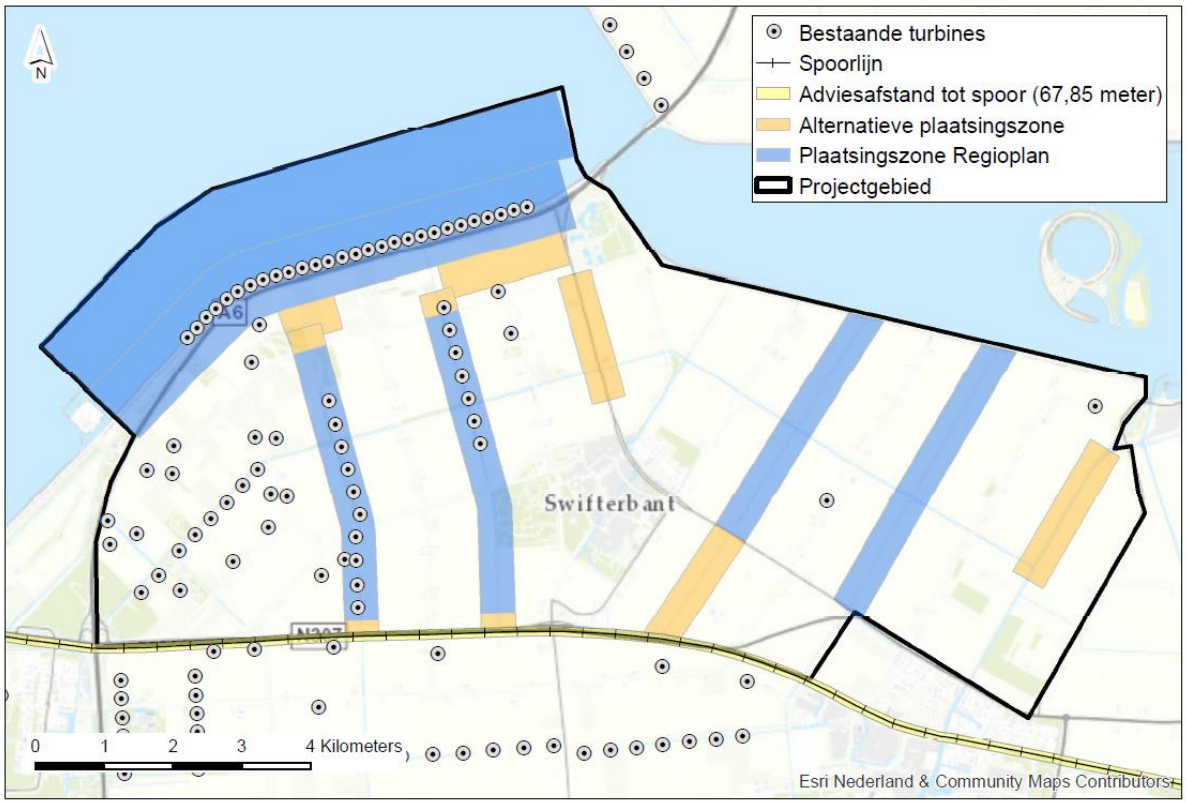


Spoorwegen

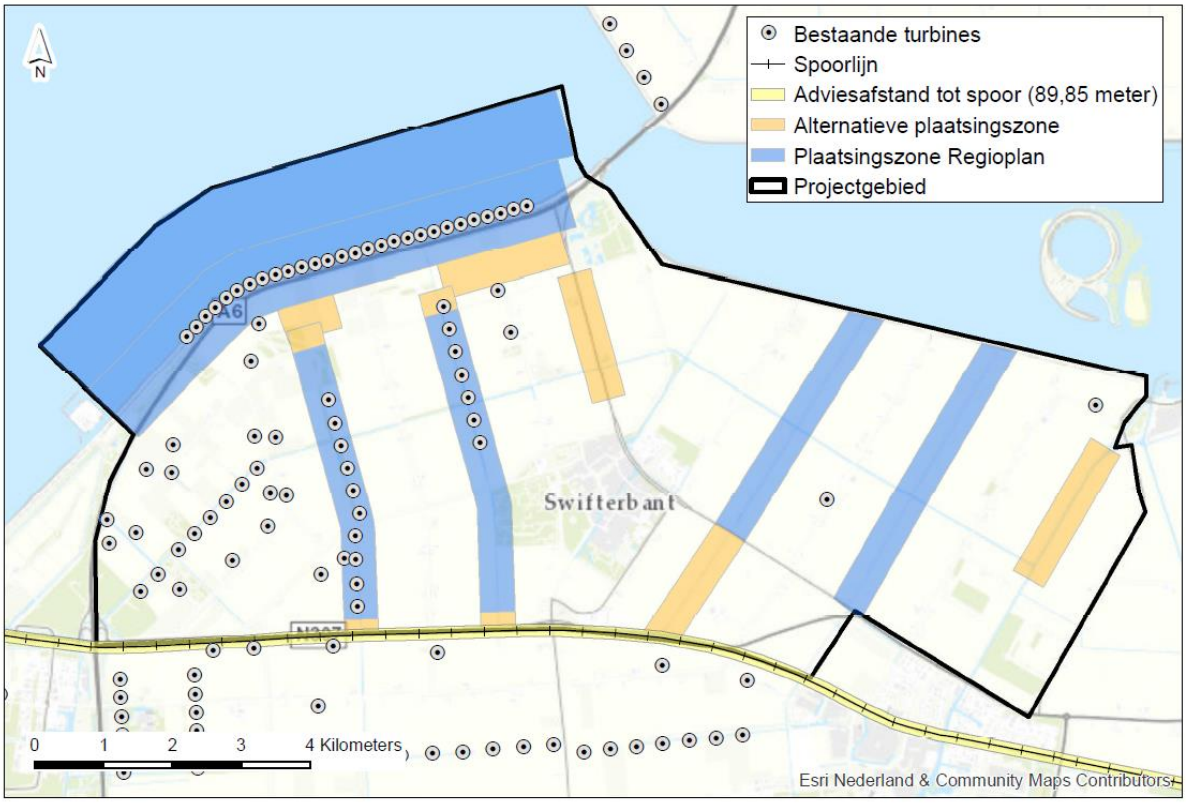
Over de spoorverbinding tussen Lelystad en Zwolle vindt geen vervoer van gevaarlijke stoffen plaats, maar in het Handboek risicozonering windturbines zijn wel minimumafstanden opgenomen in verband met de veiligheid van passagiers. Voor de reguliere alternatieven geldt dat geen windturbines mogen worden gebouwd binnen een afstand van 67,85 m vanuit het hart van de spoorlijn. Voor de innovatieve turbines geldt een minimale afstand van 89,85 m tot het spoor.

In afbeeldingen 5.10 en 5.11 is te zien dat de minimumafstand die moet worden aangehouden tot de spoorlijn, zowel voor de reguliere als voor de innovatieve variant overlapt met de alternatieve plaatsingszones Klokbekertocht uitbreiding, Rivierduintocht uitbreiding en Elandtocht uitbreiding. Wanneer geen windturbines worden gebouwd binnen de minimumafstand tot het spoor, blijft voldoende ruimte over om windturbines te plaatsen in de alternatieve plaatsingszones. Daarom heeft de beschermingsafstand tot het spoor geen invloed op de effectbeoordeling voor verkeersveiligheid. De reguliere en innovatieve variant zijn daarbij niet significant en niet onderscheidend.

Afbeelding 5.10 Minimumafstand van reguliere turbines tot het spoor



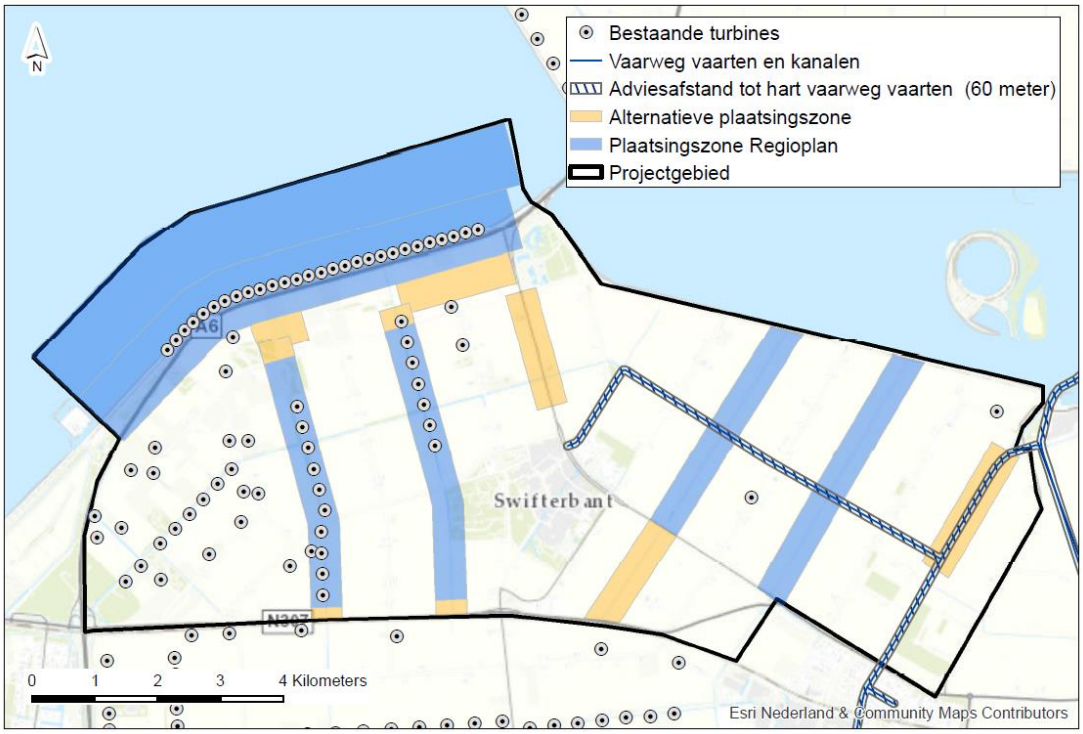
Afbeelding 5.11 Minimumafstand van innovatieve turbines tot het spoor



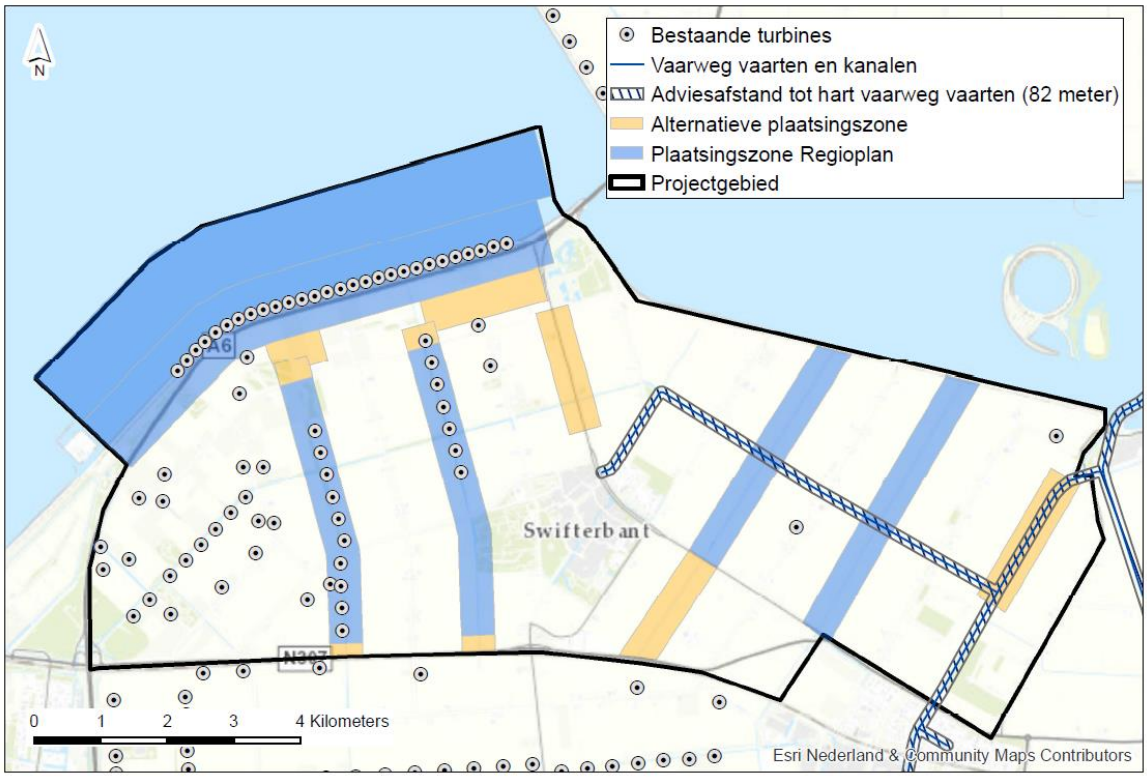
Vaarwegen

De binnendijkse vaarweg loopt door de plaatsingszones de Elandtocht en de Rendiertocht. De plaatsing van meer windturbines nabij vaarwegen verhoogt het indirecte risico op inslag of omvallen van een wiek of turbine op een binnenvaartschip. Alle alternatieven hebben een plaatsingszone langs de vaarweg, waardoor de alternatieven niet onderscheidend zijn. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de turbines niet overdraaien over het hart van de vaarweg. Daarom is om de vaarweg een minimumafstand gehanteerd voor de grootste ½ rotordiameter per alternatief (regulier en innovatief). De binnenvaartweg doorkruist de plaatsingszones Elandtocht, Rendiertocht en Lage Vaart (zie afbeeldingen 5.12 en 5.13).

Afbeelding 5.12 Minimumafstand tot vaarweg voor reguliere turbines



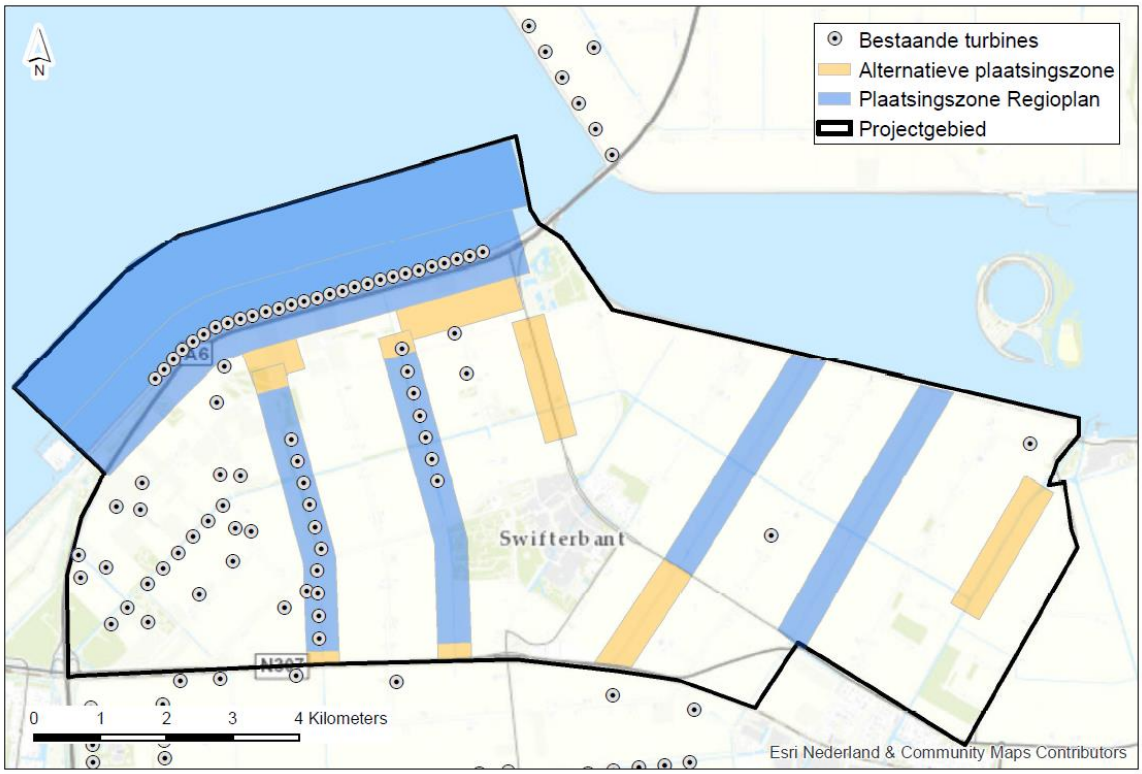
Afbeelding 5.13 Minimumafstand tot vaarweg voor innovatieve turbines



Bestaande omliggende turbines

Nieuwe windturbines kunnen niet overal geplaatst worden in relatie tot bestaande turbines. Bij de opstelling in het VKA moet rekening worden gehouden met de positie van bestaande turbines. Om effecten uit te kunnen sluiten tussen bestaande en nieuwe turbines, moeten de nieuwe turbines op afstand van de bestaande turbines worden geplaatst. Indien nieuwe en bestaande turbines elkaar fysiek in de weg staan moet de bestaande turbine worden gesaneerd voor de bouw van de nieuwe turbine. Bij de alternatieve plaatsingszone uitbreiding Elandtocht en uitbreiding Klokbekertocht moet daarnaast rekening gehouden worden met de afstanden tot windturbines buiten het projectgebied (zie afbeelding 5.14).

Afbeelding 5.14 Bestaande turbines in en om het projectgebied



Beoordeling

Toelichting beoordeling 'invloed op kwetsbare objecten'

Tussen de innovatieve en reguliere alternatieven bestaan nauwelijks verschillen, het turbinetype is voor externe veiligheid dan ook niet onderscheidend. De effecten van de plaatsingszones zijn echter wel significant. De Klokbekertocht, de IJsselmeerdijk, Rivierduintocht en de plaatsingszone Parallel binnendijks leiden mogelijk op plaatsen tot een overschrijding van het plaatsgebonden risico (Deze locaties zijn weergegeven op afbeelding 5.1 en 5.2). Omdat de plaatsingszones van het Regioplan wel leiden tot een afname van het aantal (beperkt) kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contour rondom windturbines, zijn deze plaatsingszones als positief (+) beoordeeld.

De alternatieve plaatsingszones Klokbekertocht uitbreiding, Rivierduintocht uitbreiding, Kamperhoekweg en Lage Vaart leiden tot een overschrijding van het plaatsgebonden risico voor één of enkele kwetsbare objecten, daarmee blijft het effect positief (+).

Ten slotte is het goed om op te merken dat de plaatsingszones de buitenste zone IJsselmeerdijk, Elandtocht, uitbreiding Elandtocht en Rendiertocht niet leiden tot een overschrijding van de kwetsbare objecten in het projectgebied.

Toelichting beoordeling 'invloed op verkeersveiligheid'

Alle alternatieven bevatten plaatsingszones waar windturbines mogelijk zijn binnen de toetsafstanden voor verkeersveiligheid. Het gaat daarbij zowel om de A6 als om de binnenvaartweg. Voor beide verkeersroutes worden effecten gemitigeerd door in het MER als uitgangspunt op te nemen dat geen windturbines worden geplaatst op minder dan een ½ rotordiameter uit de wegrand. Omdat de effecten daarmee deels worden gemitigeerd maar niet kunnen worden uitgesloten wordt dit onderdeel beoordeeld als negatief (-).

De binnendijkse vaarweg loopt door de alternatieve plaatsingszone Lage Vaart. Omdat dit de enige alternatieve plaatsingszone is waardoor een vaarweg loopt draagt dit alternatief bij aan het negatieve effect (-).

Toelichting beoordeling 'invloed op risicobronnen'

De plaatsingszones van alle alternatieven worden doorkruist door hoogspanningslijnen en buisleidingen. De toetsingsafstanden liggen in geval van de Rendier- en de Elandtocht over grote delen van de plaatsingszones. Daarom zijn de plaatsingszones uit het Regioplan als zeer negatief (--) beoordeeld voor het criterium 'invloed op risicobronnen'. Van de alternatieve plaatsingszones vallen de Klokbekertocht uitbreiding, de Rivierduintocht uitbreiding en de Elandtocht uitbreiding volledig of gedeeltelijk binnen de toetsafstand voor ondergrondse buisleidingen. Dit betekent dat ook de alternatieve plaatsingzones als zeer negatief (--) zijn beoordeeld.

Dubbeldraaiperiode

Tijdens de dubbeldraaiperiode blijven 22 woningen zich bevinden binnen de 10^{-6}-contour van de huidige turbines. Omdat deze turbines behoren tot de inrichting waartoe de woning ook behoort, hoeven deze woningen niet te worden getoetst aan de norm. In de dubbeldraaiperiode geen aanvullende effecten te verwachten dan de huidige effecten van de bestaande windturbines en de effecten in de plansituatie. Daarbij is het uitgangspunt dat de huidige turbines die het in gebruik nemen van een nieuwe windturbine belemmeren voor de bouw van de nieuwe turbine zijn gesaneerd.

Tijdens de dubbeldraaiperiode blijven de naar schatting 10 bestaande turbines staan binnen de toetsafstand van de hoogspanningslijnen.

Voor overige risicobronnen zijn geen aanvullende effecten te verwachten tijdens de dubbeldraaiperiode.

5.1.3 Waterkeringveiligheid

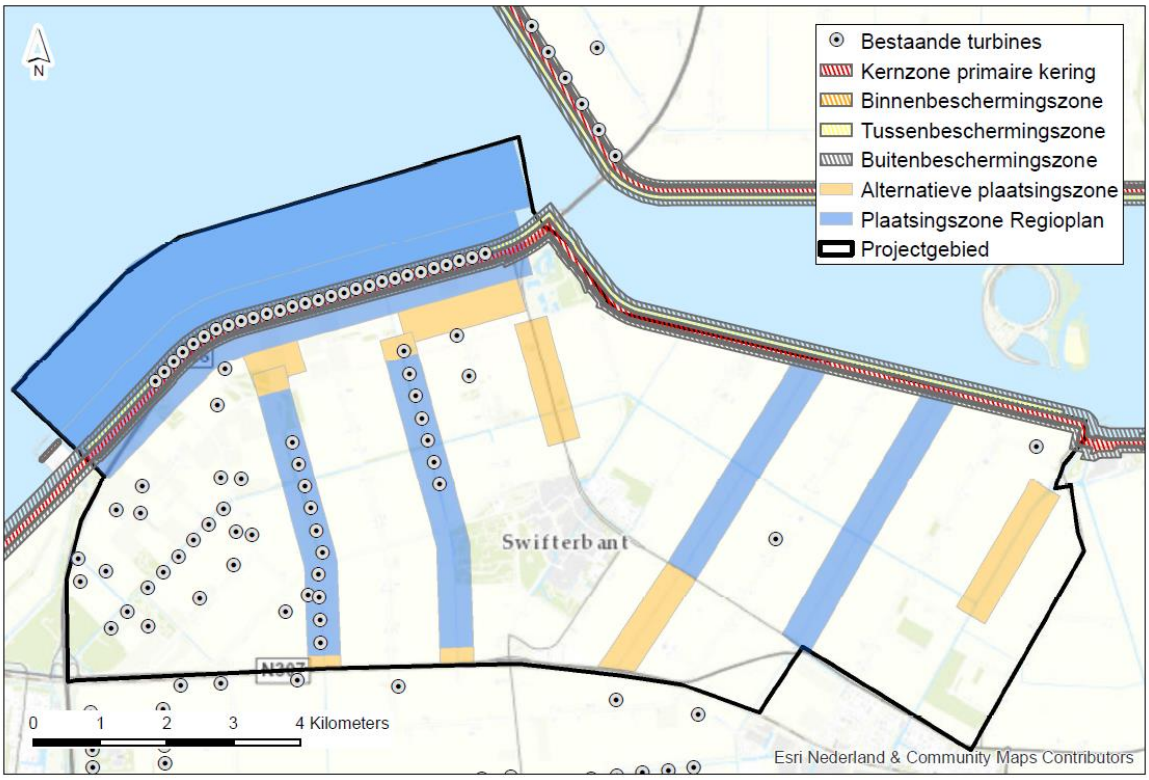
Eén van de plaatsingszones die in dit MER beoordeeld wordt is gelegen op de IJsselmeerdijk en twee plaatsingszones liggen in de nabijheid van deze dijk (zie afbeelding 5.15). Daarnaast zijn nog twee plaatsingszones voorzien nabij de Ketelmeerdijk. In tabel 5.6 zijn de plaatsingszones opgenomen die in dit MER beoordeeld worden, van deze plaatsingszones worden de volgende beschouwd in de effectbeoordeling waterkeringveiligheid:

Tabel 5.6 Plaatsingszones die mogelijk invloed hebben op de waterkeringveiligheid

Plaatsingszone	Regioplan / alternatieve plaatsingszone	Primaire kering
buitendijks binnenzijde	plaatsingszone regioplan	IJsselmeerdijk
buitendijks buitenzijde	plaatsingszone regioplan	IJsselmeerdijk
IJsselmeerdijk parallel binnendijks	alternatieve plaatsingszone	IJsselmeerdijk
Elandtocht	plaatsingszone regioplan	Ketelmeerdijk
Rendiertocht	plaatsingszone regioplan	Ketelmeerdijk

De overige plaatsingzones vallen buiten de beschermingszones van de primaire waterkeringen en worden daarom niet beschouwd.

Afbeelding 5.15 Plaatsingszones en beschermingszones uit de legger



De plaatsingzones 'buitendijks binnenzijde', 'Elandtocht' en 'Rendiertocht' zijn gelegen binnen de kernzone, binnenbeschermingszone, tussenbeschermingszone en buitenbeschermingszone van de waterkering. De beoordeling hangt daarom af van de beschermingszone waarbinnen turbines geplaatst worden. Zoals eerder in dit hoofdstuk aangegeven, zullen de turbines niet in de kern- of binnenbeschermingszone geplaatst worden, maar wel in de zones daarbuiten (zie tabel 5.7).

Tabel 5.7 Effecten per beschermingszone plaatsingszones

Plaatsingszone	Uitgangspunt	Toelichting
Buitendijks binnenzijde (IJsselmeerdijk);	niet binnen de kernzone en binnen-beschermingszone	deze plaatsingszone ligt gedeeltelijk binnen de tussenbeschermingszone van de primaire kering, en is daarom als licht negatief beoordeeld
Buitendijks buitenzijde (IJsselmeerdijk);	n.v.t.	deze plaatsingszone ligt niet binnen de, kernzone, binnenbeschermingszone of tussenbeschermingszone van een primaire kering, en is daarom als neutraal beoordeeld.
IJsselmeerdijk parallel binnendijks;	n.v.t.	deze plaatsingszone ligt niet binnen de, kernzone, binnenbeschermingszone of tussenbeschermingszone van een primaire kering, en is daarom als neutraal beoordeeld
Elandtocht (Ketelmeerdijk);	niet binnen de kernzone en binnen-beschermingszone	deze plaatsingszone ligt gedeeltelijk binnen de tussenbeschermingszone van de primaire kering, en is daarom als licht negatief beoordeeld
Rendiertocht (Ketelmeerdijk).	niet binnen de kernzone en binnen-beschermingszone	deze plaatsingszone ligt gedeeltelijk binnen de tussenbeschermingszone van de primaire kering, en is daarom als licht negatief beoordeeld

In tabel 5.6 is per plaatsingszone het effect op waterkeringen beoordeeld. Drie plaatsingszones uit het Regioplan zijn gelegen binnen de tussenbeschermingszone van de IJsselmeerdijk of Ketelmeerdijk, daarbij is het windturbinetype niet onderscheidend. De alternatieven 1 en 2 (Regioplan regulier en Regioplan innovatief) zijn als negatief (-) beoordeeld, omdat onafhankelijk van de hoogte deze plaatsingszone ligt gedeeltelijk binnen de tussenbeschermingszone van de primaire kering.

De alternatieve plaatsingszones liggen buiten de beschermingszone van de IJsselmeerdijk en de Ketelmeerdijk. Daarmee leiden de alternatieve plaatsingszones niet tot een verhoogd risico op waterkeringveiligheid. De alternatieven 3 en 4 (Regioplan + alternatieve plaatsingszones regulier en Regioplan + alternatieve plaatsingszones innovatief) zijn daarom ook als licht negatief (0/-) beoordeeld. Daarmee zijn de alternatieven niet onderscheidend op dit thema.

Dubbeldraaiperiode

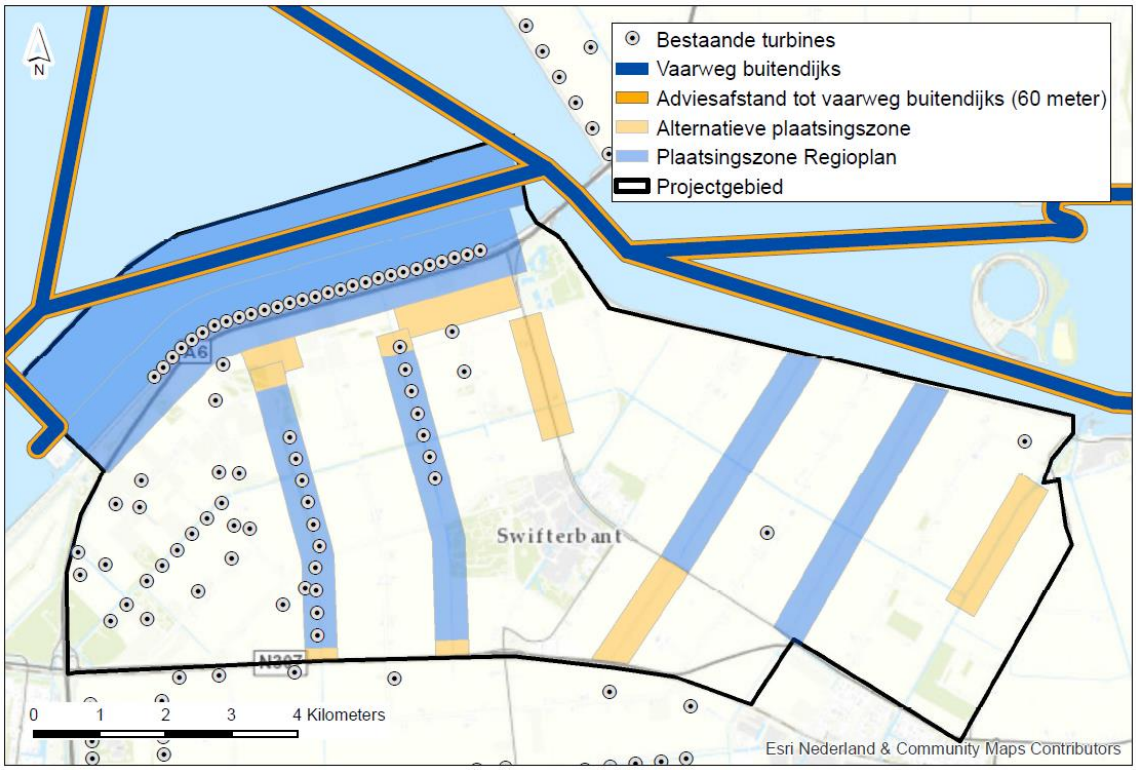
Voor het aspect waterkeringsveiligheid is het gunstig om de buitendijkse turbines niet te laten dubbeldraaien omdat dit de kans op effecten op de waterkeringsveiligheid waarschijnlijk vergroot. Door de turbines langs de IJsselmeerdijk niet te laten dubbeldraaien zijn aanvullende effecten op waterkeringveiligheid tijdens dubbeldraaiperiode uit te sluiten.

5.1.4 Nautische veiligheid (scheepvaartveiligheid)

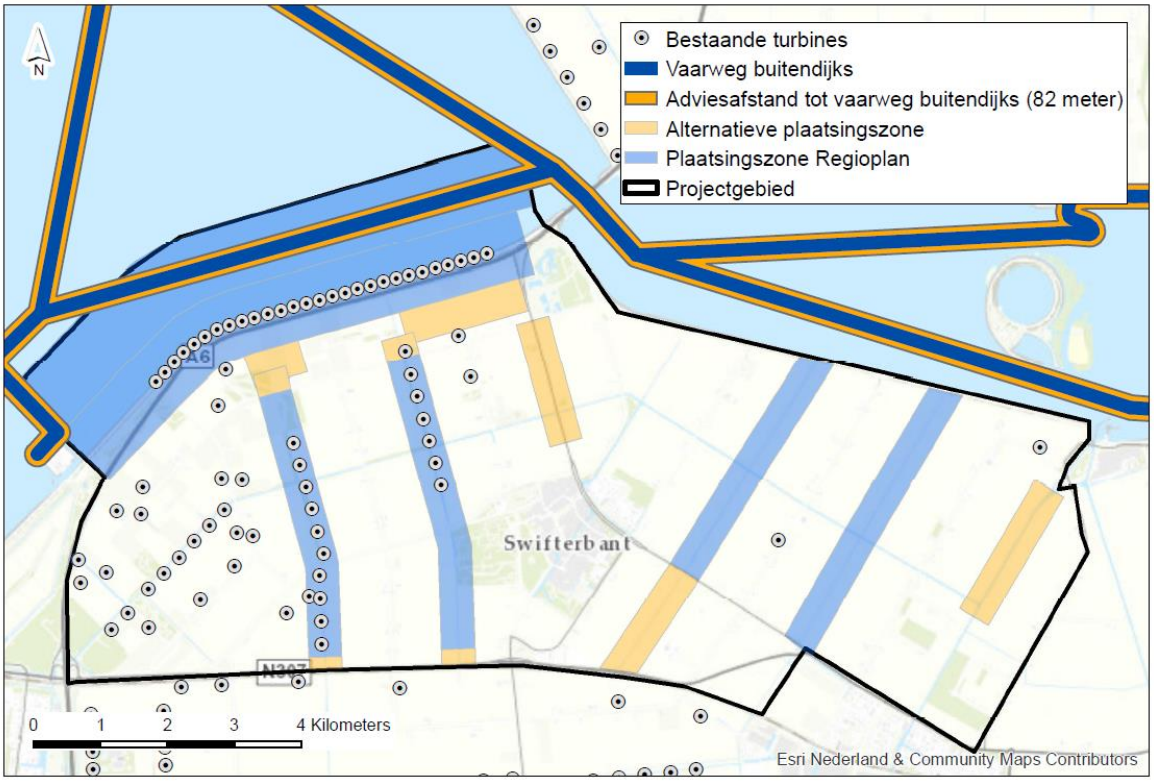
Beroepsvaart

De buitendijkse vaarweg door het Molenrak loopt door de buitenste IJsselmeerdijk plaatsingszone. De plaatsing van meer windturbines nabij vaarwegen verhoogt het risico op een aanvaring of aandrijving. Het verhoogde risico op een aanvaring of aandrijving wordt veroorzaakt door een verstoring van wal- en scheepsradarapparatuur en door visuele hinder. Alle alternatieven hebben een plaatsingszone langs de scheepvaartroute in het IJsselmeer (zie afbeelding 5.16 en 5.17), waardoor de alternatieven niet onderscheidend zijn, maar de effecten wel significant. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de turbines niet overdraaien over de vaarweg. Daarom is om de vaarweg een minimumafstand gehanteerd voor de grootste ½ rotordiameter per alternatief (regulier en innovatief). Omdat de effecten daarmee deel worden gemitigeerd maar niet kunnen worden uitgesloten wordt dit onderdeel beoordeeld als negatief (-).

Afbeelding 5.16 Minimumafstand tot vaarwegen voor reguliere turbines



Afbeelding 5.17 Minimumafstand tot vaarwegen voor innovatieve turbines



Recreatie en pleziervaart

De recreatievaart bestaat grotendeels uit kleine schepen. In geval van incidenten die leiden tot aanvaring tegen de sokkel van de windturbines, kan schade aan het schip zal optreden. Gelet op de omvang en lage snelheid van de deze schepen, zal in het geval van aandrijven tegen een windturbine geen schade te verwachten zijn aan de windturbines. Grotere recreatieschepen, zoals bijvoorbeeld uit de bruine vloot, kunnen bij aanvaring van een windturbine mogelijk wel tot enige schade aan de turbine leiden. Net als grote schepen houden deze schepen normaal gesproken ook een grotere afstand tot andere objecten, zoals windturbines. In het algemeen zullen pleziervaartschepen overwegend bij daglicht varen. Daardoor is de kans op aanvaring kleiner.

Dubbeldraaiperiode

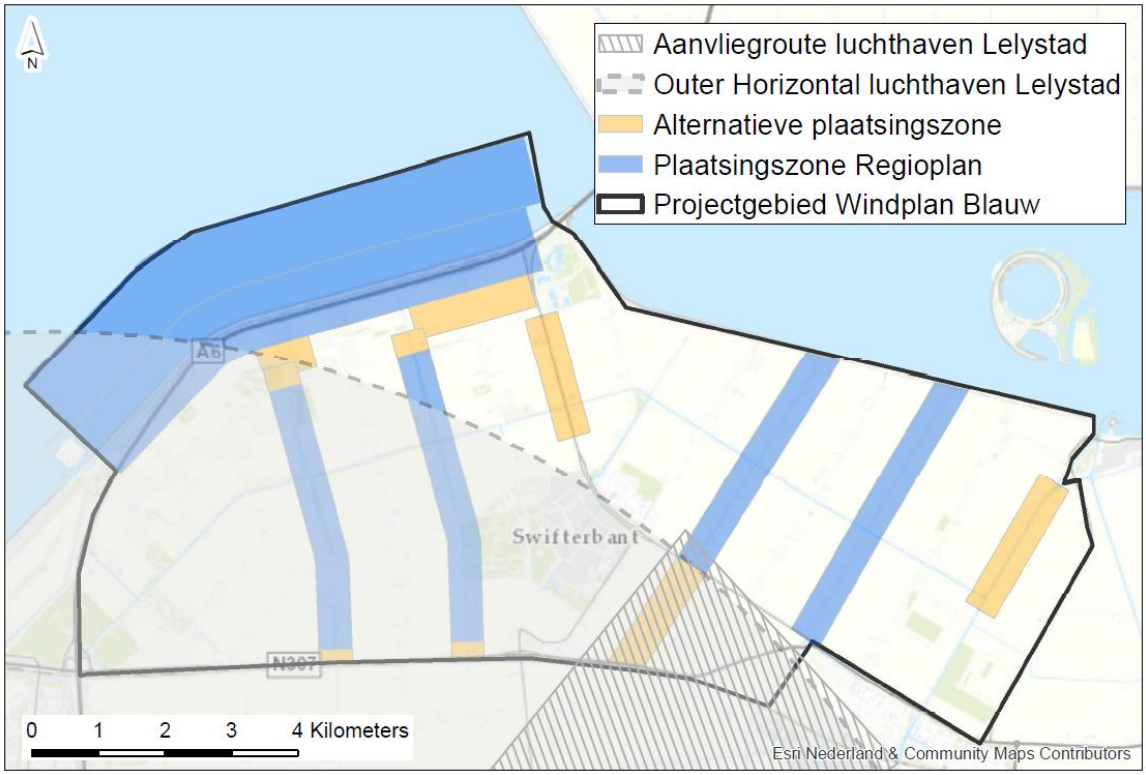
In de referentiefase staat een lijnopstelling buitendijks langs de IJsselmeerdijk. Deze lijn wordt gesaneerd voor aanleg van de nieuwe turbines in het IJsselmeer. Daarom is het effect op de nautische veiligheid tijdens de dubbeldraaiperiode gelijk aan het effect in de eindfase. Het effect is daarmee als negatief (-) beoordeeld.

5.1.5 luchtvaartveiligheid

De beoordeling voor veiligheid heeft alleen onderscheidende effecten bij het criterium luchtvaartveiligheid. Naar aanleiding van windplan Blauw is een afstemmingsproces opgestart met de luchtvaartautoriteiten. Het doel van dit proces is om tot een maatwerkoplossing te komen tussen windenergie- en luchtvaartontwikkeling in de provincie Flevoland. In fase 1 zijn de effecten beoordeeld middels standaard criteria. In fase 2 zijn deze beperkingen nader gedefinieerd.

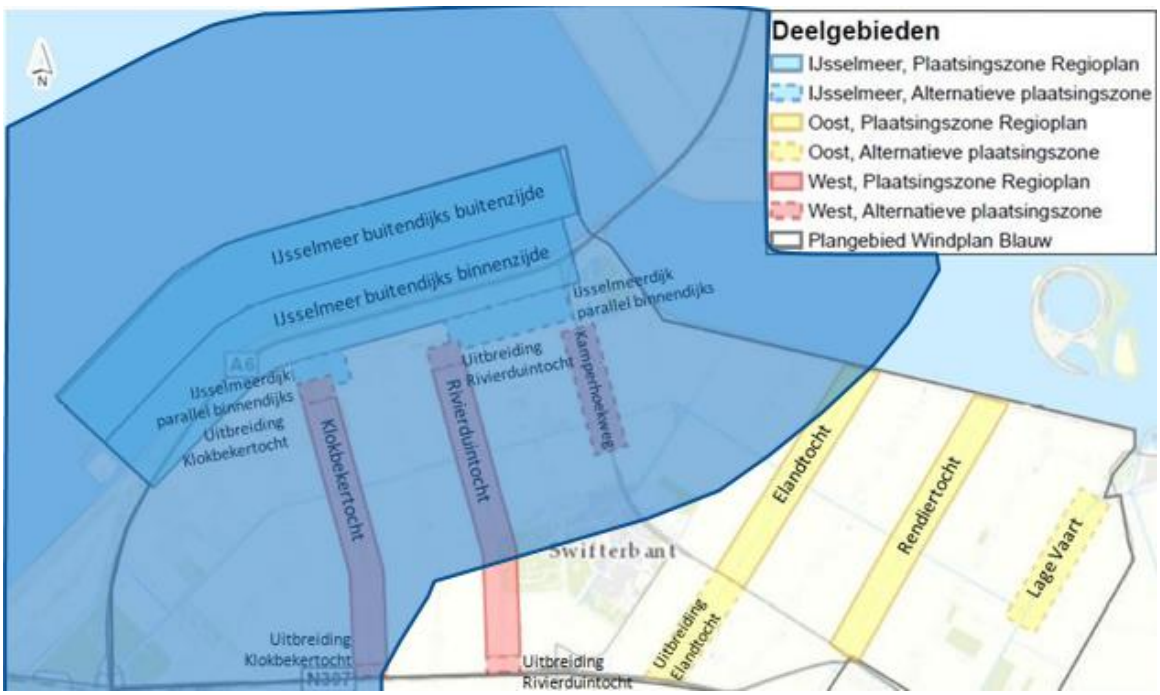
De outer horizontal (een algemene bufferzone rondom de luchthaven waar hoogtebeperkingen gelden) en aanvliegroute van luchthaven Lelystad liggen gedeeltelijk binnen het projectgebied van Windplan Blauw. Voor zowel de aanvliegroute als de outer horizontal geldt een hoogtebeperking van 146,3 meter, zie afbeelding 5.18. Deze hoogtebeperking is in het afstemmingsproces nader uitgewerkt in de Visual flight rules-route (VFR-route).

Afbeelding 5.18 Hoogtebeperkingen in verband met luchtvaartveiligheid



Het projectgebied wordt daarnaast doorkruist door een Visual flight rules-route (VFR-route)[1], zie afbeelding 5.19. Deze route loopt boven de A6. Windturbines met een tiphoogte van meer dan 213 meter worden hierin als obstakel beschouwd. Dit betekent dat alle turbinetypen die tot de innovatieve alternatief behoren als obstakels worden beschouwd en niet zijn toegestaan binnen een radius van 4500 meter rond de A6 (VFR-route). Met het reguliere en innovatieve windturbinetype is het mogelijk om een windturbinetype te kiezen dat kleiner is dan 213 meter, daarmee worden deze turbines mogelijk niet tot obstakel gerekend. Omdat het echter wel mogelijk is om binnen de innovatieve alternatieven te kiezen voor een windturbinetype van met een tiphoogte van meer dan 213 meter, zijn negatieve effecten niet uit te sluiten. De VFR-route wordt meegenomen als ontwerpcriteria voor fase 2. Alle alternatieven zijn als negatief (-) beoordeeld.

Afbeelding 5.19 VFR-route obstakelvrije zone



Dubbeldraaiperiode

Naar verwachting zijn er geen aanvullende effecten op luchtvaartveiligheid tijdens dubbeldraaiperiode. De bestaande turbines worden immers vanuit luchtvaart niet beschouwd als obstakel gezien hun beperkte hoogte.

5.1.6 Invloed op defensieradar

Windturbines in alle plaatsingszones liggen boven de toetsingshoogte en hebben dus effect op de detectiekans van de defensieradar. De plaatsingszones hebben dus geen onderscheidend effect maar wel een negatief effect op defensieradar. Het effect op communicatieverkeer is beoordeeld als negatief (-).

Dubbeldraaiperiode

De effecten tijdens de dubbeldraaiperiode op defensieradar zijn afhankelijk van de keuze van het VKA. Naar waarschijnlijkheid zal de detectiekans tijdens de dubbeldraaiperiode negatief beïnvloed worden door de extra aanwezige turbines in het gebied.

[1] Zichtvliegvoorschriften, voorschriften voor het vliegen "op zicht" in plaats van instrumenten. Een bepalende factor voor het uitvoeren van een VFR-vlucht is dat de piloot voortdurend zowel horizontaal als verticaal voldoende zicht moet hebben.

5.2 Voorzet voor optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen

In een m.e.r.-procedure is het gebruikelijk maatregelen aan te geven die het ontwerp verbeteren, die effecten voorkomen, mitigeren of compenseren. Hieronder wordt daartoe een aanzet gedaan met de globale kennis die in fase 1 is opgedaan. Deze maatregelen kunnen door de initiatiefnemer overgenomen worden bij het vaststellen van het voorkeursalternatief en opgenomen in het inpassingsplan en vergunningen in fase 2. Als er sprake is van een wettelijke plicht, dan is dit aangegeven.

5.2.1 Externe veiligheid

Het uitgangpunt is dat in de plansituatie geen overschrijding van het plaatsgebonden risico plaatsvindt. In de keuze van het VKA zal dus rekening gehouden worden met de minimale afstand tot woningen. Binnen alle plaatsingszones blijft voor zowel reguliere als innovatieve turbines ruimte voor opstellingen waarin het plaatsgebonden risico niet wordt overschreden.

Door transportroutes van gas en elektriciteit lijken grote delen van het projectgebied niet geschikt voor het realiseren van windturbines. De adviesafstand is een richtlijn van de beheerders van hoogspanningslijnen en gasleidingen. Deze richtlijnen zijn dus zachte belemmeringen. In overleg met beheerders is het mogelijk om turbines te plaatsen binnen de door de beheerders gehanteerde adviesafstand tot transportroutes van gas en elektriciteit, hierdoor blijft meer plaatsingsruimte over.

Uit een eerste inventarisatie volgt dat bouwen binnen de adviesafstanden van buisleidingen niet meteen leidt tot onaanvaardbare risico's. Rondom plaatsingzones nabij buisleidingen zijn geen woningen of kwetsbare bestemmingen aanwezig. Er is zodoende geen langdurige aanwezigheid van personen te verwachten binnen effectafstand van de buisleidingen indien deze worden getroffen door een windturbine. Het risico beperkt zich dan ook, indien de buisleiding wordt getroffen door de windturbine, tot een eventuele onderbreking van de leveringszekerheid.

Rondom plaatsingzones nabij hoogspanningslijnen zijn wel woningen of kwetsbare bestemmingen aanwezig. Bij het plaatsen van een windturbine binnen de adviesafstand moet dus worden onderzocht of langdurige aanwezigheid van personen te verwachten is binnen de effectafstand van de hoogspanningsmasten indien deze worden getroffen door een windturbine.

5.2.2 Waterkeringveiligheid

In de optimalisatie van waterkeringveiligheid zou het gunstig zijn om de rij turbines buiten de beschermingszone van de dijk te plaatsen om de effecten te minimaliseren.

Daarnaast is optimalisatie mogelijk voor waterkeringveiligheid tijdens de dubbeldraaiperiode. De effecten op waterkeringveiligheid zijn afhankelijk van de keuze van het VKA. Voor het aspect waterkeringveiligheid is het gunstig om de buitendijkse turbines niet te laten dubbeldraaien.

5.2.3 Nautische veiligheid

In de toelichting op de Beleidsregel is opgenomen dat Rijkswaterstaat windparken kan afsluiten voor scheepvaart. Voor de windparken op zee is dit, op grond van de Beleidsregel het geval. Voor de huidige windparken in het IJsselmeer en het nieuwe windpark Fryslân is dit niet het geval. De turbines dichter bij de vaarweg hebben een hogere kans aangevaren te worden door verkeer vanuit de vaarweg dan de turbines die verder van de vaarweg zijn gelegen. Vooral beroepsvaart op het Molenrak heeft in geval van een motorstoring een grotere kans om tegen deze turbines aan te varen. In dit aspect is het voorkomen van onveilige situaties een prioriteit.

Behalve het vrijhouden van een vaarweg zijn andere maatregelen mogelijk om de kans op aandrijving en aanvaring te verminderen. Zo kunnen maatregelen genomen worden om de kans op aanvaring te verkleinen. Op basis van eerdere onderzoeken kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

1 windturbines plaatsen achter de walradarstations (die de scheepvaart van de wal begeleiden);
2 in de zichtlijn tussen een walradar en het vaarwater, behorend tot het radardekkingsgebied geen windturbines plaatsen;
3 omdat windturbines verticale structuren zijn die mogelijk bepaalde elektromagnetische uitzendingen kunnen belemmeren, wordt dit geadviseerd dat op een radarscherm aan boord van schepen de afbeelding van windturbines in het vaarwater op minimaal 50 m afstand van de rand van de vaarweg worden geplaatst;
4 het vrije zicht van schippers en bedienend personeel van kunstwerken en verkeersposten moet niet worden gehinderd, ook vaarwegmarkeringen moeten niet worden afgeschermd;
5 om reflectiehinder te voorkomen moet niet-reflecterende verf worden toegepast.

De toepassing van maatregelen op een turbine is uitgewerkt in het verlichtingsplan, zie bijlage I.

5.2.4 Luchtvaartveiligheid

Voor een groot deel van het projectgebied gelden de hoogtebeperkingen. Deze hoogtebeperkingen zorgen voor een beperking van de productie van windenergie. Omdat voor de innovatieve turbines en een deel van de bandbreedte van de reguliere boven deze hoogtebeperking uitkomen, zal de energieopbrengst van het park worden beperkt. Voor optimalisatie van het windpark is vroegtijdig overlegd met alle belanghebbende partijen, waaronder LVNL/CLSK, het Ministerie van IenM, het Ministerie van EZ en Lelystad Airport. Vervolgens is aan ILT en LVNL gevraagd om een verklaring van geen bezwaar te verlenen voor de in het overleg voorgestelde locaties. Naar verwachting kan voor de outer horizontal surface een vrijstelling worden verleend.

5.2.5 Defensieradar

Windturbines in alle plaatsingszones liggen boven de bouwhoogtebeperking (toetsingshoogte) en hebben dus effect op de detectiekans van de defensieradar. Aangezien de alternatieven op dit punt niet onderscheidend zijn, wordt enkel het VKA ter toetsing voorgelegd. Na de keuze van het VKA zal een radartoets uitgevoerd moeten worden om het effect op defensieradar te bepalen.

6

RESULTERENDE EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING BASISALTERNATIEF EN VARIANTEN

Op basis van de effectbeoordeling van de fase 1 alternatieven (zie hoofdstuk 5) is een basisalternatief opgesteld met daarop twee varianten:

- variant IA: basisalternatief met invulling van alternatieve plaatsingszones Kamperhoekweg en verlenging Klokbekertocht en Rivierduintocht;
- variant IB: basisalternatief met bolstapeling op het IJsselmeer.

Voor het basisalternatief en de varianten zijn gedetailleerde bureaustudies uitgevoerd (fase 2). De resultaten van deze onderzoeken en bijbehorende effectbeoordelingen zijn in dit hoofdstuk toegelicht. Op basis van deze onderzoeken is het basisalternatief geoptimaliseerd. Het geoptimaliseerde ontwerp vormt het VKA. Dit VKA is toegelicht in hoofdstuk 6 van het hoofdrapport. Voor het VKA zullen onderzoeken op vergunningenniveau worden uitgevoerd.

6.1 Externe veiligheid

Voor het aspect externe veiligheid is een kwantitatieve bureaustudie uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in bijlage II. In dit veiligheidsonderzoek zijn de effecten van de plaatsing van windturbines onderzocht voor het basisalternatief IR en de varianten IA en IB. De sanering van de bestaande windturbines is een integraal onderdeel van het plan.

De definitie van de criteria in de beoordelingsmethodiek is gebaseerd op het Handboek Risicozonering Windturbines[1].

6.1.1 Beoordelingsmethodiek

De ontwikkeling van Windplan Blauw kan invloed hebben op verschillende objecten. In het externe veiligheidsonderzoek is het effect van het windpark op de volgende objecten beoordeeld:

- invloed op bebouwing;
- invloed op infrastructuur (waarover geen transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt);
- invloed op transport van gevaarlijke stoffen;
- invloed op buisleidingen;
- invloed op hoogspanningsleidingen en -masten;
- invloed op industrie (opslag van gevaarlijke stoffen).

In de onderstaande paragraaf is voor elk van de bovenstaande criteria een beoordelingsmethodiek uitgewerkt, waarop de effectbeoordeling gebaseerd is.

Bebouwing

Voor bebouwing geldt een onderscheid tussen kwetsbare objecten, zoals woningen en scholen, en beperkt kwetsbare objecten, zoals restaurants, bedrijfswoningen en winkels. Voor kwetsbare objecten geldt als norm dat het plaatsgebonden risico (PR) niet hoger mag zijn dan 10^{-6} per jaar, en voor beperkt kwetsbare objecten niet hoger dan 10^{-5} per jaar.

[1] Handboek Risicozonering Windturbines versie 3.1, uitgave RVO september 2014.

De beoordelingsmethodiek is hierop gebaseerd en weergegeven in onderstaande tabel. Een overschrijding van de genoemde waarden is niet acceptabel en wordt met (--) beoordeeld. De andere waarderingen zijn hiervan afgeleid, waarbij als neutraal (0) wordt beoordeeld als 10 % van de genoemde waarden niet wordt overschreden.

Tabel 6.1 Beoordelingsmethodiek Externe veiligheid MER fase 2, voor Bebouwing

Score	Betekenis
--	het PR op kwetsbaar object(en) is groter dan 10^{-6} per jaar, OF het PR op beperkt kwetsbare object(en) is groter dan 10^{-5} per jaar Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze normen.
-	het PR op kwetsbaar object(en) is groter dan $3x10^{-7}$ per jaar en kleiner dan 10^{-6} per jaar, OF het PR op beperkt kwetsbare object(en) is groter dan $3x10^{-6}$ per jaar en kleiner dan 10^{-5} per jaar ook zonder mitigerende maatregelen voldoet externe veiligheid aan de normen
-/0	het PR op kwetsbaar object(en) is groter dan 10^{-7} per jaar en kleiner dan $3x10^{-7}$ per jaar, OF het PR op beperkt kwetsbare object(en) is groter dan 10^{-6} per jaar en kleiner dan $3x10^{-6}$ per jaar
0	het PR op kwetsbaar object(en) is kleiner dan 10^{-7} per jaar, EN het PR op beperkt kwetsbare object(en) is kleiner dan 10^{-6} per jaar

Gewoon transport en vervoer over Wegen, vaarwegen en spoorwegen

Voor wegen, vaarwegen en spoorwegen geldt een onderscheid tussen het individueel passanten risico (IPR) en het maatschappelijk risico (MR).

Het IPR is gebaseerd op de aanname dat een persoon twee maal daags de betreffende route passeert. Als norm geldt dat het IPR niet hoger mag zijn dan 10^{-6} per jaar.

Het MR is gebaseerd op het totaal aantal passanten die de betreffende route passeert[1]. Als norm geldt dat het MR niet hoger mag zijn dan $2x10^{-3}$ per jaar.

De beoordelingsmethodiek is hierop gebaseerd en weergegeven in onderstaande tabel. Een overschrijding van de genoemde waarden is niet acceptabel en wordt met (--) beoordeeld. De andere waarderingen zijn hiervan afgeleid, waarbij als neutraal (0) wordt beoordeeld als 10 % van de genoemde waarden niet wordt overschreden.

[1] In bijlage II bij dit deelrapport zijn de toegepaste vervoersaantallen opgenomen.

Tabel 6.2 Beoordelingsmethodiek Externe veiligheid MER fase 2, voor Gewoon vervoer en transport over Wegen, vaarwegen en Spoorwegen

Score	Betekenis
--	het IPR is groter dan 10^{-6} per jaar OF het MR is groter dan $2x10^{-3}$ per jaar
-	het IPR is groter dan $3x10^{-7}$ per jaar en kleiner dan 10^{-6} per jaar OF het MR is groter dan $6x10^{-4}$ per jaar en kleiner dan $2x10^{-3}$ per jaar
-/0	het IPR is groter dan 10^{-7} per jaar en kleiner dan $3x10^{-7}$ per jaar OF het MR is groter dan $2x10^{-4}$ per jaar en kleiner dan $6x10^{-4}$ per jaar
0	het IPR is kleiner dan 10^{-7} per jaar EN het MR is kleiner dan $2x10^{-4}$ per jaar

Transport van gevaarlijke stoffen over Wegen, vaarwegen en spoorwegen

Voor transport van gevaarlijke stoffen wordt in de eerste benadering gekeken naar de toename van het risico van transport van gevaarlijke stoffen ten gevolge van de plaatsing van de windturbines. Is deze toename minder dan 10 %, dan hoeft over deze toename geen aanvullende verantwoording afgelegd te worden voor de ontwikkeling van het windpark. Het onderzoek volstaat dat door aan te tonen dat het risico niet (sterk) toeneemt

In tweede benadering wordt ook gekeken naar de trefkans van de windturbine of een deel daarvan op een tansport van gevaarlijke stoffen. Hiervoor wordt in het Handboek risicozonering geen normwaarde of richtlijn genoemd. Als grenswaarde wordt in dit MER gekozen voor een trefkans van 10^{-6} per jaar. Is deze trefkans minder dan 10^{-6} per jaar, dan wordt dit acceptabel geacht. Het resulterende plaatsgebonden risico rondom dit transport is dan immers ook minder dan 10^{-6} per jaar.

Indien deze beide grenzen worden overschreden, wordt de situatie wordt als negatief (-) beoordeeld. De wegbeheerder kan na een kwantitatieve risicoanalyse alsnog toestemming verlenen.

Tabel 6.3 Beoordelingsmethodiek Externe veiligheid MER fase 2, voor Gevaarlijk transport over Wegen, vaarwegen en spoorwegen

Score	Betekenis
--	de additionele faalkans van het gevaarlijk transport is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse NIET goedgekeurd door de wegbeheerder Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze normen.
-	de additionele faalkans van het gevaarlijk transport is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse WEL goedgekeurd door de wegbeheerder ook zonder mitigerende maatregelen voldoet externe veiligheid aan de normen
-/0	de additionele faalkans van het gevaarlijk transport is kleiner dan 10 % OF de trefkans is kleiner dan 10^{-6} per jaar
0	de additionele faalkans van het gevaarlijk transport is kleiner dan 1 % OF de trefkans is kleiner dan 10^{-7} per jaar

Buisleidingen

Buisleidingen kunnen zich zowel bovengronds als ondergronds bevinden. In het projectgebied zijn geen bovengrondse buisleidingen, dus deze worden buiten beschouwing gelaten. Voor buisleidingen zijn alleen buisleidingen van belang die worden gebruikt voor transport van gevaarlijke stoffen, en vallen onder het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). Dit geldt ook voor de hogedruk gasleidingen in het projectgebied.

In de eerste benadering wordt gekeken naar de toename van de faalfrequentie van de buisleiding ten gevolge van de plaatsing van de windturbines. Is deze toename minder dan 10%, dan is dat acceptabel. In tweede benadering wordt ook gekeken naar de trefkans van de windturbine of een deel daarvan op de buisleiding. Is deze trefkans minder dan 10^{-6} per jaar, dan is dat ook acceptabel. Het resulterende plaatsgebonden risico ten gevolge van het bezwijken van de buisleiding is dan immers ook minder dan 10^{-6} per jaar en daarom acceptabel, in overeenstemming met de regelgeving[1].

Indien deze beide grenzen worden overschreden, wordt de situatie wordt als negatief (-) beoordeeld. De exploitant van de buisleiding (ook wel beheerder genoemd) kan na een kwantitatieve risicoanalyse alsnog toestemming verlenen.

Tabel 6.4 Beoordelingsmethodiek Externe veiligheid MER fase 2, voor Buisleidingen

Score	Betekenis (steeds ten opzichte van de referentiesituatie)
--	de additionele bezwijkkans van de buisleiding is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse NIET goedgekeurd door de verantwoordelijke exploitant van de buisleiding Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze normen.
-	de additionele bezwijkkans van de buisleiding is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse WEL goedgekeurd door de verantwoordelijke exploitant van de buisleiding ook zonder mitigerende maatregelen voldoet externe veiligheid aan de normen
-/0	de additionele bezwijkkans is van de buisleiding is kleiner dan 10 % OF de trefkans is kleiner dan 10^{-6} per jaar
0	de additionele bezwijkkans is van de buisleiding is kleiner dan 1 % OF de trefkans is kleiner dan 10^{-7} per jaar

Hoogspanningsleidingen en -masten

In het projectgebied bevinden zich enkele hoogspanningsleidingen en -masten. TenneT is de beheerder van deze hoogspanningsinfrastructuur.

Voor de analyse van de externe veiligheid wordt in de eerste benadering gekeken naar de toename van de faalfrequentie van de hoogspanningsverbinding ten gevolge van de plaatsing van de windturbines. Is deze toename minder dan 10 %, dan is dat acceptabel[2]. De huidige faalfrequentie van deze verbinding is echter niet bekend.

[1] Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb).

[2] Handboek Risicozonering Windturbines, versie september 2014.

In tweede benadering wordt ook gekeken naar de afstand van de van de turbine tot de hoogspanningslijn of -mast. Als normafstand geldt de hoogste waarde van de ashoogte plus ½ rotordiameter en de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Is de afstand groter dan deze normafstand, dan is dat acceptabel. Deze normafstand komt overeen met de trefkans-contour van 10^{-6} per jaar.

Indien de plaatsingsafstand kleiner is (en dus de trefkans groter is dan 10^{-6} per jaar), wordt de situatie als negatief (-) beoordeeld. TenneT kan na een kwantitatieve risicoanalyse alsnog toestemming verlenen.

Tabel 6.5 Beoordelingsmethodiek Externe veiligheid MER fase 2, voor Hoogspanningsleidingen en -masten

Score	Betekenis (steeds ten opzichte van de referentiesituatie)
--	de additionele bezwijkkans van de buisleiding is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse NIET goedgekeurd door TenneT Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze normen.
-	de additionele bezwijkkans van de buisleiding is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse WEL goedgekeurd door TenneT ook zonder mitigerende maatregelen voldoet externe veiligheid aan de normen
-/0	de additionele bezwijkkans is van de buisleiding is kleiner dan 10 % OF de trefkans is kleiner dan 10^{-6} per jaar
0	de additionele bezwijkkans is van de buisleiding is kleiner dan 1 % OF de trefkans is kleiner dan 10^{-7} per jaar

Industrie

Zoals beschreven in het veiligheidsonderzoek (bijlage II) is bevindt zich in de plansituatie één propaantank van 8000L binnen het invloedsgebied van één turbine. Deze tank bevindt zich ook in het invloedsgebied van één van de te saneren turbines. Deze propaantank betreft een zogenaamde niet-categoriale inrichting.

Voor deze niet-categoriale inrichtingen wordt in eerste benadering gekeken naar de toename van de faalfrequentie van de inrichting (propaantank) ten gevolge van de plaatsing van de windturbines. Is deze toename minder dan 10 %, dan is dat acceptabel.
In tweede benadering wordt ook gekeken naar de trefkans van de windturbine of een deel daarvan op de propaantank. Is deze trefkans minder dan 10^{-6} per jaar, dan wordt dat ook als acceptabel beoordeeld. Het resulterende plaatsgebonden risico ten gevolge van het bezwijken van de buisleiding is dan immers ook minder dan 10^{-6} per jaar.

Tabel 6.6 Beoordelingsmethodiek Externe veiligheid MER fase 2, voor Industrie (propaantank)

Score	Betekenis
--	de additionele bezwijkkans van de installatie is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse NIET goedgekeurd door de eigenaar
-	de additionele bezwijkkans van de installatie is groter dan 10 % EN de trefkans is groter dan 10^{-6} per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse WEL goedgekeurd door de eigenaar
-/0	de additionele bezwijkkans is van de installatie is kleiner dan 10 %

Score	Betekenis
	OF de trefkans is kleiner dan 10^{-6} per jaar
0	de additionele bezwijkkans is van de installatie is kleiner dan 1 % OF de trefkans is kleiner dan 10^{-7} per jaar

6.1.2 Effectbeoordeling externe veiligheid

De effecten op externe veiligheid zijn in detail beschreven in het extern veiligheidsonderzoek (bijlage II). In de onderstaande paragrafen worden de resultaten van het onderzoek samengevat gepresenteerd. Daarbij wordt eerst beargumenteerd dat de effecten tijdens de dubbeldraaiperiode en aanlegfase niet onderscheidend en niet significant zijn. Daarna wordt ingegaan op de criteria:

- invloed op bebouwing;
- invloed op infrastructuur (waarover geen transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt);
- invloed op transport van gevaarlijke stoffen;
- invloed op buisleidingen;
- invloed op hoogspanningsleidingen en -masten;
- invloed op industrie (opslag van gevaarlijke stoffen).

Dubbeldraaiperiode

De bestaande turbines die in de dubbeldraaiperiode nog blijven staan hebben invloed op de externe veiligheid. Deze turbines waren daarom ook onderdeel van de referentiesituatie. De invloed van een nieuwe turbines op een (beperkt) kwetsbaar object is dus mogelijkerwijs cumulatief aan de invloed van een bestaande turbine. Uit de analyse blijkt dat in het projectgebied risicocontouren van bestaande en nieuwe turbines niet overlappen. Daarom is een cumulatief effect uit te sluiten. Geen van de onderzochte (beperkt) kwetsbare objecten worden zowel door een dubbeldraaiturbine als door een nieuwe turbine beïnvloed.

Aanlegfase

In de aanlegfase van de windturbines ontstaan specifieke risico's voor de directe omgeving, met name gerelateerd aan een aantal hijsmomenten waarbij delen van de windturbines (mast, gondel en bladen) worden geplaatst. Dit betreft per turbine 6 tot 8 hijsmomenten van circa 20 min tot een uur, waarbij specifieke voorzorgsmaatregelen worden genomen om risico's voor de omgeving te voorkomen. Het mogelijke effect op externe veiligheid dat in de aanlegfase ontstaat is tijdelijk en lokaal van aard.

Trillingen die ontstaan bij heiwerkzaamheden tijdens de aanlegfase kunnen effect hebben op buisleidingen en hoogspanningsmasten. Trillingen ontstaan bij de trillingsbron, dit is bij de turbinefundering waar de heiwerkzaamheden plaatsvinden. De intensiteit van de trillingen neemt snel af naarmate de afstand tot de trillingsbron toeneemt. In een worst-case situatie is op een afstand van 70 m tot de trillingsbron, de grondtrilling gereduceerd tot 0,7 mm/s (zie ook afbeelding 6.7 van dit deelrapport). Deze intensiteit is vergelijkbaar met de trillingen die worden veroorzaakt door een zware vrachtwagen. Bij deze trillingsintensiteit is een negatief effect op hoogspanningsmasten en buisleidingen uit te sluiten.

Voor het basisalternatief en de varianten IA en IB geldt dat alle turbines een minimale afstand tot hoogspanningslijnen en buisleidingen hebben van ten minste de ashoogte + 1/3 rotorstraal. Dit betekent dat de minimale afstand die wordt aangehouden tot hoogspanningslijnen en buisleidingen ten minste 120 + 1/3 van 60 m bedraagt. Dit komt neer op een afstand van ten minste 140 m. Op basis van deze worst-case benadering is een effect van trillingen op hoogspanningslijnen en buisleidingen uit te sluiten.

Bebouwing

Verspreid liggende woningen (minder dan 2 per hectare) vallen in de categorie 'beperkt kwetsbare objecten'. Binnen de PR 10^{-5} contour van de windturbines zijn geen beperkt kwetsbare objecten aanwezig. Deze bevinden zich niet binnen de 10^{-5} contouren van de windturbines. Dit betekent dat het effect op beperkt kwetsbare objecten neutraal (0) is.

Meer geconcentreerde bebouwing, zoals dorpen of buurtschappen of delen daarvan, vallen in de categorie 'kwetsbare objecten'. Er liggen geen 'kwetsbare objecten' binnen de 10^{-6} contouren van de windturbines. Daarom is de beoordeling in alle varianten als neutraal (0) beoordeeld. Dit geldt zowel voor het basisalternatief IR als ook de varianten IA en IB.

Gewoon vervoer en transport Rijksweg A6

In het basisalternatief IR en de variant IA is er slechts één turbine waarvan het invloedsgebied over de A6 valt. Voor variant IB zijn dit meer turbines. Daarom zijn in dit deelrapport alleen de resultaten voor variant IB vermeld.

Het IPR is 1.1×10^{-10} per jaar voor een vrachtwagen en 9.4×10^{-12} per jaar voor een onbeschermde persoon. Dit is veel minder dan 10^{-7} per jaar. Dit betekent dat het veiligheidsrisico nihil is. Het effect op het IPR is daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Voor de A6 geldt dat een licht negatief effect op MR (2×10^{-4}) pas wordt bereikt bij 1.4×10^{9} voertuigen per jaar. Dit zijn 44 voertuigen per seconde. Dit is fysiek niet mogelijk. Hieruit wordt geconcludeerd dat de beoordeling neutraal (0) is. Dit geldt zowel voor het basisalternatief IR als in de varianten IA en IB.

Transport van gevaarlijke stoffen Rijksweg A6

De berekende toename van de faalkans van het transport van gevaarlijke stoffen is het hoogst voor variant IB, namelijk 0,02 %. Dit is veel minder dan 10 %. De trefkans is $2{,}7 \times 10^{-13}$ per jaar, en is daarmee veel kleiner dan de normwaarde van 10^{-6} per jaar. Hieruit volgt dat dit criterium als neutraal (0) is beoordeeld. Deze effectbeoordeling geldt zowel voor het basisalternatief IR als voor de varianten IA en IB.

Gewoon vervoer en transport Overige wegen

In de veiligheidsanalyse zijn acht routes geanalyseerd. De hoogste waarde voor IPR voor weggebruikers is 2.9×10^{-8} per jaar. Dit is veel minder dan 10^{-7} per jaar[1].

Voor alle routes geldt dat een licht negatief effect op het MR (2×10^{-4}) pas wordt bereikt bij aantallen weggebruikers van meer dan 26.000 per dag. Dit is in dit gebied niet het geval. Als conclusie is dat de beoordeling neutraal (0) is, in zowel basisalternatief IR als in de varianten IA en IB.

Gewoon vervoer en transport Vaarweg Molenrak

Uit het bureauonderzoek externe veiligheid (bijlage II) blijkt de maximale waarde voor het IPR is 2.9×10^{-9} per jaar. Dit is veel minder dan 10^{-7} per jaar. Daarmee is een (licht) negatief effect op het IPR uit te sluiten. Het criterium is voor het basisalternatief en de varianten IA en IB als neutraal (0) beoordeeld.

Voor het Molenrak geldt dat een licht negatief effect op het MR (2×10^{-4}) pas wordt bereikt bij meer dan 8,2 miljoen schepen per jaar. Dit is niet realistisch. Als conclusie is dat de beoordeling neutraal (0) is, in zowel basisalternatief IR als in de varianten IA en IB.

Gevaarlijk transport Vaarweg Molenrak

De berekende toename van de faalkans van het gevaarlijk transport is het hoogst voor variant IB, namelijk 177,1 %. Dit is veel meer dan 10 %. De trefkans is echter $7{,}7 \times 10^{-10}$ per km per jaar, veel minder dan 10^{-6} per jaar. Als conclusie is dat de beoordeling neutraal (0) is, in zowel basisalternatief IR als in de varianten IA en IB.

Spoorwegen

De dichtstbijzijnde spoorweg is een deel van het traject Weesp-Hattum. Deze verbinding loopt ten zuiden van het projectgebied. In alle varianten is het spoor buiten het invloedsgebied van de windturbines, dus IPR en MR zijn gelijk aan 0. Als conclusie is dat de beoordeling neutraal (0) is, in zowel basisalternatief IR als in de varianten IA en IB.

[1] In bijlage II van dit deelrapport zijn de toegepaste verkeersaantallen opgenomen.

Buisleidingen

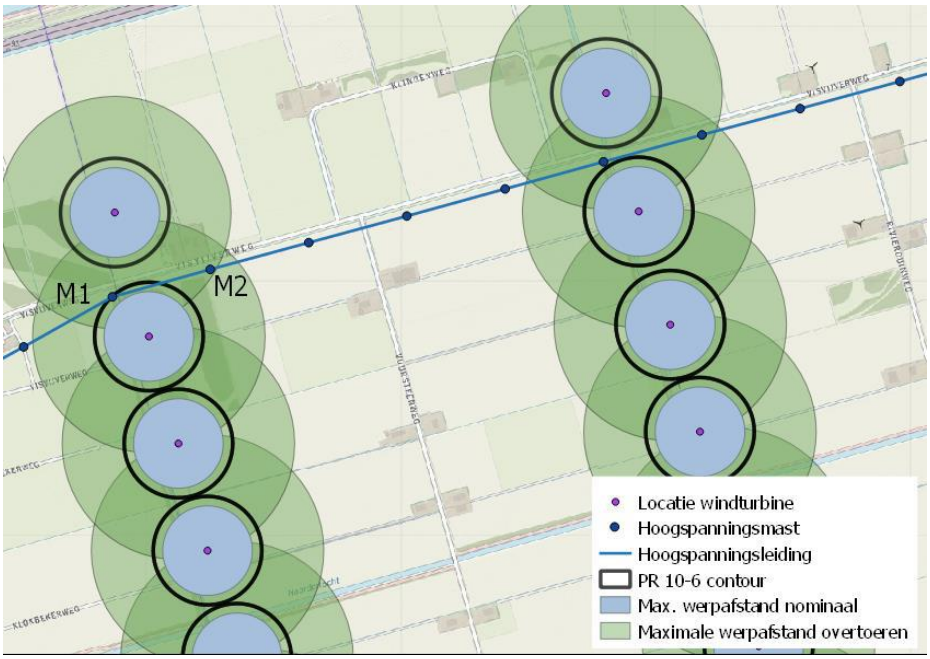
Er zijn vijf ondergrondse buisleidingen binnen het invloedsgebied van de windturbines. In een van de gevallen is de toename van de faalfrequentie meer 10 %, namelijk 13 %, maar de bijbehorende trefkans is kleiner dan 10^{-7}, namelijk 7.2×10^{-8}.

De hoogste trefkans betreft een ander geval en is ook minder dan 10^{-6}, namelijk 1.5×10^{-7}, met een bijbehorende toename van de faalfrequentie van iets meer dan 1% ten opzichte van de referentiesituatie. Als conclusie is dat de beoordeling op één tracé licht negatief (-/0) is, in zowel basisalternatief IR als in de varianten IA en IB. Dit betreft tracé A-683.

Hoogspanningslijnen en –masten

In het projectgebied bevinden zich enkele bovengrondse hoogspanningslijnen en masten. Zie afbeelding 6.1. De hoogst berekende trefkans is 4.5×10^{-5} per jaar, voor hoogspanningsmast M1. Dit is meer dan 10^{-6} per jaar. Het betreft een trefkans van de worp van een turbineblad op de hoogspanningslijn. Op basis hiervan is dit criterium als negatief (-) beoordeeld voor het basisalternatief en de varianten IA en IB. Deze toetsing wordt voorgelegd aan de netbeheerder[1].

Afbeelding 6.1 Hoogspanningslijn en –masten binnen het invloedsgebied van windturbines



Industrie (propaantank)

Zoals beschreven beperkt deze categorie zich tot één propaantank van 8000L binnen het invloedsgebied van één turbine. Deze tank bevindt zich ook in het invloedsgebied van één van de te saneren turbines. De hoogst berekende trefkans is $1{,}5 \times 10^{-8}$ per jaar. Dit is minder dan 10^{-7} per jaar.
Als conclusie is dat de beoordeling neutraal (0) is, in zowel basisalternatief IR als in de varianten IA en IB.

[1] De aanname is dat treffen ook leidt tot falen van de hoogspanningslijn. De faalkans van de hoogspanning zonder windturbines is echter niet bekend, zodat de toename niet kan worden bepaald. Indien deze toename meer is dan 10 %, zal TenneT de situatie apart moeten beoordelen, op basis van een nadere kwantitatieve risicoanalyse.

6.2 Waterkeringveiligheid

6.2.1 Effectenbeoordeling conform beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 1

In MER fase 1 is waterkeringveiligheid beoordeeld op basis van de plaatsingszones ten opzichte van de beschermingszones van de IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijk. Nu de turbineposities van het basisalternatief en de varianten IA en IB bekend zijn, kan de beoordelingsmethodiek zoals weergegeven in tabel 4.6 nogmaals worden toegepast.

In het basisalternatief IR en de varianten (IA en IB) hierop worden alle 28 turbines die zich in de huidige situatie in het keurgebied van de waterkeringen bevinden gesaneerd. Deze 28 te saneren turbines bevinden zich in de binnenbeschermingszone aan de buitendijkse zijde van de IJsselmeerdijk. In het keurgebied van de Ketelmeerdijk bevinden zich momenteel geen turbines.

In geen van de voorkeursalternatieven worden er turbines geplaatst van de beschermingszones van de IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijk. Er kan geconcludeerd worden dat in alle voorkeursalternatieven de ontwikkeling voor de IJsselmeerdijk leidt tot een positief effect. Het effect voor de Ketelmeerdijk is neutraal, dit is weergegeven in tabel 6.7.

Tabel 6.7 Effectbeoordeling voorkeursalternatieven conform beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 1

Criterium	Basisalternatief	Variant 1: alternatieve plaatsingszones	Variant 2: bolstapeling
A. Waterkeringveiligheid	**a IJsselmeerdijk b Ketelmeerdijk**	**a IJsselmeerdijk b Ketelmeerdijk**	**a IJsselmeerdijk b Ketelmeerdijk**
A.1 effect op beschermingszones	a: +	a: +	a: +
	b: 0	b: 0	b: 0

Omdat er geen turbines worden geplaatst binnen het keurgebied van het waterschap wordt er voldaan aan de huidige regelgeving vanuit (Waterschap Zuiderzeeland, 2009). Echter noemt Handboek Risicozonering Windturbines: 'In het algemeen kan gesteld worden dat de risico's als gevolg van het plaatsen van windturbines niet mogen leiden tot een verhoogde bezwijkkans van de dijklichamen'. Omdat in de trend van de afgelopen jaren turbines aanzienlijk hoger zijn geworden kunnen ook turbines buiten het keurgebied effect hebben op de waterkerende kernzone.

6.2.2 Beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 2

Nu vastgesteld is dat er geen turbines geplaatst worden in de keurzone van het Waterschap zal in MER fase 2 beschouwd worden op welke andere manieren de voorgenomen activiteiten effect kan hebben op de waterkeringveiligheid van de IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijk. Hierbij wordt zoals eerder benoemd gekeken naar de aspecten gebruiksfase turbines, aanleg- en sloopfase turbines en aanleg van kabels. Binnen deze aspecten zijn er criteria beschouwd en de effecten op de waterkering in beeld gebracht.

Om te beoordelen of een criterium überhaupt een rol speelt, worden maximale effectafstanden opgesteld. Een criterium heeft enkel effect op de waterkering als de maximale effectafstand voorbij de rand van de kernzone van de waterkering reikt. Raakt de maximale effectafstand de rand van de kernzone niet, dan kan geconcludeerd worden dat geen effect optreedt en het aspect niet verder beschouwd hoeft te worden. Hierbij wordt er een kwantitatieve bepaling gedaan van de maximale werpafstanden tijdens de gebruiksfase van de windturbines en een kwalitatieve inschatting van de effecten hiervan. Er wordt een kwalitatieve

inschatting van de maximale effectafstanden en de effecten van trillingen tijdens de aanlegfase (door heiwerkzaamheden) en de aanleg van kabels en leidingen onder de dijk.

Tabel 6.8 geeft een overzicht van de maximale effectafstanden voor de verschillende criteria van de twee turbinetypes in de plansituatie en de huidige turbines aan de IJsselmeerdijk. Wat al direct uit Tabel 6.8 op te maken valt is dat bladbreuk bij overtoeren voor alle turbines de grootste maximale effectafstand heeft. In de beoordeling van het basisalternatief IR en de varianten (IA en IB) zal daarom eerst voor alle turbines in beeld gebracht worden of bladbreuk bij overtoeren effect heeft. Pas als dat het geval is zal ingezoomd worden op deze windturbines om te beoordelen of er op nog meer criteria effecten zijn.

Tabel 6.8 Maximale effectafstanden voor de verschillende aspecten

Criterium	Maximale effectafstand	regulier	innovatief	Huidig IJsselmeerdijk
A. gebruiksfase turbines				
A.1 bladbreuk bij overtoeren	afhankelijk van het toerental	456 m	477 m	300 m
A.2 bladbreuk nominaal toerental	afhankelijk van het toerental	197 m	232 m	102 m
A.3 omvallen turbine door mastbreuk	ashoogte + halve diameter rotor	213 m	248 m	62 m
A.4 vallen van de gondel en/of de rotor	halve diameter rotor	76 m	82 m	21,5 m
B. aanleg- en de sloopfase turbines				
B.1 trillingen in aanlegfase	100 m	100 m	100 m	100 m
B.2 trillingen in sloopfase	100 m	100 m	100 m	100 m
C. aanleg van kabels:				
B.1 horizontale boring onder de dijk	10 m gronddekking boven de boring	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Op de criteria waarbij effecten optreden op de waterkeringveiligheid van de IJsselmeerdijk of de Ketelmeerdijk wordt het effect vergeleken ten opzichte van de referentiesituatie. Deze beoordeling zal kwalitatief zijn conform de beoordelingsmethodiek in Tabel 6.9. Een toelichting hoe de kwalitatieve beoordeling van mogelijke effecten plaats volgt hieronder in de beschrijving van de aspecten.

Tabel 6.9 Beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 2

Score	Betekenis
--	de voorgenomen activiteit leidt tot een **sterk negatief** effect voor de waterkeringveiligheid. In de plansituatie staan is risico van effecten op de waterkeringveiligheid groter en daardoor niet meer voldaan aan de normen voor waterkeringveiligheid
-	de voorgenomen activiteit leidt tot een **negatief** effect voor de waterkeringveiligheid. In de plansituatie is het risico van effecten op de waterkeringveiligheid groter maar wordt nog steeds voldaan aan de normen voor waterkeringveiligheid
0/-	de voorgenomen activiteit leidt tot een **licht negatief** effect voor de waterkeringveiligheid. In de plansituatie is faalkans van een turbine op de dijk groter maar het gevolgeffect blijft gelijk
0	de voorgenomen activiteit onderscheidt zich niet van de referentiesituatie, het effect is **neutraal**
0/+	de voorgenomen activiteit leidt tot een **licht positief** effect voor de waterkeringveiligheid. In de plansituatie is faalkans van een turbine op de dijk kleiner maar het gevolgeffect blijft gelijk

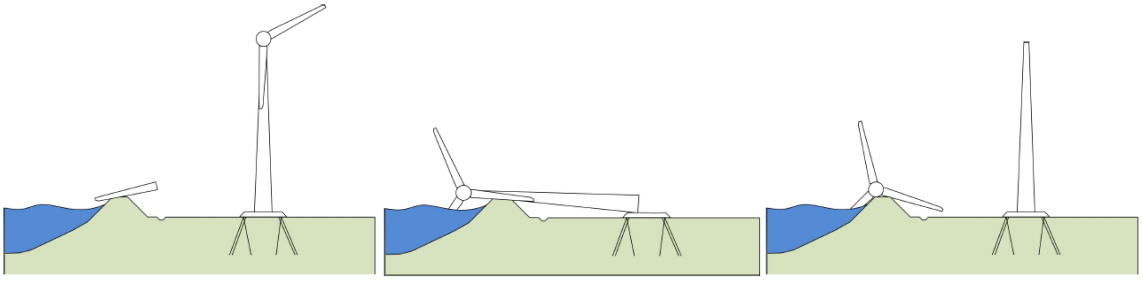
Score	Betekenis
+	de voorgenomen activiteit leidt tot een **positief** effect voor de waterkeringveiligheid. In de plansituatie staan is risico van effecten op de waterkeringveiligheid kleiner
+ +	de voorgenomen activiteit leidt tot een **sterk positief** effect. In de plansituatie heeft het windpark geen effect meer op de waterkeringveiligheid

6.2.3 Ingreep-effectrelaties aspect A. Gebruiksfase turbines

Voor de gebruiksfase van turbines wordt de effectafstand, in dit geval worpafstanden, gemeten vanaf de kern van de fundering. Tijdens de gebruiksfase van windturbines kunnen veiligheidsrisico's optreden door de volgende gebeurtenissen:

- breuk van een windturbineblad (nominaal en bij overtoeren);
- omvallen van een windturbine door mastbreuk;
- naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor;
- het naar beneden vallen van kleine onderdelen (zie ook afbeelding 6.2).

Afbeelding 6.2 Links naar rechts: breuk van een windturbineblad, omvallen van een windturbine, vallen gondel met rotor



Het risico dat een van deze onderdelen de kernzone van de waterkering raakt hangt af van de kans dat er een onderdeel valt, bijvoorbeeld omdat het onderdeel afbreekt (Pval); en van de kans dat het onderdeel dan daadwerkelijk op de kernzone terecht komt (Praken).

Daarmee is de formule voor het berekenen van de totale impactkans:

$P_{impact} = P_{val} \cdot P_{raken}$

De jaarlijkse kans dat een onderdeel valt (P_{val}) wordt gegeven in Tabel 6.810 . Hoewel het niet verachtelijk is, de faalkans is gelijk die van de referentiesituatie en is vrijwel nihil. Daarom is het niet noodzakelijk om een aanvullende faalkansberekening uit te voeren.

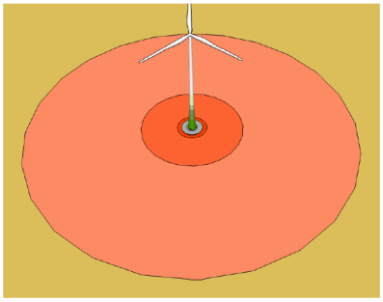
In geval van het vallen van een onderdeel, zal dit met 100% zekerheid binnen de effectcirkel die is weergegeven in afbeelding 6.3. Deze afbeelding geeft de maximale effectafstanden weer. De raakkans (P_{raken}) hangt af van hoe groot de overlap is tussen deze "effectcirkel" en de kernzone.

Tabel 6.10 Faalkans op vallen van een onderdeel

Criterium	P_{val} per jaar handboek risicozonering
A. gebruiksfase turbines	
A.1 bladbreuk bij overtoeren	$5{,}0 \cdot 10^{-6}$

Criterium	P_{val} per jaar handboek risicozonering
A.2 bladbreuk nominaal toerental	$8{,}4 \cdot 10^{-4}$
A.3 omvallen turbine door mastbreuk	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$
A.4 vallen van de gondel en/of de rotor	$3{,}2 \cdot 10^{-5}$

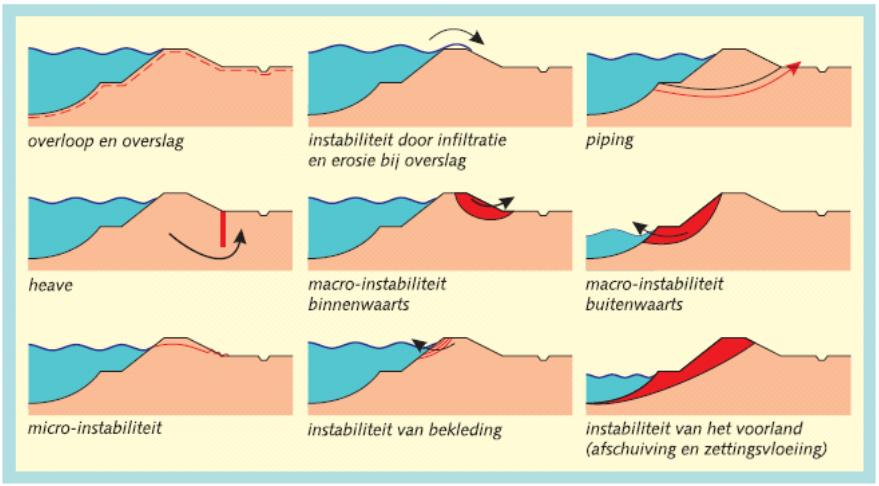
Afbeelding 6.3 Weergave van de effectencirkels



Het vallen van een onderdeel op de dijk leidt in principe niet direct tot falen van de dijk, maar tot schade aan de dijk door impact van het vallende onderdeel. Deze schade kan wel leiden tot een verhoogde bezwijkkans van de dijk, door een verhoogde kans op een van de mogelijke faalmechanismen van de waterkering.

De mogelijke faalmechanismen zijn weergegeven in afbeelding 6.4.

Afbeelding 6.4 Relevante faalmechanismen van de waterkering [VTV 2006]



Afbeelding 6.5 Links naar rechts: Bekleding IJsselmeerdijken, bekleding Ketelmeerdijk

Afbeelding 6.5 toont de dijkbekleding van de IJsselmeerdijk en de Ketelmeerdijk, beide hebben aan de waterzijde steenstort, gevolgd door geplaatste steenbekleding gevolgd door een asfaltweg. In het geval van de IJsselmeerdijk is dit een onderhoudsweg en heeft de kruin en achterzijde een grasbekleding en achter de dijk de snelweg A6. Het getoonde asfalt op de Ketelmeerdijk is het fietspad, op de kruin van de dijk ligt nog een weg de 'Ketelmeerdijk' en de achterzijde heeft eveneens een grasbekleding. Hieronder wordt per vallend onderdeel beschreven wat de impactschade zou kunnen zijn en hoe dit bezwijkkans van de waterkeringen beïnvloedt.

In de onderstaande paragrafen is per gebeurtenis die in de gebruiksfase kan optreden het veiligheidsrisico onderbouwd.

A.1 en A.2 bladbreuk bij nominaal toerental en bij overtoeren

Het toerental bepaalt hoe ver weg een blad kan vallen, maar de impact van bladbreuk bij overtoeren en bij nominaal toerental zal vergelijkbaar zijn. Het blad van de windturbine is een relatief licht onderdeel dat gemaakt wordt van composieten (vezelversterkte kunststoffen). In dit MER is de effectbeoordeling van waterkeringveiligheid beoordeeld op basis van een worst case scenario, dit betekent dat rekening gehouden is met een massa van een turbineblad van 24 ton (zie ref. 13 voor risico-analyse).

Bij impact van het blad zal deze snel versplinteren. Hierdoor zal de impact van het blad niet dusdanig groot zijn dat een gat in de dijk wordt geslagen. Daarnaast heeft de steenbekleding van de dijkvoldoende sterkte om geen significant effect te ondervinden van de impact van een blad. Mogelijk zijn wel kleine herstelwerkzaamheden nodig in de vorm van het rechtleggen van stenen.

De wegen op de dijk en de grasbekleding op de kruin en achterzijde van dijk kunnenbeschadigd worden bij bladbreuk. Een beschadigde weg of grasbekleding kan leiden tot instabiliteit van de waterkering door infiltratie en erosie bij overslag. Als de dijken echter hoog genoeg zijn zal de overslag verwaarloosbaar zijn. In de referentiesituatie is dit niet van toepassing op de IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijk. Dit betekent dat bij impact van een turbineblad de weg of grasbekleding onmiddellijk hersteld zal moeten worden.
Voor bladbreuk kan op basis van bovenstaande geconcludeerd worden dat onafhankelijk van de impactkans, bladbreuk maximaal tot een licht negatief effect op de waterkeringveiligheid kan leiden. Dit effect geld bij een nominaal toerental en bij overtoeren en is niet onderscheidend tussen het basisalternatief en varianten IA en IB.

A.3 omvallen turbine door mastbreuk.

De maximale effectafstand voor het in zijn geheel omvallen van de turbine is bepaald door ashoogte + halve diameter rotor. Als de plaatsingafstand groter is dan de ashoogte kan enkel het blad op de waterkering vallen en is het effect van de impact vergelijkbaar met het effect van bladbreuk (A.1 en A.2). Dit komt omdat alleen het bovenste blad van de turbine de dijk zou bereiken. Daardoor heeft het omvallen van de turbine in zo'n geval hooguit een licht negatief effect.

Voor de onderdelen mast en gondel wordt de effectafstand verder beperkt tot de ashoogte. De gondel, waar zich onder andere de generator bevindt, is het zwaarste onderdeel van de windturbine. Indien de gondel op

de dijk valt kan dit leiden tot een significante inslagkrater. Afhankelijk van de trefkans kan de impact van de gondel leiden tot een licht tot zeer negatief effect op de volgende manieren:

- inslag op de kruin kan effect hebben op het faalmechanisme overloop en overslag ten gevolge van een inslagkrater die leidt tot een verlaagde kruinhoogte. Hierdoor wordt de weerstand van de waterkering tegen overloop en overslag verlaagd en kan een progressief groeiende bres ontstaan;
- inslag in de binnenteen van de dijk kan effect hebben op het faalmechanisme macro-instabiliteit binnenwaarts, door verlaagde grondweerstand een binnenwaartse afschuiving initiëren;
- inslag in de buitenteen van de dijk effect hebben op het faalmechanisme macro-instabiliteit buitenwaarts, door verlaagde grondweerstand een buitenwaartse afschuiving initiëren.

A.4 naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor;

De maximale effectafstand bij het naar beneden vallen van een gondel en/of de rotor is een ½ rotordiameter. Aangezien de gondel het zwaarste onderdeel van de windturbine is en deze tot een significante inslagkrater kan leiden is dit effect maatgevend. Afhankelijk van de trefkans kan de impact van de gondel leiden tot een licht tot sterk negatief effect op de manieren beschreven onder A.3.

Naar beneden vallen van kleine onderdelen

Ten slotte kunnen kleine onderdelen naar beneden vallen. De impactschade van kleine objecten is zodanig klein dat dit geen invloed heeft op een groot dijklichaam. Voor waterkeringveiligheid zal dit criterium niet nader worden beschouwd.

6.2.4 Ingreep-effectrelaties aspect B. Aanleg- en sloopfase turbines

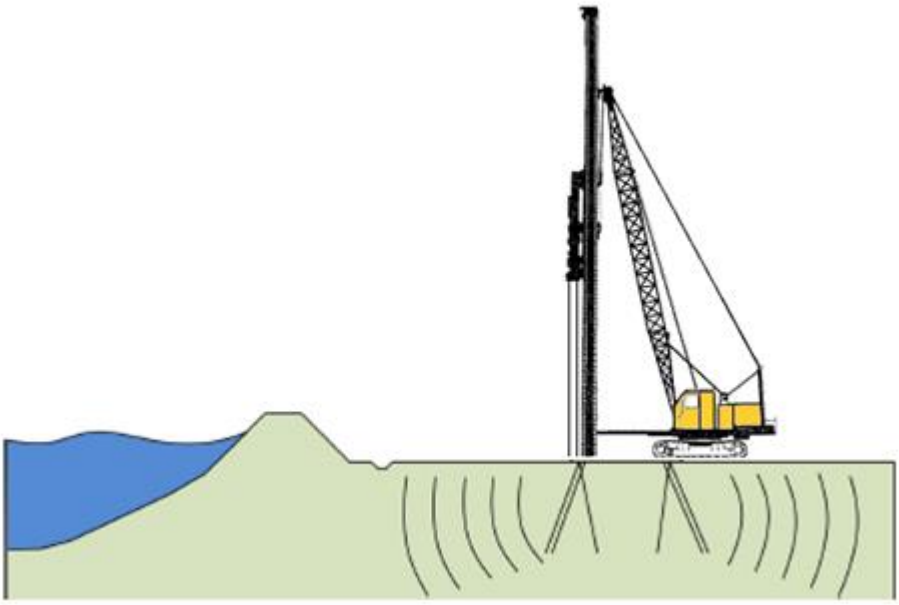
Tijdens de aanleg- en sloopfase van de turbines kunnen trillingen een effect hebben op waterkeringveiligheid. Daarom worden in deze fase de volgende twee criteria beoordeeld:

- B.1 trillingen in aanlegfase;
- B.2 trillingen in sloopfase.

Voor de aanleg van de turbinefunderingen gelden de volgende uitgangspunten:

- voor de funderingen op land worden per turbine 50 heipalen gebruikt tot 30 m diep. De oppervlakte van de fundering is 625 m^2 (straal 14 m). Afbeelding 6.6 geeft hiervan een schematische weergave;
- voor de funderingen in het IJsselmeer wordt per turbine één monopile (maximaal 10 m brede holle buis als heipaal) gebruikt met een maximale diepte van 40 m.

Afbeelding 6.6 Schematische weergave trillingen door heien



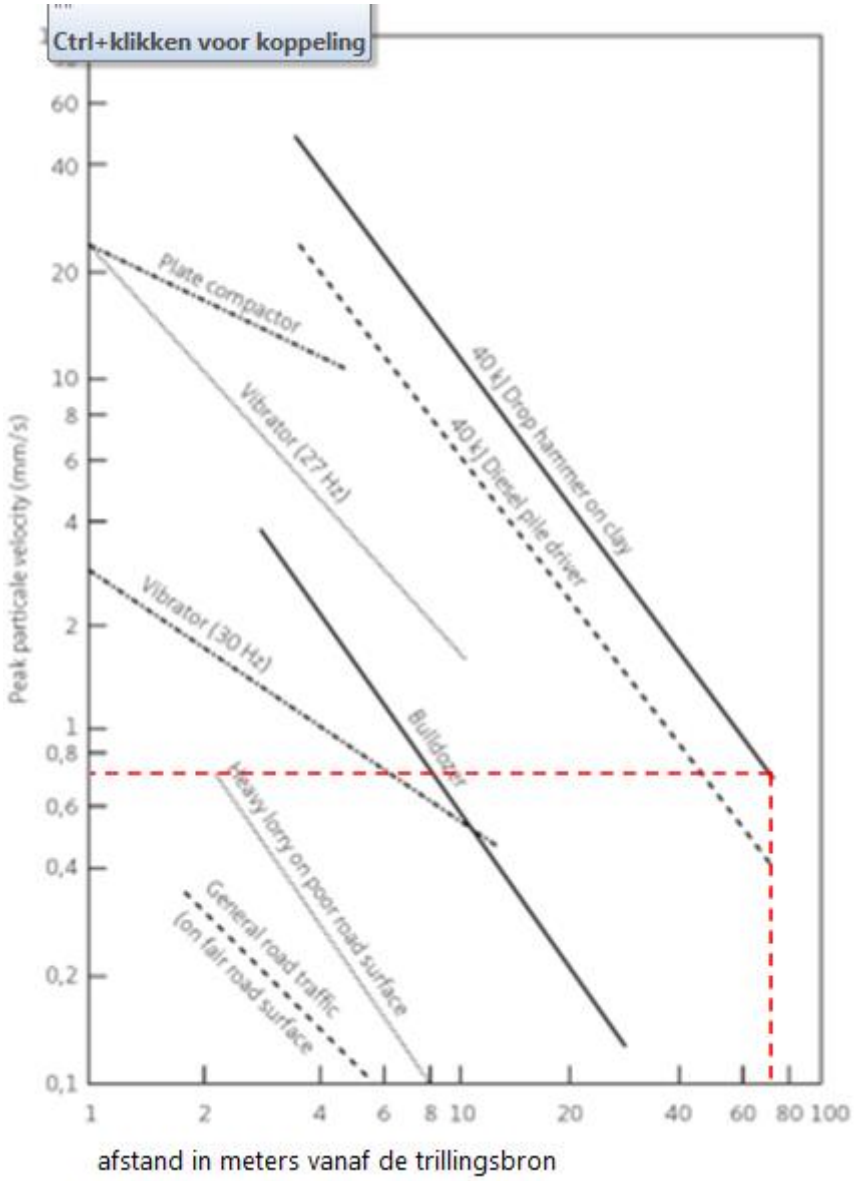
Voor trillingen wordt het effect gemeten vanaf de trillingsbron. Voor heien is dat bij de fundering van de turbine. Naast de afstand beïnvloeden ook de wijze van inbrengen (heien of trillen) en de grondopbouw de mate van trillingen.

Afbeelding 6.7 geeft een indicatie van door materieel veroorzaakte trillingen. Daarbij is de zwaarste trillingsbron een 40 kJ heihamer op een klei ondergrond. Op 70 m afstand van de heihamer is de grondtrilling gereduceerd tot 0,7 mm/s, vergelijkbaar met de trillingen veroorzaakt door een zware vrachtwagen.

In de referentiesituatie rijden zware vrachtwagens over de Ketelmeerdijk, dus dit trillingsniveau kan als toelaatbaar beschouwd worden. Om rekening te houden met een afwijkende grondopbouw of hei-omstandigheden wordt nog 30 m extra marge genomen en kan 70+30=100 m gesteld worden als maximale effectafstand voor trillingen.

Uitgangspunt in het MER is dat bij het saneren van bestaande turbines de funderingen niet worden verwijderd. In dat geval hebben trillingen tijdens de verwijderingsfase geen effect op de waterkeringveiligheid. Een verwijderingsplan zal worden opgesteld voor de vergunningaanvragen.

Afbeelding 6.7 Indicatie van door materieel veroorzaakte trillingen [NEN-EN 1993]

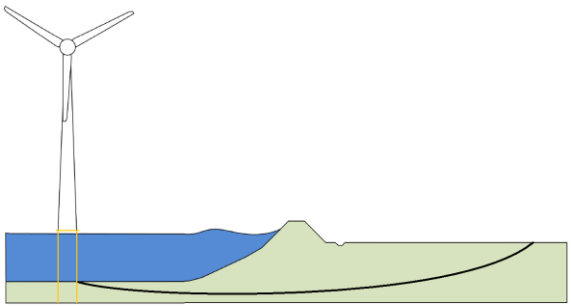


6.2.5 Ingreep-effectrelaties aspect C. Aanleg van kabels

Voor de turbines in deelgebied IJsselmeer is de aanleg van kabels onder of over de dijk nodig om de energie te ontsluiten. De kabelaanlanding kan worden uitgevoerd door een kabel over de dijk te leggen, of door de kabel met een HDD boring onder de dijk door te trekken (zie ook paragraaf 5.9 van het hoofdrapport). In het MER is de dijkkruising met een HDD-boring nader onderzocht om de haalbaarheid en effecten van deze optie in beeld te brengen. De vorm van kabelaanlanding staat nog niet vast, in overleg met waterschap Zuiderzeeland wordt besloten welke vorm van dijkkruising de voorkeur heeft.

In MER fase 1 is gesteld dat de aanleg van kabels in de kern- en binnenbeschermingszone in principe niet is toegestaan (Waterschap Zuiderzeeland, 2009). Omdat de turbines buiten de beschermingszones staan kan de HDD-boring technisch gezien wel uitgevoerd worden (diep) onder de kernzone en beschermingszones door, waarmee de kabels dus niet in deze zones komen, zoals in Afbeelding 6.6.

Afbeelding 6.8 Schematische weergave kabel onder de dijk



In het beleid van het waterschap (Waterschap Zuiderzeeland, 2009), wordt het volgende vermeld over HDD-boringen:

'Dijkkruising middels horizontaal gestuurde boring (HDD-boringen)
Een gestuurde boring of HDD-methode (Horizontal Directional Drilling) is een sleufloze boortechniek waarbij waterkeringen diep onder het maaiveld worden gekruist. Met deze methode is men in staat over honderden meters nauwkeurige boringen te verrichten. Hierbij ontstaat de mogelijkheid om persleidingen of kabeldoorvoerbuizen onder keringen te leggen zonder het dijkprofiel te verstoren. Voor de aanleg van een horizontaal gestuurde boring moet het ontwerp onderbouwd worden met de noodzakelijke grondonderzoeken en sterkteberekeningen. Het in- en uittredepunt van de boring moet buiten de veiligheidszone van de waterkering liggen. In de kernzone dient de gronddekking ten opzichte van het maaiveld of de waterbodem minimaal 10 m te zijn en moet de leiding horizontaal liggen. Wanneer het pleistocene zand wordt aangeboord moet de stijghoogte in het Pleistoceen worden bepaald. Een gestuurde boring mag niet worden uitgevoerd als de stijghoogte in het Pleistoceen hoger is dan het freatisch vlak buiten de waterkering tenzij er extra maatregelen worden getroffen, zoals bijvoorbeeld de aanleg van kwelschermen in een kleikoffer aan weerszijden van de boring.'

In bijlage KL. 3 Horizontaal gestuurde boringen van (Waterschap Zuiderzeeland, 2009) staat een overzicht van de voorwaarden voor vergunningverlening voor een gestuurde boring genoemd, conform de NEN 3650 serie, NEN 3651 en de NPR 3659.

In NEN 3651 staat in 9.6 HDD staat de volgende relevant informatie:
'Omdat bij de aanleg van leidingkruisingen met de HDD-techniek de verstoring van het waterstaatswerk nihil is of tot een minimum beperkt blijft, verdient deze methode de voorkeur boven andere aanlegmethoden. Wanneer er ten minste 10 m gronddekking boven de boring aanwezig is, is de kans op beschadiging door derden vrijwel geheel uitgesloten. Bij een geringere gronddekking dan 10 m nemen de risicomijdende merites van deze kruisingsmethode snel af'

NEN 3651 geeft verder nog in 8.6 'Horizontal Directional Drilling' (HDD) Een HDD mag niet worden uitgevoerd indien langs de leiding een kwelweglengte kan ontstaan met een geringere hydraulische weerstand dan de 'natuurlijke' kortste kwelweglengte, tenzij de leiding onder het waterstaatswerk en de veiligheidszones geheel in het diepe zand ligt.

Voor de aanleg van kabels onder de dijk kan geconcludeerd worden dat dit **geen effect** heeft mits de HDD-boring voldoende diep wordt uitgevoerd en het in- en uittredepunt voldoende ver uit elkaar liggen. Voor vergunningaanvraag van de HDD-boring moet het ontwerp onderbouwd worden met de noodzakelijke grondonderzoeken en sterkteberekeningen.

6.2.6 Effectenbeoordeling conform beoordelingsmethodiek waterkeringveiligheid MER fase 2

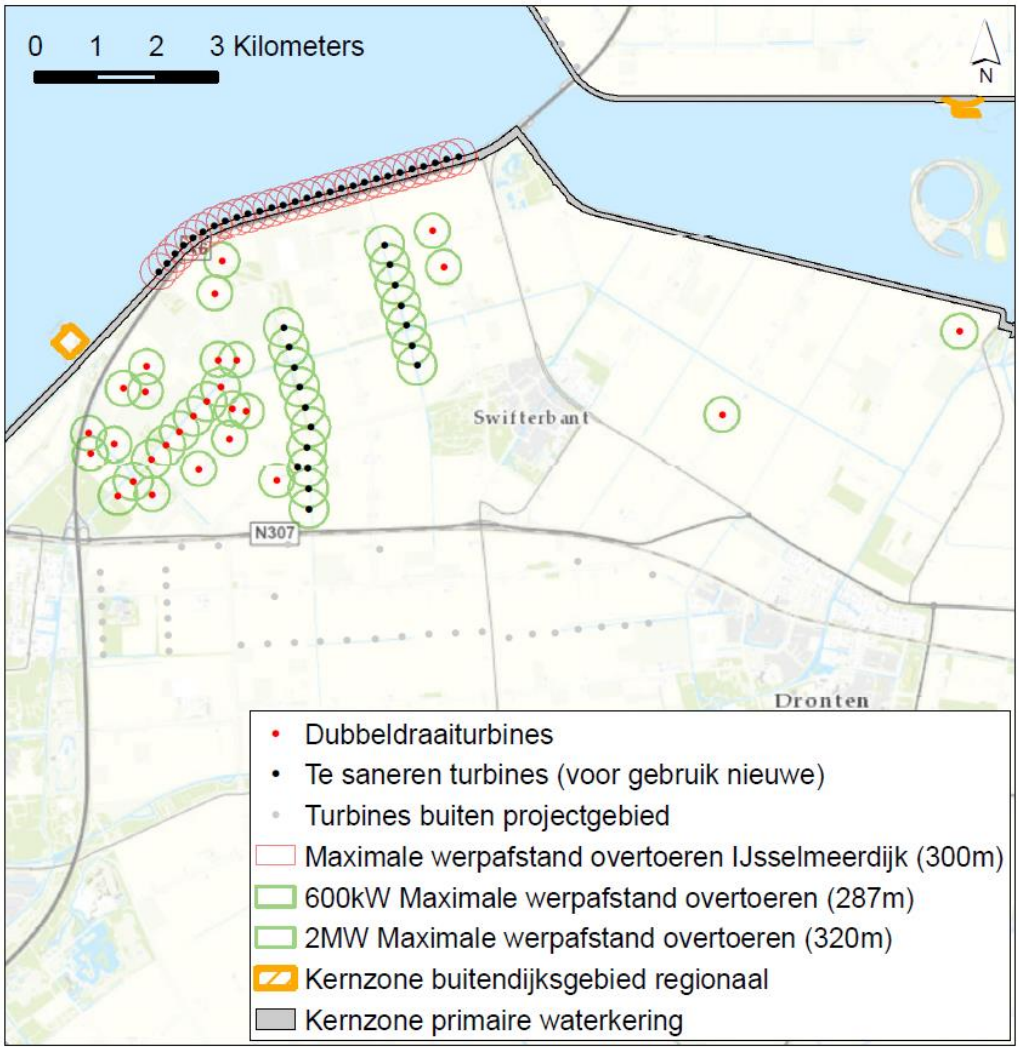
Effecten dubbeldraai en te saneren turbines

Zoals eerder geconcludeerd is de maximale effectafstanden van bladworp overtoeren het grootst. Daarom wordt eerst naar de maximale afstand overtoeren gekeken, en als die de kernzone raakt wordt ingezoomd op andere de andere criteria.

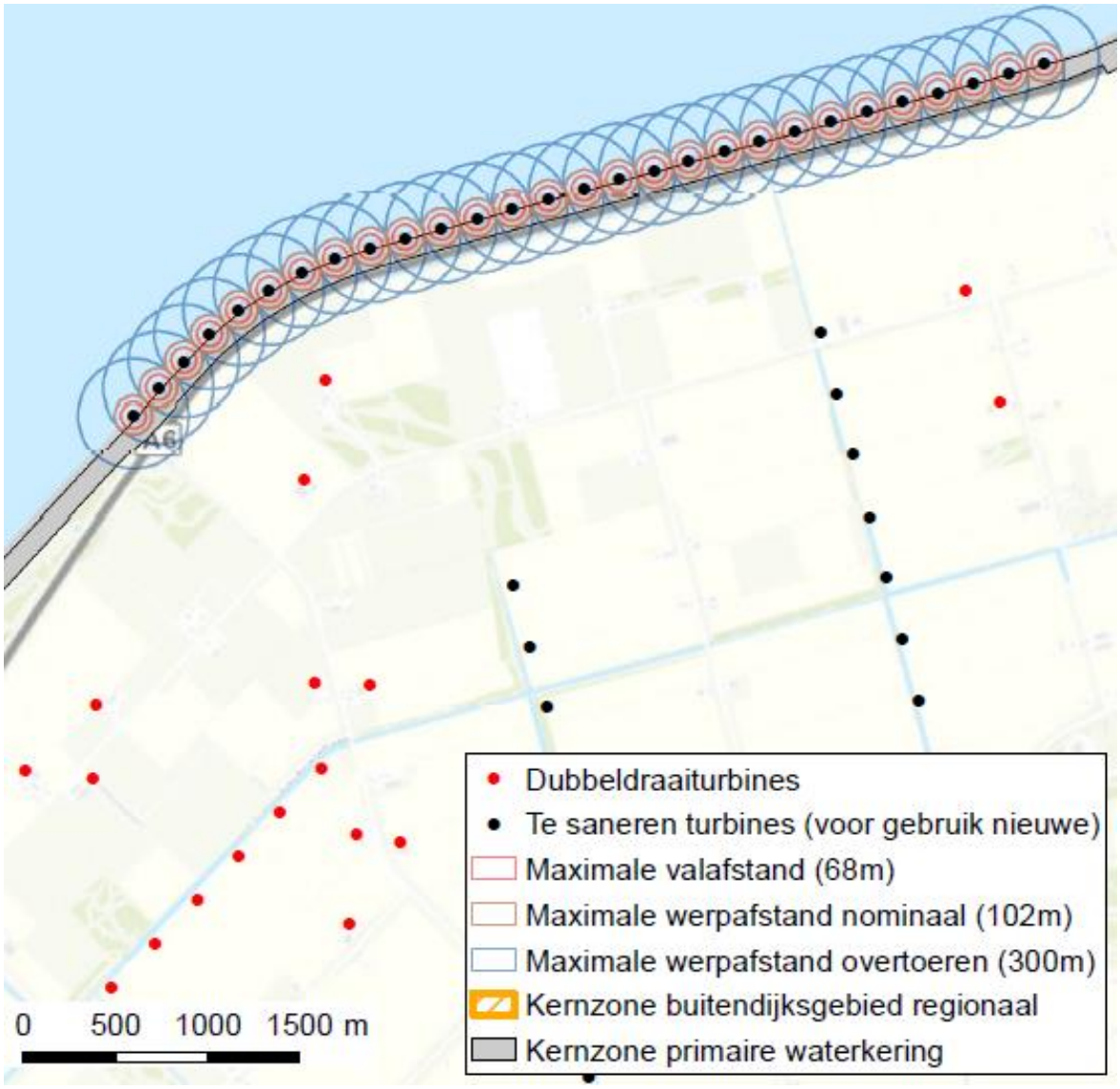
Afbeelding 6.9 toont de maximale bladworpafstand overtoeren van de turbines in de huidige situatie, waarvan een deel gesaneerd zal worden en een deel zal dubbeldraaien. Uit Afbeelding 6.9 wordt geconcludeerd:

- dubbeldraaiturbines (rode stip) hebben geen effect op de waterkering, want geen van de cirkels raakt de kernzone. Dubbeldraai heeft zodoende **geen effect** op waterkeringveiligheid;
- te saneren turbines binnendijks (zwarte stip) hebben **geen effect** op de waterkering, want geen van de cirkels raakt de kernzone;
- te saneren turbines buitendijks hebben alle 28 effect op de waterkering, want de rode cirkels rakend de kernzone. Een foto van deze turbines in te zien in Afbeelding 6.5. Deze turbines hebben op de volgende manier effect op de IJssemeerdijk:
  - aspect A. Gebruiksfase turbines. De turbines staan zodanig dicht op de dijk dat alle werpafstanden van A.1, A.2, A.3, A.4 nu effect hebben op de IJsselmeerdijk. Na het saneren hebben de criteria A.1, A.2, A.3, A.4 niet langer effect op de waterkering. Hier is de nieuwe situatie een positieve parametereffect voor het waarnemen van het weggenomen effect;
  - aspect B. Aanleg- en de sloopfase turbines. Tijdens het saneren van de turbine funderingen kan criterium B.2 trillingen in sloopfase een negatief effect hebben op de IJsselmeerdijk ten gevolgde van het uittrekken van de monopile met een trilblok. Of dit effect acceptabel is zal nader moeten worden onderzocht. Als er wordt gekozen om de monopile te laten staan, of om deze onder water af te snijden zal dit geen effect hebben op de waterkeringveiligheid.

Afbeelding 6.9 Maximale effectafstanden dubbeldraaiturbines en te saneren turbines



Afbeelding 6.10 Maximale effectafstanden ingezoomd op te saneren turbines buitendijks



Basisalternatief

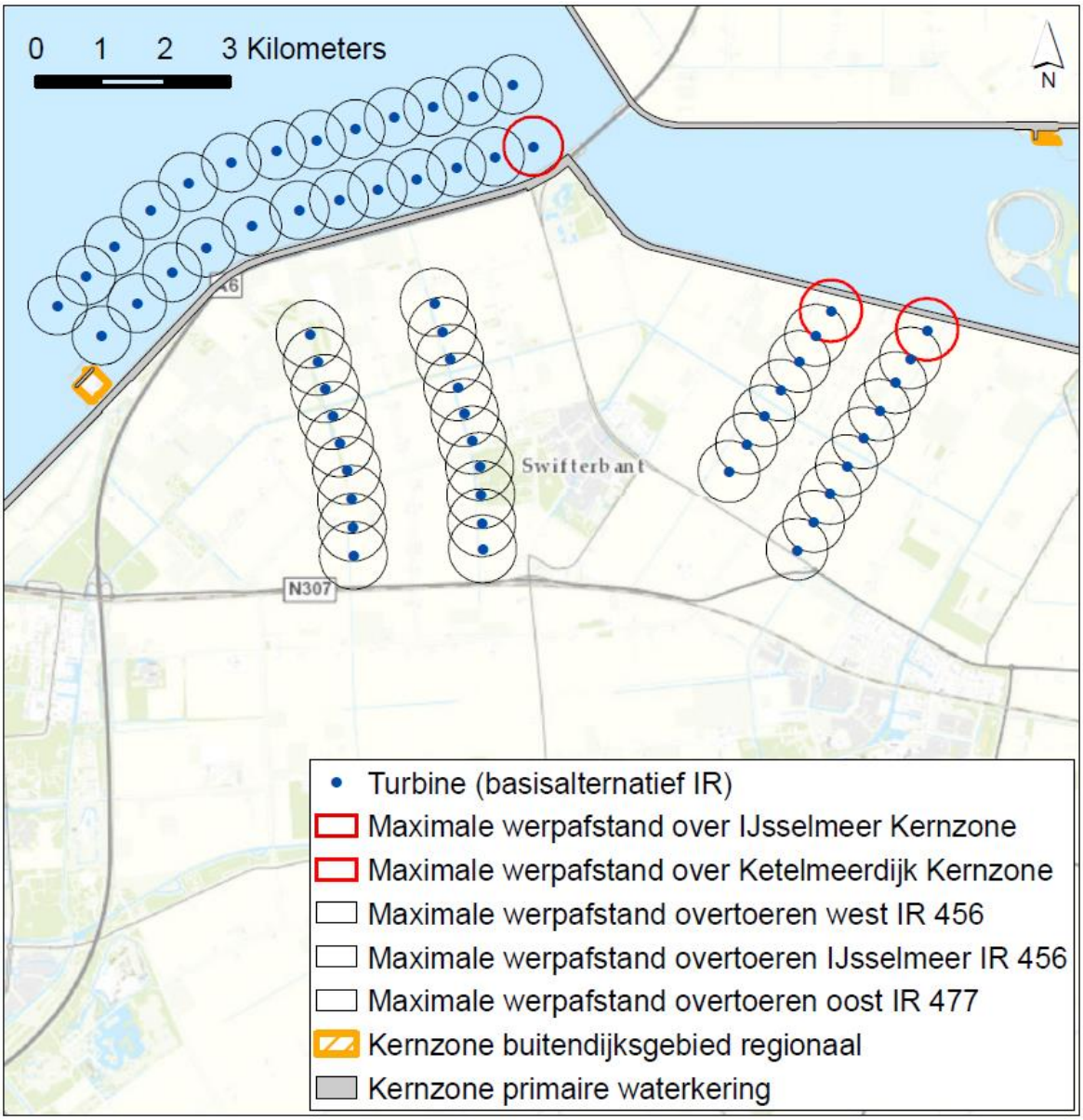
Wederom wordt eerst naar de maximale werpafstand bij overtoeren gekeken, en als die de kernzone raakt wordt ingezoomd op andere de andere criteria Afbeelding 6.11 toont de maximale werpafstand bij overtoeren van de turbines die geplaatst worden in het basisalternatief. Uit Afbeelding 6.11 wordt geconcludeerd:

- in deelgebied IJsselmeer heeft één turbine effect op de IJsselmeerdijk, want de rode cirkel raakt de kernzone. Het gaat om de meest westelijke turbine in plaatsingszone IJsselmeer buitendijks-binnenzijde, waar in Afbeelding 6.12 op wordt ingezoomd. Deze turbine heeft op de volgende manier effect op de IJssemeerdijk:
  - aspect A. Gebruiksfase turbines. Met een zeer kleine overlap heeft enkel het criterium A.1 bladbreuk bij overtoeren effect op de IJssemeerdijk. Criterium A.1 blijft effect hebben op de IJsselmeerdijk, maar de raakkans wordt sterk gereduceerd t.o.v. de 28 te saneren turbines waardoor er op A.1 een positief effect is. Criteria A.2, A.3 en A.4 hebben helemaal geen effect meer op de IJsselmeerdijk na het saneren van de 28 huidige turbines wat op deze criteria tot een sterk positief effect leidt;
  - aspect B. Aanleg- en de sloopfase turbines. Omdat de plaatsingsafstand ten opzichte van de kernzone groter is dan 100 m hebben trillingen (B.1 en B2) geen effect;
  - in deelgebied West hebben geen turbines effect op de waterkering, want geen van de cirkels raakt de kernzone;

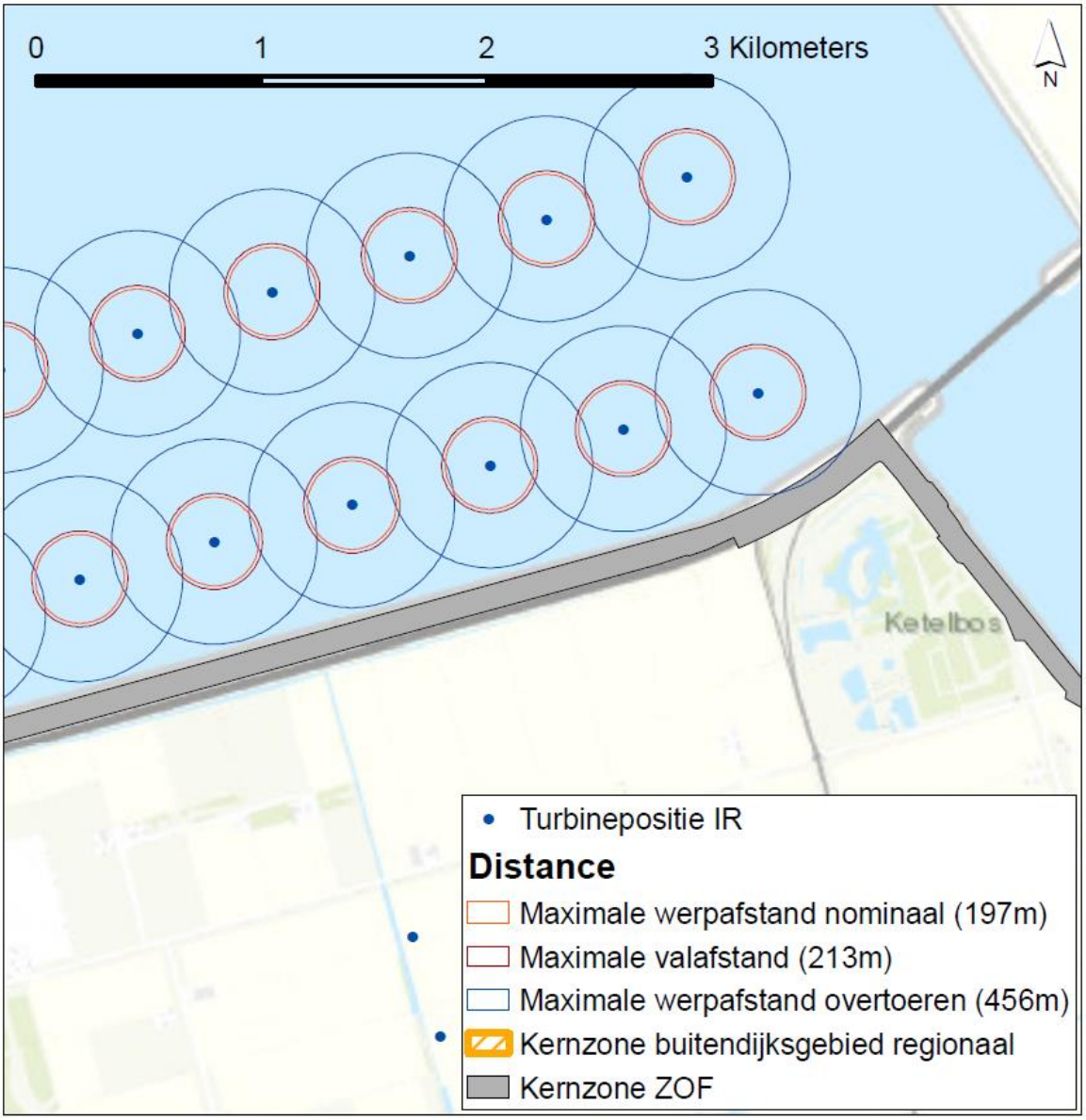
- in deelgebied Oost hebben twee turbines effect op de Ketelmeerdijk, want twee rode cirkels rakend de kernzone. Het gaat om de meest noordelijke turbine van de Elandtocht en de Rendiertocht, waar in Afbeelding 6.13 op ingezoomd wordt. Deze turbine heeft op de volgende manier effect op de Ketelmeerdijk:
  - aspect A. Gebruiksfase turbines. Voor de turbine in de Elandtocht (links) valt te zien dat enkel criterium A.1 bladworp overtoeren effect heeft op de Ketelmeerdijk. Voor de turbine in de Rendiertocht (rechts) valt te zien dat criteria 'A.1 bladworp overtoeren', 'A.2 bladworp nominaal toerental' en 'A.3 omvallen' turbine effect hebben op de Ketelmeerdijk. Bij A.3 omvallen turbine kan echter enkel een blad op de kernzone terecht komen, omdat de gondel niet verder kan vallen de ashoogte van 166 m. Omdat enkel een blad op de kernzone kan vallen hebben criteria A.1, A.2 en A.3 slechts een licht negatief effect op de Ketelmeerdijk;
  - aspect B. Aanleg- en de sloopfase turbines. Omdat de plaatsingsafstand ten opzichte van de kernzone groter is dan 100 m hebben trillingen (B.1 en B2) geen effect.

Tabel 6.11 toont de effectenbeoordeling van het basisalternatief.

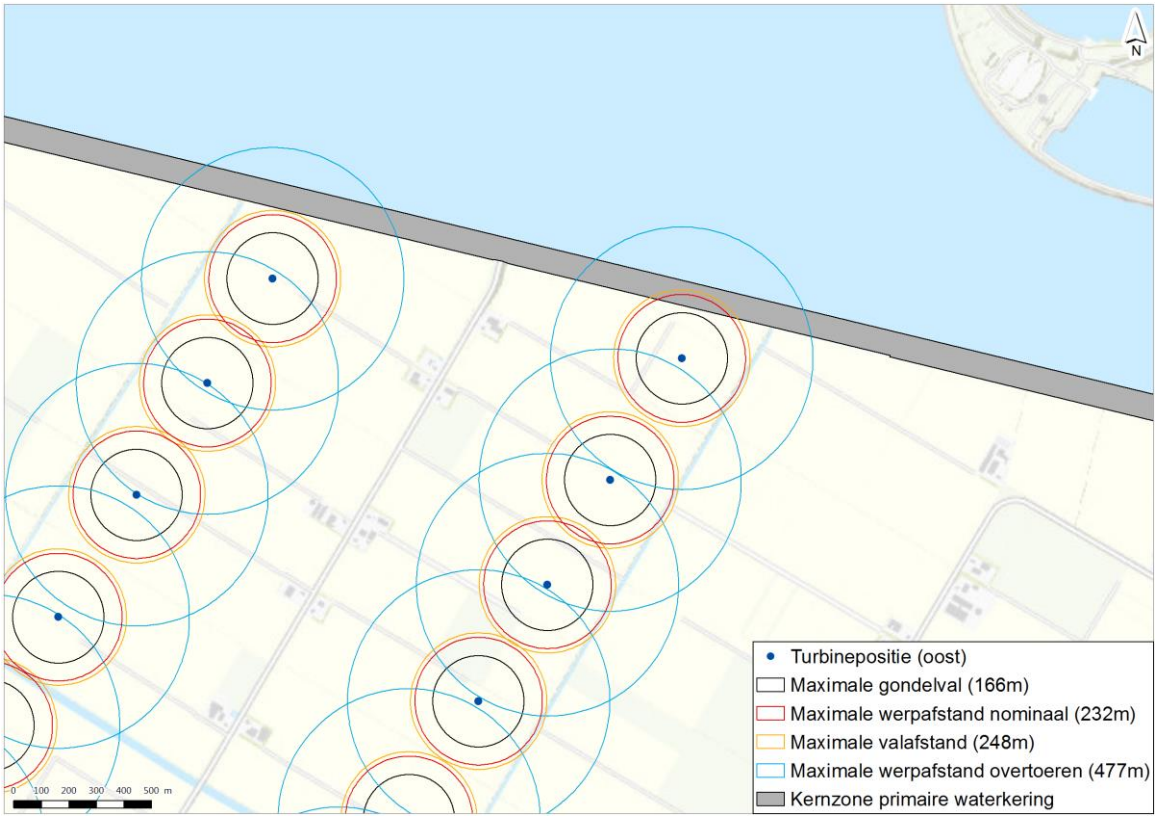
Afbeelding 6.11 Maximale effectafstanden in het basisalternatief



Afbeelding 6.12 Maximale effectafstanden in het basisalternatief, ingezoomd op deelgebied IJsselmeer



Afbeelding 6.13 Maximale effectafstanden in het basisalternatief, ingezoomd op deelgebied Oost



Tabel 6.11 Effectbeoordeling basisalternatief

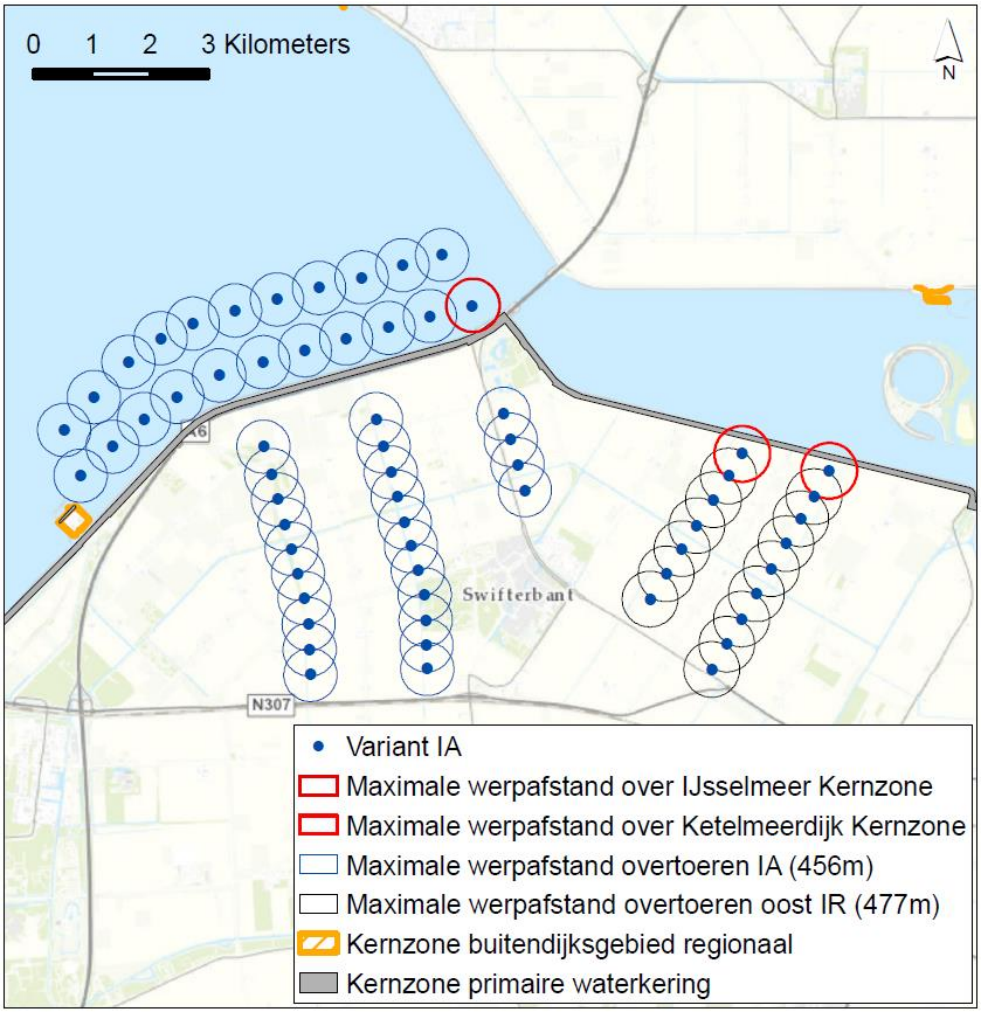
Criterium	Effect basisalternatief
	a IJsselmeerdijk **b Ketelmeerdijk**
A. gebruiksfase turbines	
A.1 bladbreuk bij overtoeren	a: +
	b: 0/-
A.2 bladbreuk nominaal toerental	a: ++
	b: 0/-
A.3 omvallen turbine door mastbreuk	a: ++
	b: 0/-
A.4 vallen van de gondel en/of de rotor	a: ++
	b: 0
B. aanleg- en de sloopfase turbines	
B.1 trillingen in aanlegfase	a: 0
	b: 0
B.2 trillingen in sloopfase	a: 0/-
	b: 0
C. aanleg van kabels:	
B.1 horizontale boring onder de dijk	a: 0

Criterium	Effect basisalternatief
	a IJsselmeerdijk b Ketelmeerdijk
	b: 0

Variant IA: alternatieve plaatsingszones

Afbeelding 6.14 toont de maximale bladworpafstand overtoeren van de turbines die geplaatst worden in variant IA: alternatieve plaatsingszones. Uit Afbeelding 6.14 wordt geconcludeerd dat er geen verschillen zijn ten opzichte van het basisalternatief. De effecten komen daarom overeen met het basisalternatief, zie tabel 6.11.

Afbeelding 6.14 Maximale effectafstanden in variant 1: alternatieve plaatsingszones



Variant IB: bolstapeling IJsselmeer

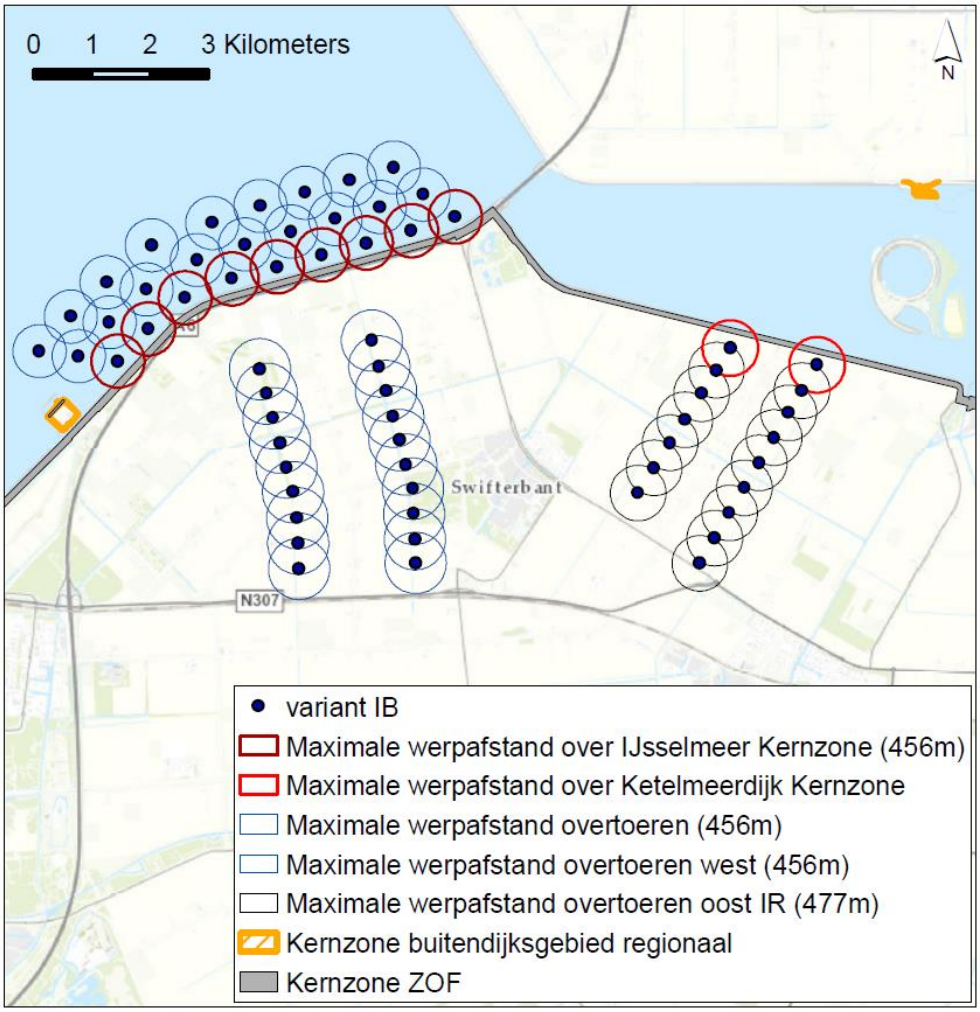
Afbeelding 6.15 toont de maximale bladworpafstand bij overtoeren van de turbines die geplaatst worden in variant IB: bolstapeling. De volgende verschillen ten opzichte van het basisalternatief kan uit Afbeelding 6.15 worden geconcludeerd:

- in deelgebied IJsselmeer hebben negen turbines effect op de IJsselmeerdijk, want de donkerrode cirkels raken de kernzone. Het gaat om alle 9 turbines in plaatsingszone IJsselmeer buitendijks-binnenzijde, waar in Afbeelding 6.16 op wordt ingezoomd. Er valt daarin te zien dat criterium A.1 bladbreuk bij overtoeren het enige criterium is met overlap op de kernzone. Ten opzichte van het basisalternatief is er voor A.1 wel

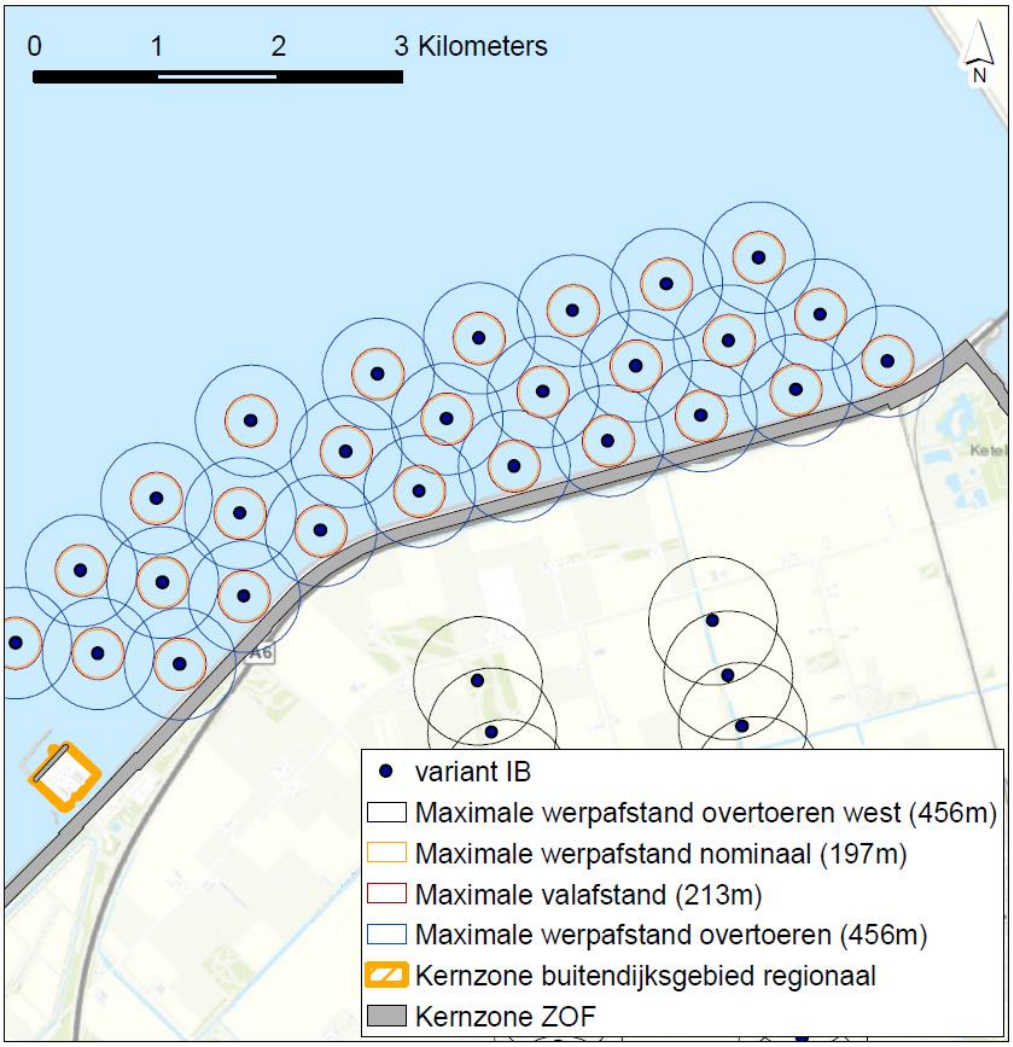
een toename van het aantal turbines met overlap en de grootte van de overlap met de kernzone waardoor deze variant een grotere raakkans heeft. Er blijft wel een afname van aantal turbines met overlap en de grootte van de overlap t.o.v. de 28 te saneren turbines. Omdat de raakkans licht wordt gereduceerd ten opzichte van de 28 te saneren turbines is van criterium A.1 een **licht positief effect** (+/0) is;

- tabel 6.16 toont de effectenafstanden en beoordeling van variant IB: bolstapeling.

Afbeelding 6.15 Maximale effectafstanden in variant IB: bolstapeling



Afbeelding 6.16 Maximale effectafstanden in het variant IB: bolstapeling, ingezoomd op deelgebied Oost



Tabel 6.12 effectbeoordeling variant IB: bolstapeling

Criterium	Effect basisalternatief
	a IJsselmeerdijk **b Ketelmeerdijk**
A. gebruiksfase turbines	
A.1 bladbreuk bij overtoeren	a: 0/+
	b: 0/-
A.2 bladbreuk nominaal toerental	a: ++
	b: 0/-
A.3 omvallen turbine door mastbreuk	a: ++
	b: 0/-
A.4 vallen van de gondel en/of de rotor	a: ++
	b: 0
B. aanleg- en de sloopfase turbines	
B.1 trillingen in aanlegfase	a: 0
	b: 0
B.2 trillingen in sloopfas**e**	**a: -**
	b: 0
C. aanleg van kabels:	
B.1 horizontale boring onder de dijk	a: 0
	b: 0

6.3 Nautische veiligheid

6.3.1 Introductie in Nautische veiligheid

De aanwezigheid van windturbines nabij vaarwegen brengt het risico met zich mee dat schepen tegen de turbines aanvaren of aandrijven. Daarnaast heeft de aanwezigheid van windturbines invloed op het vaargedrag en vaarroute van schepen, waardoor de kans op onderlinge aanvaringen wordt beïnvloed. Deze aspecten van nautische veiligheid worden in de onderstaande paragrafen beoordeeld.

Vaargedrag
Schepen varen normaal gesproken ruim om obstakels, zoals windturbines, heen. De afstand die schepen daarbij in acht nemen, heeft een relatie met de grootte van het schip: grote schepen nemen in het algemeen een grotere afstand in acht dan kleinere schepen.

Daarnaast geldt dat beroepsvaart in het algemeen een ander gedrag heeft dan recreatief vaarverkeer. Schepen uit de beroepsvaart zijn meestal route-gebonden en hebben daarbij voorkeur voor de kortste route die voldoende veilig en comfortabel is. Daarbij houden beroepsschippers, indien mogelijk, ruim afstand tot elkaar en tot obstakels, in overeenstemming met goed stuurmanschap. De beroepsvaart maakt vaak gebruik van radar en elektronische kaarten, additioneel aan visuele waarneming.

Zoals beschreven in paragraaf 3.1.3 volgen grotere schepen met een AIS-systeem (veelal de beroepsvaart) in het projectgebied niet noodzakelijkerwijs de gemarkeerde vaarweg. Zeker de relatief kleinere beroepsvaart zal geneigd zijn om af te wijken van de gemarkeerde vaarweg.

Aan weerszijden van de vaarweg is immers evengoed ruimte en voldoende waterdiepte. En de kortste route vanaf Lelystad richting het Ketelmeer is iets zuidelijker dan de aangegeven vaarweg.[1]

Recreatieve schepen zijn meestal veel kleiner dan schepen uit de beroepsvaart. Ze zijn er in veel variaties, met verschillende afmetingen en snelheden. Het vaargedrag is in het algemeen minder voorspelbaar dan van de beroepsvaart, mede afhankelijk van de ervaring van de schipper. De gevolgde route is meestal niet of veel minder route-gebonden en ze waaieren meer uit over het IJsselmeer. Zeilende schepen kunnen bovendien plotseling van koers wijzigingen wanneer ze tegen de wind opkruisen.

Een reëel risico op onderlinge incidenten ontstaan als een kleiner (recreatie-)schip een kruisende koers vaart ten opzichte van een groter schip, en door een verkeerde inschatting of door verminderde snelheid (wegvallen wind, motorpech), vóór het grote schip komt. De mate van risico wordt hierbij beïnvloed door verkeersintensiteit, de mate van zicht en de ruimte om in te kunnen grijpen door één of beide schippers.

Aanvaring van een windturbine

De kans op aanvaring van een windturbine ontstaat als er een navigatiefout of stuurfout wordt gemaakt eventueel in combinatie met een technisch mankement. Of de turbine daadwerkelijk wordt aangevaren hangt onder andere af van de tijd die nog beschikbaar is om in te grijpen en gegeven de verdere omstandigheden.

De kans op aanvaring van een windturbine wordt groter bij:
- verminderde zichtbaarheid, bijvoorbeeld in het donker, bij mist of tijdens een storm;
- een complexe situatie;
- een nauwe doorgang, waardoor de passeerafstand tot de windturbine gering is. Hierdoor is de tijd om te reageren beperkt.

De stalen masten van windturbines zijn goed zichtbaar op de scheepsradar. Bij een normaal functionerend radarsysteem, is er geen reden om aan te nemen dat deze zichtbaarheid er niet is.

De mogelijke schade ten gevolge van de aanvaring tegen een windturbine is afhankelijk van de massa van het schip en de snelheid waarmee het schip tegen de windturbine vaart. Een aanvaring zou kunnen leiden tot:
- schade aan het schip;
- schade aan de windturbine;
- persoonlijk letsel;
- milieuschade.

De schade aan het schip, milieuschade en eventueel persoonlijk letsel als gevolg van een aanvaring tegen een turbine of andere hard obstakels (zoals een pijler van een brug in open water) is vergelijkbaar qua aard en intensiteit met de impact van een botsing tegen een windturbine.

Een windturbine is gemaakt om wind te vangen op grote hoogte. Dit leidt tot een groot buigmoment op waterniveau. Vanwege deze normale ontwerpbelasting is de constructie van de monopile robuust te noemen in vergelijking met kleinere (recreatie-) schepen. De afbeelding hieronder (afbeelding 6.17) geeft hiervan een illustratie. De schade aan de windturbine die zou kunnen ontstaan bij de aanvaring van kleinere schepen, beperkt zich tot lokale schade, zonder verdere vervolgschade.

[1] De vaarweg zal in de komende jaren worden verdiept. De route door het Molenrak zal dat worden betond met groen rood en zal een diepe vaargeul markeren. De (grotere) binnenvaart zal naar verwachting deze route volgen.

Afbeelding 6.17 Voorbeeld van een monopile

Bij de aanvaring van grote schepen ligt dit mogelijkerwijs anders. De impact van een groot schip met een flinke snelheid zou kunnen leiden tot de volgende scenario's:

1 de windturbine wordt omgeduwd in de richting van de aanvaring;
2 de monopile van de windturbine wordt ter plaatse van de aanvaring zodanig ingedeukt, dat deze lokaal volledig bezwijkt. De valrichting van de turbine wordt beïnvloed door de windkracht en windrichting, en de aard van de schade.

In eerdere studies wordt voor de impact die nodig is om de turbine volledig 'omver te varen', een getal genoemd van 2 MJ. Deze informatie is gebaseerd op oudere, kleinere turbines, in vergelijking met de turbines die in onderliggend plan worden beschouwd. Deze 2 MJ wordt daarom als conservatief beschouwd.

Volgens de vaarwegenkaart is het Molenrak geschikt voor schepen tot CEMT-klasse Va - Groot Rijnschip, overeenkomend met RWS-klasse M8. Dit zijn schepen met een laadvermogen tot 3300 ton. Inclusief de lege massa van het schip komt dat neer op maximaal circa 4000 ton. Een reële kruissnelheid voor een dergelijk schip is circa 15 km/u. De kinetische energie van een dergelijk schip is dan circa 35 MJ. Het kleinste reguliere type binnenvaartschip is de Spits, uit de RWS-klasse M1. Deze heeft een laadvermogen tot 400 ton, en een totale massa van 480 ton. Bij een kruissnelheid van 15 km/u heeft dit schip een kinetische energie van circa 4 MJ.

Schepen uit de recreatievaart zijn meestal beduidend kleiner en lichter. Ook schepen uit de bruine vloot, zoals Tjalken zijn veel lichter. Tjalken hebben een geladen massa tot 140 ton. Bij eenzelfde snelheid van 15 km/u komt dit overeen met een kinetische energie van circa 1,2 MJ. Dit is minder dan 2 MJ en dus te weinig om turbine 'omver te varen'. Bovendien zijn deze schepen voor recreatief gebruik en worden dus ook niet volledig beladen. In de praktijk zijn deze schepen dus lichter, en hebben dus een lagere kinetische energie.

Dit leidt tot de conclusie dat indien een geladen binnenvaartschip frontaal tegen de windturbine vaart, dit zou kunnen leiden tot volledig 'omver varen' van de windturbine. In het MER is een worst-case effectbeoordeling uitgevoerd. Dit betekent dat ervan is uitgegaan dat ook het kleinste type binnenvaartschip mogelijk kan leiden tot het omvallen van een windturbine. In werkelijkheid is het effect mogelijk kleiner, maar om dit vast te kunnen stellen is nader onderzoek nodig. Dit onderzoek is echter niet nodig voor de vergunningaanvragen.

Uit de kwalitatieve analyse is gebleken dat het omver varen van een turbine niet is uit te sluiten. Door het nemen van mitigerende maatregelen kan het risico op een aanvaring worden geminimaliseerd, mogelijke mitigerende maatregelen zijn beschreven in paragraaf 6.8.3 van dit deelrapport. Ten behoeve van de vergunningaanvragen voert MARIN een kwantitatief onderzoek uit naar het risico op een aanvaring. Uit dit onderzoek zal blijken welke mitigerende maatregelen nodig zijn.

Aandrijving tegen een windturbine

Risico van aandrijving tegen een windturbine ontstaat bij een motorstoring of andere averij. Het schip is dan stuurloos geworden en drijft weg onder invloed van stroming, wind en golven, mogelijkerwijs tegen een windturbine. De kans dat een schip tussen de turbines door drijft is overigens groter dan de kans dat het schip tegen een windturbine drijft. De onderlinge afstand is immers ruim 600 m en de lengte van een schip tot maximaal 110 m, en in de meeste gevallen kleiner.

Op het IJsselmeer is de stroming van het water gering. De drijfsnelheid wordt gedomineerd door de wind, tegengehouden door de weerstand in het water.

De kans dat een schip tegen een windturbine aandrijft neemt af naarmate de oorspronkelijke koers op grotere afstand van de windturbine is. De schipper heeft dan immers meer om tijd maatregelen te nemen, zoals bijvoorbeeld het uitgooien van het anker.

De schade aan het schip, milieuschade en eventueel persoonlijk letsel als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine is in principe niet anders dan in het geval het schip een ander hard obstakel, zoals een pilaar van een brug, aandrijft.

De impact van kleinere (recreatie-)schepen is onvoldoende om serieuze schade aan de windturbine te kunnen toebrengen.

De impact van grotere schepen wordt wederom sterk bepaald door de snelheid van aandrijven. Volgeladen schepen zijn zwaar en hebben relatief veel weerstand in het water, waardoor de snelheid zeer gering is. Ongeladen schepen hebben minder weerstand in het water, kunnen daardoor mogelijk een wat hogere snelheid behalen in de wind, maar zijn ook veel lichter. In alle gevallen is de impact op de windturbine naar schatting voldoende laag om de turbine niet volledig te kunnen laten omvallen.

Raken van de tip

Op basis van het MER Windpark Fryslân is de maximale masthoogte van schepen op het IJsselmeer 30 m. Daarom is het uitgangspunt van het MER Windplan Blauw dat de minimale hoogte van de onderkant van de tippen van de bladen (tiplaagte) 30 m boven waterniveau moet bedragen. De maximale tiplaagte van de te realiseren turbines is hoger dan 30 m. Daarmee is het risico op het raken van de tippen uitgesloten en zijn effecten door overdraaien van wieken niet nader beschouwd.

Aanvaringen van schepen onderling

De kans op aanvaring van schepen onderling ontstaat als er een navigatiefout of stuurfout wordt gemaakt eventueel in combinatie met een technisch mankement. Of dit leidt tot een schip-schipaanvaring hangt onder andere af van de tijd die nog beschikbaar is om in te grijpen, de afstand tot andere schepen en verdere omstandigheden

De kans dat dit gebeurt, wordt groter bij:
- verminderde zichtbaarheid, bijvoorbeeld in het donker, bij mist of tijdens een storm;
- verminderde zichtbaarheid op radar;
- een complexe situatie;
- een nauwe doorgang, waardoor de onderlinge passeerafstand gering is. Hierdoor is de tijd om te reageren beperkt.

De plaatsing van windturbines kan mogelijkerwijs invloed hebben op deze aspecten.

Calamiteiten en stremming vaarweg

Het MER beschouwd milieueffecten van de gebruiksfase van het windpark. Stremming van de vaarweg door omvallen van een windturbine betreft een tijdelijke situatie. Gezien het IJsselmeer een open water betreft zijn indien een calamiteit zich voor doet voldoende mogelijkheden om uit te wijken van de vaarweg. Dit aspect is om die reden niet nader beschouwd.

6.3.2 Verminderde zichtbaarheid

De aanwezigheid van de windturbines kan er toe leiden dat andere schepen die zich achter een windturbine bevinden niet of minder goed zichtbaar zijn. Met name kleine schepen kunnen 'wegvallen' uit het beeld. Daarbij kan verlichting van de windturbine zelf ook 'verblindend' werken voor de verlichting van schepen daar (schuin) achter. Hierbij is de afstand tot de windturbine van belang. Een grotere afstand tot de windturbine geeft een beter beeld en ook meer tijd om te grijpen.

6.3.3 Zichtbaarheid op scheepsradar

De aanwezigheid van windturbines kunnen op verschillende manieren invloed hebben op scheepsradars. Deze effecten zijn beschreven door TNO (zie referentie 13). TNO doet in het onderzoek voorstellen om de regelgeving betreffende effecten van plaatsing van windturbines op scheepsradars. Deze regelgeving is nog niet van kracht maar de verwachte effecten worden in deze paragraaf toegelicht.

In een rapport van Radio Holland (referentie 14) worden de resultaten van een aantal radarexperimenten bij de windparken Prinses Amalia en Windpark Egmond aan Zee op de Noordzee gerapporteerd. Tijdens deze experimenten werd de zichtbaarheid van schepen op radarbeelden van de scheepsradar van andere schepen onderzocht.

Samengevat zijn de volgende effecten relevant:

1 beeldverbreding;
2 schaduwwerking;
3 ongewenste echo's;

Deze aspecten worden hieronder toegelicht.

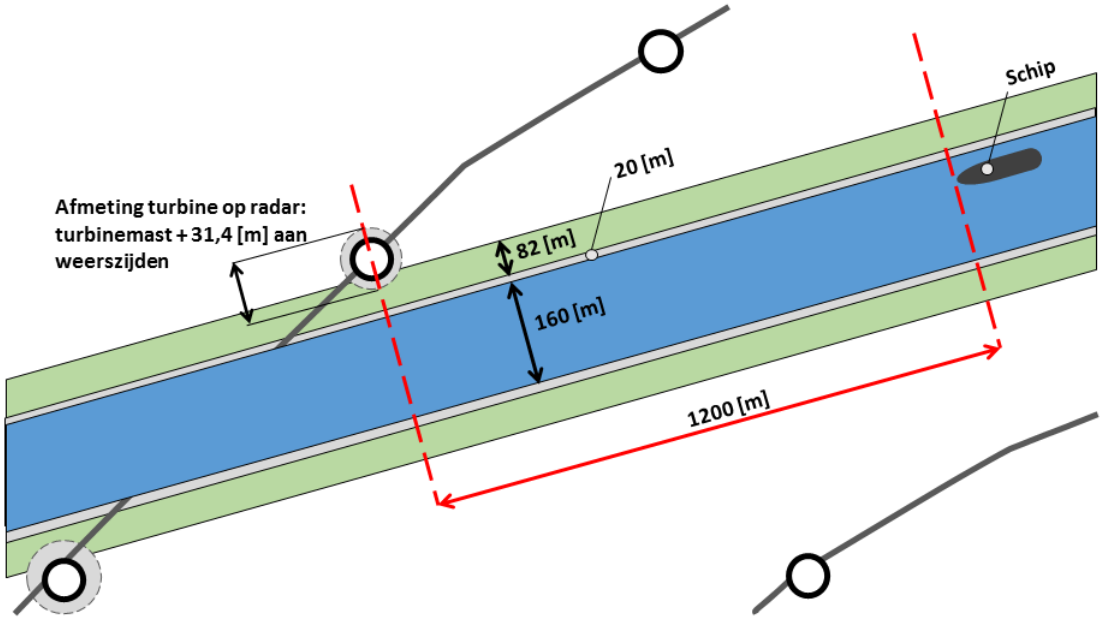
Beeldverbreding

Vanwege de goede reflectie van de mast zijn windturbines goed zichtbaar op scheepsradar. Afhankelijk van de stand van de bladen, kan ook een blad in principe een sterke reflectie geven, de zogenoemde 'blade-flash'. Overeenkomstig het woord is dit fenomeen van korte duur, vanwege het draaien van de bladen en/of het varen van het schip. Overigens wordt hier in de praktijktesten (ref. 14) geen melding van gemaakt.

Een goedgekeurde radar kan een 'kijkbreedte' hebben van 3° (graden). Dat betekent dat een voorwerp breder lijkt dan deze in werkelijkheid is. Op een afstand van 1200m komt dit overeen met een verbreding van 31,4m aan beide zijden (zie afbeelding 6.18). In het TNO-rapport (ref. 13) wordt deze norm-afstand gebruikt vanwege benodigde waarnemingskwaliteit van radar, de afstand waarop schippers een beslissing leren nemen en een voorbeeld uit de rechtspraak[1]. Naarmate de afstand tot de windturbine kleiner wordt, neemt deze extra verbreding lineair af. Bijvoorbeeld: Op een afstand van 600m is de verbreding gereduceerd tot 16,7m aan beide zijden.

[1] TNO stelt voor om vanwege deze verbreding, de windturbines tenminste 31,4m plus de halve diameter buiten de vaarweg te plaatsen. Hierin is het effect van de blade-flash over de volle lengte van het blad meegenomen. Als alternatief mag deze afstand korter zijn, indien kan worden aangetoond dat geen reflecties zichtbaar zijn op de vaarweg. Dit voorstel is nog geen onderdeel van de huidige richtlijnen.

Afbeelding 6. 18 Verbreding van turbinemast gezien op de scheepsradar op een afstand van 1200m: een verbreding van 31,4m aan beide zijden (geprojecteerd op de dichtstbijzijnde mast van IR)



Het effect van de blade-flash is van korte duur, en als deze optreedt, zal dit door schippers ook begrepen worden als onderdeel van een windturbine. Het meenemen van de rotordiameter in het aspect verbreding door toedoen van blade-flash is dus niet noodzakelijk. Verbreding van een turbinemast is in afbeelding 6.18 geïllustreerd. De verbreding af, naarmate het schip dichterbij komt. Daarom wordt de toegepaste afstand van een halve rotordiameter (82 meter) plus 20 meter tot de vaarweg (op de dichtstbijzijnde turbine locatie) wordt als ruim voldoende beoordeeld. Bij deze afstand kan worden uitgesloten dat schippers het beeld hebben dat een turbine in de vaarweg staat.

Zoals aangegeven volgen schepen in het gebied niet altijd de vaarweg. Het effect van beeldverbreding leidt daarbij niet tot een negatief effect, maar mogelijkerwijs wel tot een positief effect. Omdat de windturbines groter lijken dan ze in werkelijkheid zijn, zal de schipper immers een koers varen met iets meer afstand tot de windturbines.

Schaduwwerking

Schepen die zich achter windturbines bevinden kunnen niet of verminderd worden waargenomen door de scheepsradar. Kleine schepen kunnen zelfs geheel wegvallen uit het beeld. Als beide schepen zich voortbewegen, zal het wegvallen van dit beeld slechts van korte duur kunnen zijn. Het komt dan vanzelf weer in beeld. Hier is de afstand tot de windturbine van belang. Een grotere afstand tot de windturbine geeft een beter beeld en ook meer tijd om in te grijpen.

In het TNO-rapport, ref. 13, wordt hier niet op ingegaan, omdat ervanuit wordt gegaan dat de windturbine op het land staat. Dat is in onderliggende situatie niet het geval.

Ongewenste echo's

In het onderzoeksrapport van Radio Holland, ref. 14, worden vier soorten ongewenste echo's onderscheiden, waarvan twee relevant zijn voor windturbines:

1 valse echo's;
2 sidelobe effecten;

Het TNO-rapport, ref. 13, voegt daar een effect aan toe:

3 spookdoelen.

Valse echo's.
Dit zijn echo's tegen onderdelen van het schip zelf. De echo is zichtbaar in de richting van het scheepsonderdeel (bijv. de schoorsteen), op de afstand van het object (bijv. de windturbine). Dit is niet anders dan bij een ander object en is bekend bij de schipper.

Sidelobe effecten
Een radarantenne zendt en ontvangt uiteraard in de richting waar deze op is gericht, maar in (veel) mindere mate ook in andere richtingen. Door de sterke reflectie van een windturbines kan dit leiden tot een signaal, op dezelfde afstand, maar in een andere richting dan de turbine. Als dit optreedt, leidt dit tot meerdere beelden aan weerszijde van de turbine, tot zelfs een hele cirkel. Dit is een bekend fenomeen bij schippers, en wordt opgelost door de radargain (tijdelijk) wat lager in te stellen.

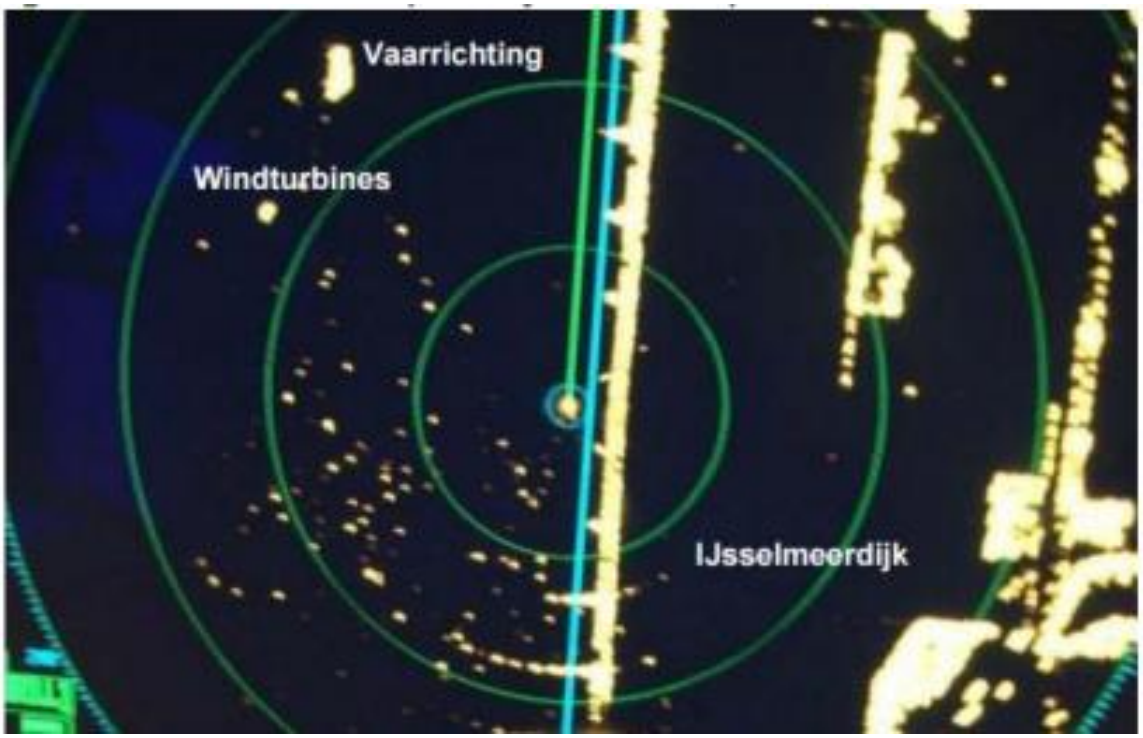
Spookdoelen
Dit wordt veroorzaakt door een reflectie op twee voorwerpen met een sterke reflectie, bijvoorbeeld een groot schip en een windturbine. Het gevolg is dat het beeld ontstaat dat achter één van beide objecten zich nog een object bevindt. Ook dit is een bekend fenomeen. Bovendien bevindt dit spookdoel zich achter één van de echte objecten, waardoor de schipper niet voor dit doel zal uitwijken.

Samengevat hebben de ongewenste echo's geen effect op het gedrag van de schipper, en leidt dus ook niet tot een effect van het windpark op de nautische veiligheid.

Praktijksituatie
De windturbines zijn zichtbaar door markeringen en zichtbaar op navigatieapparatuur (radar). Dit blijkt onder meer uit de praktijk met de bestaande windturbines in het IJsselmeer (nabij Lelystad en nabij Medemblik). Daarnaast zullen de windturbines op nautische kaarten worden opgenomen.

Ten aanzien van de scheepsradar geldt dat dit blijkt uit ervaringen bij offshore windparken en in het kader van het MER van Windpark Noordoostpolder. Voor het MER WP Fryslân is een bezoek gebracht aan het windpark Lely en Irene Vorrink dat in het IJsselmeer ligt met een schip van Rijkswaterstaat uitgerust met radar. In de afbeelding 6.19 is een foto opgenomen van het radarbeeld. De windturbines zijn duidelijk en individueel zichtbaar. De windturbines van het Irene Vorrink windpark raken de IJsselmeerdijk aangezien tussen de windturbines en de dijk een loopbrug aanwezig is. Afbeelding 6.20 laat een radar beeld zien van windpark Westermeerwind (april 2015). Zowel de scheepvaartveiligheidsvoorziening als de gebouwde turbines onshore en de geplaatste fundaties in het IJsselmeer zijn individueel duidelijk zichtbaar op de radar.

Afbeelding 6. 19 Radarbeeld Windpark Lely (Bron: MER Windpark Noordoostpolder, Pondera Consult)



Afbeelding 6. 20 Scheepsradarbeeld van Windpark Noordoostpolder (Bron: MER Windpark Noordoostpolder, Pondera Consult)

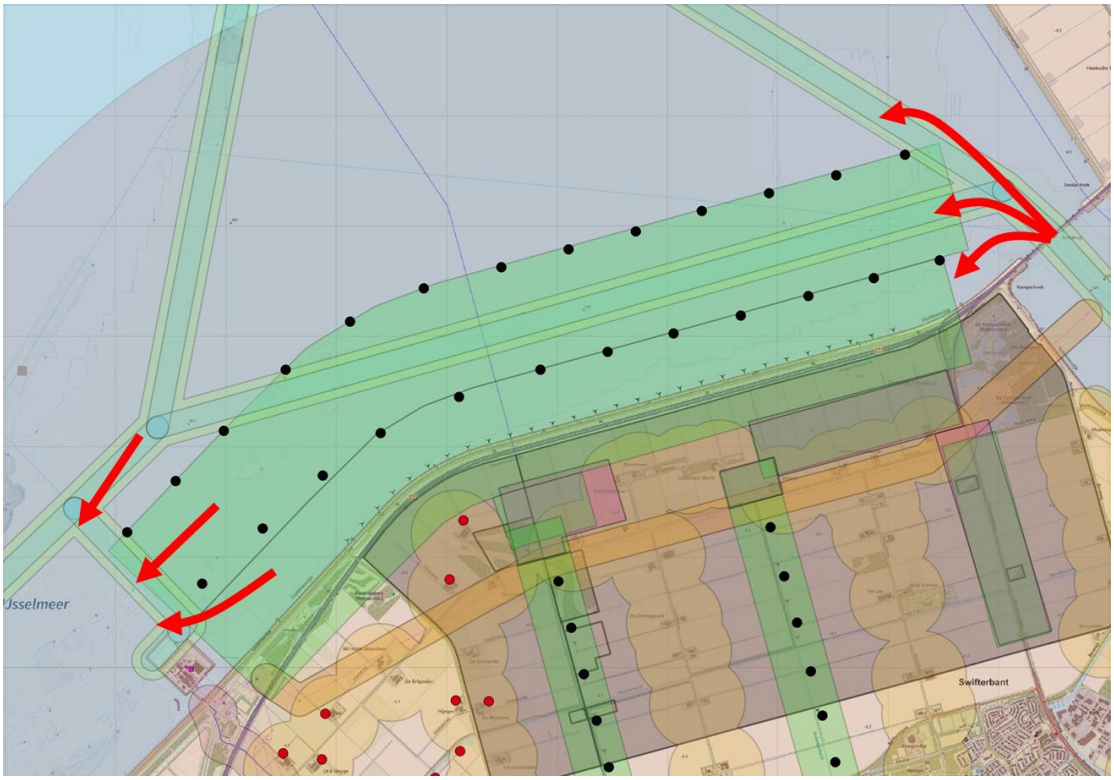
De zichtbaarheid van turbines wordt gewaarborgd door markeringen (zie verlichtingsplan in bijlage I) en zijn zichtbaar op de radar.

6.3.4 Een complexe situatie

De aanwezigheid van hoge objecten is niet gebruikelijk in vaarwater. Bij goed zicht zijn de windturbines duidelijk als zodanig herkenbaar, maar 's nachts zou het toegenomen aantal lichten op verschillende hoogtes tot verwarring kunnen leiden.

Door de aanwezigheid van rijen windturbines ligt het voor de hand dat de verkeersstromen in oostelijke en westelijke richting zich splitsen. Een deel van de schepen zal het windpark willen vermijden en noordelijk er langs varen, een deel zal de aangegeven vaarweg tussen de rijen turbines gaan volgen en een deel zal direct langs de kust, zuidelijk langs de turbines varen. Deze drie (of in variant IB zelfs vier) stromen komen aan het eind weer bij elkaar, waardoor schippers mogelijk 'verrast' kunnen worden door de aanwezigheid van andere schepen. Zie onderstaande afbeelding 6.21 ter illustratie[1].

Afbeelding 6. 21 Illustratie van opsplitsing van het vaarverkeer



Andersom kunnen de rijen windturbines er ook toe leiden dat de beroepsvaart een eenduidiger vaarroute kiest, en minder breed uitwaaiert dan in de referentiesituatie. Een meer eenduidige vaarroute door het beroepsverkeer kan een positief effect hebben op het risico dat een klein (recreatief) schip wordt overvaren door een groot (vracht-)schip. Als een klein schip de vaarweg wil oversteken is de afstand om over te steken immers afgenomen.

Om risico's te verminderen is het mogelijk om het gebied tussen de kustlijn en de zuidelijke rij windturbines af te sluiten voor grote schepen (bv. vanaf 20 m lengte[2]). Dit heeft twee positieve effecten:

- de kleine recreatievaart zal dan voorkeur hebben om de veiligheid van de kustlijn op te zoeken en zal er daarom voor kiezen om ten zuiden van de windturbines te blijven, en indien nodig de strook tussen de windturbines netjes oversteken;
- de beroepsvaart splitst zich in minder op.

[1] Schepen kunnen uiteraard ook in de tegengestelde richting varen. De illustratie geeft alleen splitsing over de westwaartse richting weer.

[2] De grens van 20 m komt overeen met de definitie van de het Binnenvaartpolitiereglement voor grote schepen.

Om deze maatregel toe te kunnen passen is afstemming met Rijkswaterstaat nodig. Deze en andere mitigerende maatregelen zijn beschreven in paragraaf 6.8.3 van dit deelrapport.

6.3.5 Een nauwe doorgang

De plaatsing van windturbines zou ertoe kunnen leiden dat een bepaalde doorgang smaller is geworden, waardoor schepen dichter langs elkaar varen. Dit kan de kans op onderlinge aanvaringen vergroten.

Gebruik windturbines in geval van nood

In het geval dat iemand overboord is geslagen, of met een klein bootje of surfplank in de problemen is gekomen, kan een windturbine ook een vluchtplaats zijn. De windturbine heeft een ladder en een klein platform, dat normaal gesproken door onderhoudspersoneel wordt gebruikt. Dit mogelijk positief effect wordt hier niet nader uitgewerkt.

Samenvatting mogelijke effecten

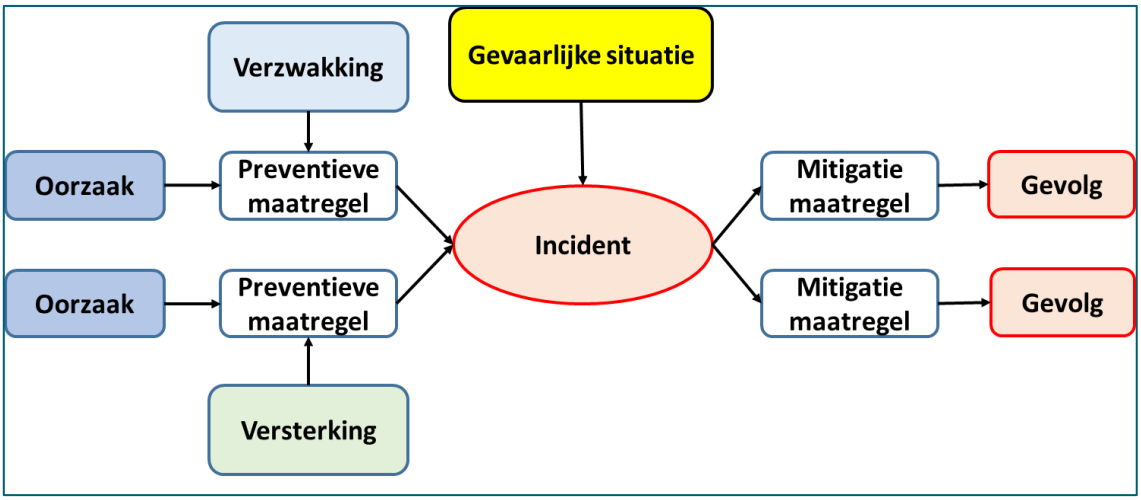
Samengevat brengt de aanwezigheid van windturbines een aantal effecten met zich mee die van invloed zijn op de Nautische veiligheid. Deze zijn samengevat weergegeven in onderstaande bow-tie diagrammen..

6.3.6 Bow-tie diagram

In een bow-tie diagram worden verschillende aspecten van een risico visueel weergegeven. Hierin wordt een onderscheid gemaakt tussen incident, gevaarlijke situatie, oorzaak, gevolg en andere factoren. In afbeelding 6.22 staat een voorbeeld van welke elementen waar in een bow-tie diagram staan. De verschillende kaders kun je invullen per situatie bijvoorbeeld:

- gevaarlijke situatie: De algemene beschrijving van de situatie die als gevaarlijk wordt ervaren. (bv.: ‘autorijden’);
- incident: Dit is de ongewenste gebeurtenis die centraal staat. (bijvoorbeeld: ‘macht over het stuur verliezen’);
- oorzaak: Dit is de directe oorzaak van het incident. Dit kunnen ook meerdere zijn, (bijvoorbeeld: ‘klapband’, ‘alcoholgebruik’, ‘afleiding door telefoon’);
- preventieve maatregel: Dit is een barrière tussen oorzaak en incident. (bijvoorbeeld: ‘sensoren en waarschuwingssysteem’);
- verzwakking: Dit leidt tot een verzwakking van de preventieve maatregel. (bijvoorbeeld: ‘onoplettendheid door vertrouwen op boordcomputer’);
- versterking: Dit leidt tot een versterking van de preventieve maatregel. (bijvoorbeeld: ‘extra alertheid door signalen boordcomputer’);
- gevolg: Dit is het uiteindelijke ongewenste resultaat. (bijvoorbeeld: ‘gewond’, ‘overlijden’);
- mitigatie maatregel: Dit is een barrière tussen incident en gevolg. (bijvoorbeeld: ‘gordel’, ‘airbag’).

Afbeelding 6, 22 Bow-tie diagram



Met deze methode worden de risico's voor nautische veiligheid in relatie tot Windplan Blauw in beeld gebracht. Deze betreffen:

- aanvaring tegen een windturbine;
- aandrijving tegen een windturbine;
- aanvaring tussen schepen onderling, beïnvloed door de windturbines.

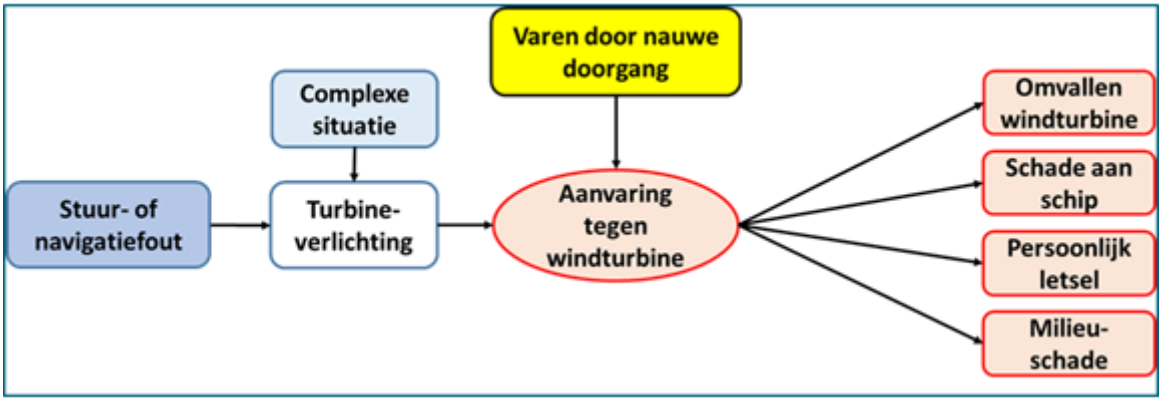
De gebruikte kleuren zijn steeds dezelfde als in bovenstaande afbeelding.

6.3.7 Aanvaring tegen windturbine

Het risico van aanvaring tegen een windturbine wordt weergegeven in onderstaande afbeelding. De gevaarlijke situatie wordt gevormd door de nauwe doorgang. De oorzaak is een stuur- of navigatiefout.

Turbineverlichting kan een preventieve maatregel zijn, maar dit kan als verzwakking ook leiden tot een verwarrende of complexe organisatie. Als gevolg kan de windturbine omvallen, schade aan het schip ontstaan, persoonlijk letsel ontstaan of milieuschade ontstaan. Hiervoor zijn geen effectieve mitigatiemaatregelen in beeld (zie afbeelding 6.23).

Afbeelding 6. 23 Bow-tie diagram voor Aanvaring tegen windturbine

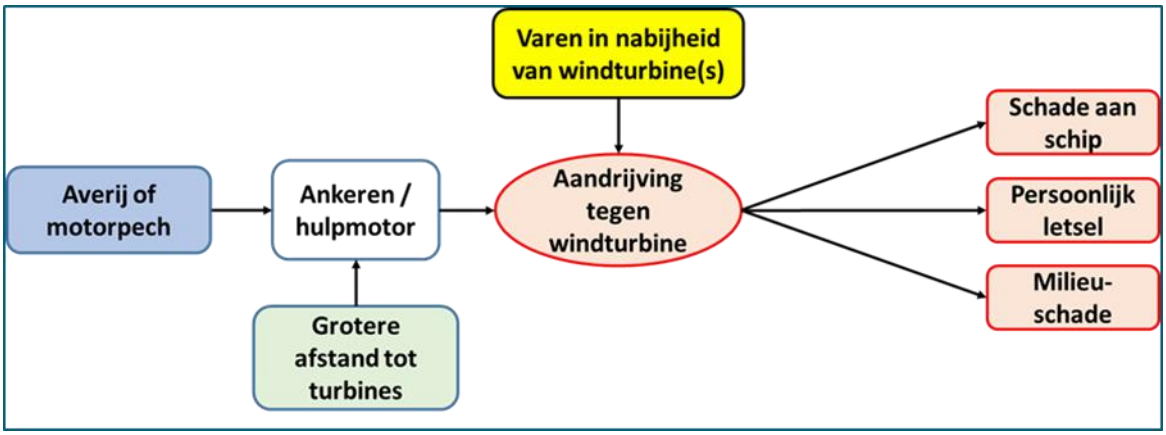


6.3.8 Aandrijving tegen windturbine

Het risico van aandrijving tegen een windturbine wordt weergegeven in onderstaande afbeelding. De gevaarlijke situatie wordt hier gevormd door de nabijheid van turbines ten opzichte van de vaarweg. De oorzaak is averij of motorpech. Ankeren of een hulpmotor is een logische preventieve maatregel die de schipper kan nemen, waarbij een grotere afstand tot de windturbines een versterking hiervan is.

Als gevolg kan schade aan het schip, persoonlijk letsel of milieuschade ontstaan. Hiervoor zijn geen effectieve mitigatiemaatregelen in beeld (zie afbeelding 6.24).

Afbeelding 6.24 Bow-tie diagram voor Aandrijving tegen windturbine

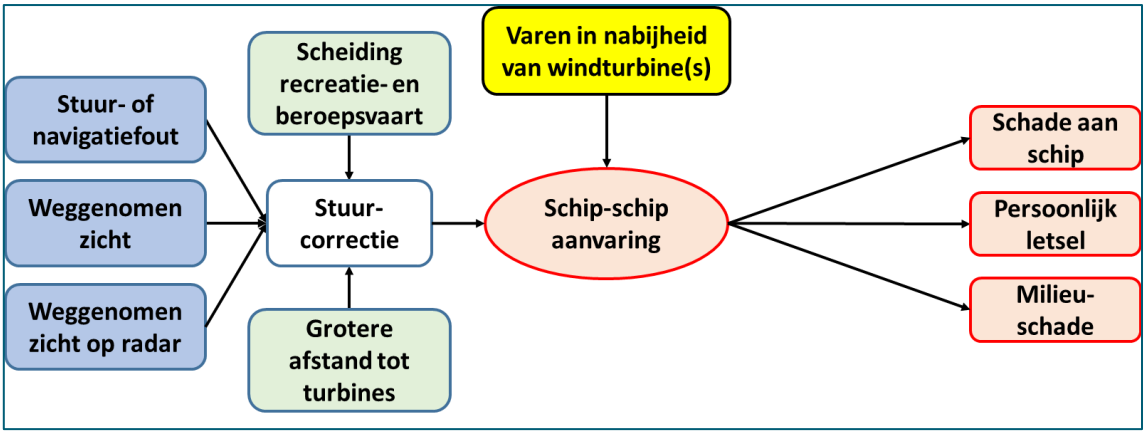


6.3.9 Schip-schip aanvaring

Het risico van schip-schip aanvaring wordt weergegeven in onderstaande afbeelding. De gevaarlijke situatie wordt gevormd door de nabijheid van windturbines. De oorzaak is een stuur- of navigatiefout, weggenomen zicht, of weggenomen zicht op radar. Een tijdige stuurcorrectie is de logische preventieve maatregel die een of beide schippers kunnen nemen. Hierbij werkt een grotere afstand tot de windturbines, en de scheiding van grote en kleine schepen als versterking.

Als gevolg kan schade aan het schip, persoonlijk letsel of milieuschade ontstaan. Naast het gebruikelijke reddingsmateriaal, zijn hiervoor zijn geen aanvullende effectieve mitigatiemaatregelen in beeld (zie afbeelding 6.25).

Afbeelding 6.25 Bow-tie diagram voor Schip-schip aanvaring



6.3.10 Beoordelingskader fase 2: Nautische veiligheid

MER fase 2

De bovengenoemde introductie leidt tot de beoordelingsmethodiek voor nautische veiligheid Die bestaat uit de volgende aspecten:

1. scheiding kleine en grote schepen;
2. introductie nauwe doorgang;
3. aanwezigheid en afstand tot rij windturbines of enkele turbine vanaf aangegeven vaarweg;
4. duidelijkheid situatie bij slecht zicht;
5. incident frequentie.

Scheiding kleine en grote schepen

Een aanvaring van een groot en een klein schip kan voor het kleine schip ernstige gevolgen hebben. Indien een scheiding ontstaat tussen grote en kleine schepen neemt het aanvaringsrisico daarom af. Dit is vergelijkbaar met een vrijliggend fietspad langs een weg, waardoor de veiligheid voor fietsers toeneemt. Dit aspect is met name van belang voor de recreatievaart. De recreatievaart bestaat immers voor een groot deel uit kleine schepen.

Introductie nauwe doorgang

Voor de recreatievaart kan de introductie van een nauwe doorgang leiden tot een verhoogd risico indien deze nauwe doorgang kan leiden tot opstoppingen. In dat geval neemt het risico op aanvaringen immers toe. Dat geldt vooral in de zomermaanden als er sprake is van veel recreatievaart.
Voor de beroepsvaart leidt een nauwe doorgang ook tot een verhoogd risico. Een nauwe doorgang betekent immers dat grote schepen elkaar op kleine afstand moeten passeren, of in meer of mindere mate een manoeuvre moeten maken, waardoor een zeker risico ontstaat.

Aanwezigheid en afstand tot rij windturbines of enkele turbine vanaf aangegeven vaarweg

De nabijheid van windturbines vanaf de aangegeven vaarweg kan leiden tot een verhoogd risico voor schepen die ook daadwerkelijk deze vaarweg volgen. Dat geldt met name voor de grote beroepsvaart. Voor de recreatievaart is dit criterium minder van belang, omdat deze in mindere mate gebruik maken van deze aangegeven vaarweg.

Duidelijkheid situatie bij slecht zicht

Dit criterium is van belang voor de recreatievaart en de beroepsvaart.

Incident frequentie

De analyse van de incidentfrequentie is gericht op route-gebonden scheepvaart, en daarom in minder mate geldig voor de recreatievaart. De recreatievaart is immers slechts deels route-gebonden.

Op het IJsselmeer zijn binnenvaartroutes gemarkeerd met een breedte van 160 m[1]. In de Beleidsregel plaatsing windturbines in, op of over rijkswaterstaats-werken wordt een minimumafstand tot de rand van de vaarweg gehanteerd van 50 m of de halve rotordiameter. Effecten van overdraai zijn door de hoge tiplaagte (minimaal 38 m) uitgesloten. Wanneer een windturbine wordt geplaatst binnen 50 m van de rand van de vaarweg is deze in strijd met de beleidsregel. Om die reden wordt indien één turbine op een afstand van minder dan 50 m van de vaarweg beoordeeld als sterk negatief (--).

Een rij turbines leidt tot een herhaling van risico's voor de scheepvaart. Dit betekent dat het risico op een aanvaring of een aandrijving groter is wanneer langs een rij turbines wordt gevaren, dan wanneer slechts één turbine wordt gepasseerd. Om die reden wordt een grotere minimale afstand tot een rij turbines geadviseerd. In dit MER is daarbij uitgegaan tot een factor 1,5 ten opzichte van een enkele turbine. Dit betekent dat een rij turbines die dichter dan 75 m bij een vaarweg staat, wordt beoordeeld als zeer negatief (--). De effecten nemen af naar mate de afstand tot turbines groter wordt. Wanneer een vaarweg gemeten vanaf de rand meer dan 200 m van één enkele turbine afligt wordt dit beoordeeld als neutraal (0).

[1] Legger verwijzing.

Voor een rij turbines is dit 300 m. De vaarweg is op dat moment minstens 760 m breed (160+300+300 m) (zie ook tabellen 6.13 en 6.14).

Voor de incidentfrequentie is ook een kwantitatief beoordelingscriterium bepaald, waarbij de kans op aandrijven en aanvaren zijn samengevoegd, overeenkomstig de systematiek van Marin, gebruik makend van het SAMSON-model. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in het Marin rapport, bijlage III. Een incident leidt niet noodzakelijkerwijs tot ernstige schade of persoonlijk letsel.

Voor de beoordeling is aangesloten bij de beoordeling van het maatschappelijk risico (MR) zoals weergegeven in het Handboek Risicozonering Windturbines[1]. Hierin wordt gesteld dat per jaar niet meer dan $2x10^{-3}$ passanten mogen overlijden. Als aanname wordt gesteld dat een incident leidt tot het overlijden van gemiddeld één persoon. Dit is gebaseerd op de gedachte dat een incident meestal niet leidt tot overlijden van een persoon, maar in sommige gevallen kan leiden tot overlijden van meer dan één persoon. Een gemiddelde van één geval van overlijden per incident wordt als conservatief verondersteld.

Als conclusie wordt meer dan $2x10^{-3}$ incidenten per jaar als niet acceptabel geacht, en dus als sterk negatief (--) beoordeeld. De andere categorieën zijn hierop gebaseerd, steeds met een factor 10 kleinere frequentie.

Tabel 6.13 Beoordelingsmethodiek nautische veiligheid MER fase 2, criterium scheiding grote en klein schepen

Score	Betekenis
--	voor dit aspect gelden geen normen. De beoordeling sterk negatief is niet van toepassing
-	er is sprake van het wegnemen van een door markering gedwongen scheiding van kleine en grote schepen, waardoor het risico op onderlinge incidenten toeneemt
-/0	er is sprake van enige afname van natuurlijke scheiding van kleine en grote schepen, waardoor het risico op onderlinge incidenten in enige mate toeneemt
0	de situatie ten aanzien van scheiding van kleine en grote schepen is onveranderd
+/0	er is sprake van een natuurlijke scheiding van kleine en grote schepen, waardoor het risico op onderlinge incidenten in enige mate afneemt
+	er is sprake van een natuurlijke en door markering gedwongen scheiding van kleine en grote schepen, waardoor het risico op onderlinge incidenten afneemt
+ +	er is sprake van een fysieke scheiding van kleine en grote schepen, waardoor het risico op onderlinge incidenten uitgesloten is

Tabel 6.14 Beoordelingsmethodiek nautische veiligheid MER fase 2, criterium nauwe doorgang

Score	Betekenis
--	er is sprake van een introductie van een nauwe doorgang waar schepen gedwongen zijn op een afstand van minder dan 50 m een windturbine te passeren EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse NIET goedgekeurd door het bevoegd gezag Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze richtlijn.
-	er is sprake van een introductie van een nauwe doorgang waar schepen gedwongen zijn op een afstand van minder dan 100 m een windturbine te passeren EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse WEL goedgekeurd door het bevoegd gezag ook zonder mitigerende maatregelen voldoet externe veiligheid aan de richtlijn

[1] Handboek Risicozonering Windturbines, versie September 2014.

Score	Betekenis
-/0	er is sprake van een introductie van een nauwe doorgang waar schepen gedwongen zijn op een afstand van minder dan 200 m een windturbine te passeren
0	er is geen sprake van een introductie van een nauwe doorgang waar schepen gedwongen zijn op een afstand van minder dan 200 m een windturbine te passeren
+/0	er is sprake van verwijdering van een nauwe doorgang waar schepen gedwongen zijn op een afstand van minder dan 200 m een windturbine te passeren
+	er is sprake van verwijdering van een nauwe doorgang waar schepen gedwongen zijn op een afstand van minder dan 100 m een windturbine te passeren
+ +	er is sprake van verwijdering van een nauwe doorgang waar schepen gedwongen zijn op een afstand van minder dan 50 m een windturbine te passeren

Tabel 6.15 Beoordelingsmethodiek nautische veiligheid MER fase 2, criterium nabijheid van turbines

Score	Betekenis (steeds ten opzichte van de referentiesituatie)
--	een enkele windturbine wordt geplaatst op minder dan 50 m van een aangegeven of natuurlijke vaarweg OF: een rij windturbines wordt geplaatst op minder dan 75 m van de aangegeven of natuurlijke vaarweg EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse NIET goedgekeurd door het bevoegd gezag Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze richtlijn
-	een enkele windturbine wordt op minder dan 100 m van een aangegeven of natuurlijke vaarweg OF: een rij windturbines wordt geplaatst op minder dan 150 m van de aangegeven of natuurlijke vaarweg EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse WEL goedgekeurd door het bevoegd gezag ook zonder mitigerende maatregelen voldoet externe veiligheid aan de richtlijn
-/0	een enkele windturbine wordt geplaatst op minder dan 200 m van een aangegeven of natuurlijke vaarweg OF: een rij windturbines wordt geplaatst op minder dan 300 m van de aangegeven of natuurlijke vaarweg
0	Er wordt geen enkele windturbine geplaatst op minder dan 200 m van een aangegeven of natuurlijke vaarweg EN: er wordt geen rij windturbines geplaatst op minder dan 300 m van de aangegeven of natuurlijke vaarweg
+/0	een enkele windturbine wordt weggenomen op minder dan 200 m van een aangegeven of natuurlijke vaarweg OF: er wordt een rij windturbines weggenomen op minder dan 300 m van de aangegeven of natuurlijke vaarweg
+	een enkele windturbine wordt weggenomen op minder dan 100 m van een aangegeven of natuurlijke vaarweg OF: er wordt een rij windturbines weggenomen op minder dan 150 m van de aangegeven of natuurlijke vaarweg
+ +	een enkele windturbine wordt weggenomen op minder dan 50 m van een aangegeven of natuurlijke vaarweg OF: er wordt een rij windturbines weggenomen op minder dan 75 m van de aangegeven of natuurlijke vaarweg

Door het introduceren van nieuwe rijen turbines kan bij slecht zicht een onduidelijke situatie ontstaan. Voor een onduidelijke situatie bij slecht zicht bestaat geen norm een zeer negatief effect is daarom uitgesloten. In tabellen 6.16 en 6.17 is het beoordelingskader voor een onduidelijke situatie bij slecht zicht weergegeven.

Tabel 6.16 Beoordelingsmethodiek nautische veiligheid MER fase 2, onduidelijke situatie bij slecht zicht

Score	Betekenis (steeds ten opzichte van de referentiesituatie)
--	niet van toepassing.
-	de nieuwe situatie is bij slecht zicht onduidelijk en kan dan leiden tot verwarring over de te volgen route
-/0	de nieuwe situatie is bij slecht zicht meestal duidelijk en kan dan bij uitzondering en slechts tijdelijk leiden tot verwarring over de te volgen route
0	de nieuwe situatie is duidelijk en leidt niet tot verwarring over de te volgen route

Score	Betekenis (steeds ten opzichte van de referentiesituatie)
+/0	er wordt een situatie weggenomen, die bij slecht zicht soms als onduidelijk werd ervaren
+	er wordt een situatie weggenomen, die bij slecht zicht als onduidelijk werd ervaren
+ +	er wordt een onduidelijke situatie weggenomen

Tabel 6.17 Beoordelingsmethodiek nautische veiligheid MER fase 2, criterium aanvaringkans kwantitatief

Score	Betekenis (steeds ten opzichte van de referentiesituatie)
--	uit kwantitatieve analyse blijkt dat incidenten optreden met een extra frequentie van meer dan $2x10^{-3}$ keer per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse NIET goedgekeurd door het bevoegd gezag Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze richtlijn
-	uit kwantitatieve analyse blijkt dat incidenten optreden met een extra frequentie tussen $2x10^{-4}$ en $2x10^{-3}$ keer per jaar EN het additionele risico is na kwantitatieve risicoanalyse WEL goedgekeurd door het bevoegd gezag ook zonder mitigerende maatregelen voldoet externe veiligheid aan de richtlijn
-/0	uit kwantitatieve analyse blijkt dat incidenten optreden met een extra frequentie tussen $2x10^{-5}$ en $2x10^{-4}$ keer per jaar
0	uit kwantitatieve analyse blijkt dat incidenten optreden met een extra frequentie minder dan $2x10^{-5}$ per jaar
+/0	uit kwantitatieve analyse blijkt dat incidenten optreden met een verminderde frequentie tussen $2x10^{-5}$ en $2x10^{-4}$ keer per jaar
+	uit kwantitatieve analyse blijkt dat incidenten optreden met een verminderde frequentie tussen $2x10^{-4}$ en $2x10^{-3}$ keer per jaar
+ +	uit kwantitatieve analyse blijkt dat incidenten optreden met een verminderde frequentie van meer dan $2x10^{-3}$ keer per jaar

6.3.11 Effectbeoordeling per variant

Effecten tijdens de dubbeldraaiperiode

De bestaande turbines langs de IJsselmeerdijk worden gesaneerd voor ingebruikname van de nieuwe turbines. Voor Nautische veiligheid is de situatie 'met dubbeldraai' daarom identiek aan de plansituatie daarna. Effecten voor de dubbeldraaiperiode zijn daardoor uitgesloten.

Effecten in de aanlegfase

Voor de bouwfase geldt dat het gebied tijdelijk (deels) onbevaarbaar zal zijn als gevolg van de uitvoering van bouwactiviteiten. Voor een tijdelijke afsluiting van (een deel van) het gebied is vanuit Rijkswaterstaat een besluit nodig. Dit wordt nader onderzocht en afgestemd in de vergunningsfase. Gezien de huidige vaarintensiteit in het gebied zal dit tot een lichte verhoging van de vaarintensiteit buiten het gebied leiden.

Basisalternatief

In dit basisalternatief worden vier windturbines geplaatst op een afstand van 82 m van de rand van de gemarkeerde vaarweg (zie afbeelding 6.29). Deze 82 m komt overeen met een halve rotordiameter. Twee van deze turbines vormen tevens een nauwe doorgang, waar de schepen, die deze vaarweg daadwerkelijk volgen, min of worden gedwongen om deze twee turbines relatief dichtbij te passeren.

De doorsteek van de vaarweg tussen deze beide turbines wordt tevens bij slecht zicht als niet duidelijk beoordeeld, hetgeen in die situatie kan leiden tot verwarring.

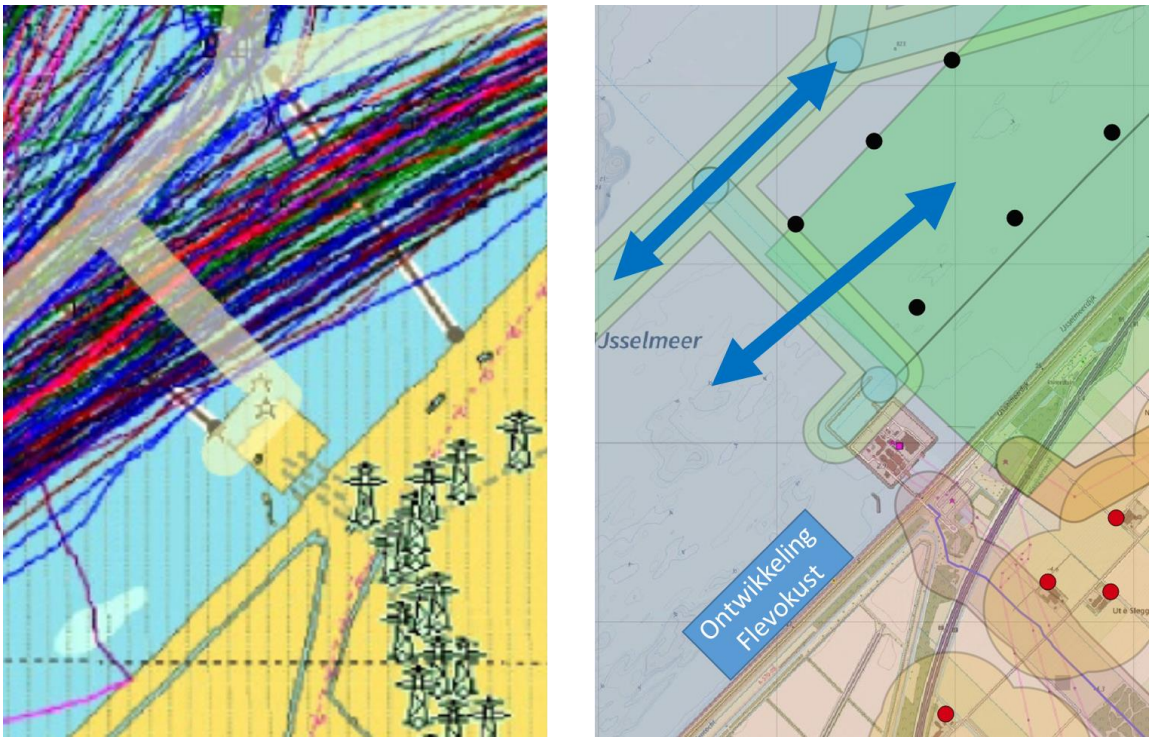
Naar verwachting leidt de zuidelijke rij turbines er toe dat kleinere schepen geneigd zijn een meer zuidelijke route te volgen en grotere schepen tussen beide rijen, danwel ten noorden van het windpark langs te varen.

Dit leidt op een natuurlijke wijze tot een 'logische' scheiding tussen grote en kleine schepen. Dit wordt als licht positief beoordeeld (zie ook tabel 6.12 en afbeelding 6.23).

Zoals beschreven in par. 3.1.3 volgen de schepen (met AIS) in de huidige situatie vaak niet de aangegeven vaarweg. In het westelijk deel zijn de daadwerkelijk gebruikte vaarroutes over een breedte van meer dan een kilometer 'uitgewaaierd', waarbij de meeste schepen een route volgen die zuidelijker ligt dan de aangegeven vaarweg. Zie hiervoor ook afbeelding 6.26. Sommige schepen varen relatief dicht (op enkele honderden meters) langs de Maxima-centrale.

In de plansituatie van het basisalternatief zal deze situatie op dit punt identiek zijn. Uiteraard zullen schepen een keus moeten maken aan welke zijde ze de turbines willen passeren, maar er is geen reden om aan te nemen dat de schepen meer zuidelijker gaan varen, dan nu al het geval is.
De vaarsituatie voor schepen van en naar de Maximacentrale wordt dan ook niet beïnvloed. Ook de vaarsituatie voor schepen van en naar de nieuwe haven Flevokust, die in ontwikkeling is, wordt niet beïnvloed.

Afbeelding 6.26 Vaarsituatie rondom Maximacentrale en Flevokust.



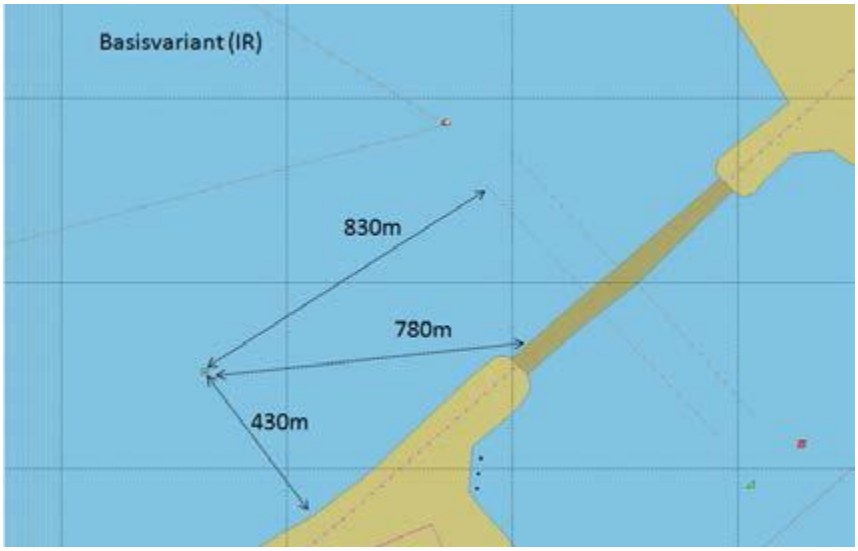
Aan de oostzijde van het windpark bevindt de Ketelbrug zich relatief dicht bij de dichtstbijzijnde turbine. De Ketelbrug is een basculebrug, die open kan om hoge schepen door te laten. De meeste schepen maken hier geen gebruik van omdat de brug op andere plaatsen hoog genoeg is. Ook de binnenvaart maakt hier in het algemeen geen gebruik van. Van deze mogelijkheid wordt wel gebruik gemaakt door zeilschepen met staande mast. Vooral in de zomermaanden kan dit leiden tot enige drukte, als een aantal zeilschepen ligt te wachten om door de brug te mogen varen. Zie afbeelding 6.27 ter illustratie.

Afbeelding 6.27 Ketelbrug met wachtende zeilschepen, gezien vanaf het Ketelmeer

Aan beide zijden van de brug ontstaat dus soms een soort wachtruimte. Daarbij is het van belang dat hiervoor voldoende ruimte is, met voldoende afstand tot de dichtstbijzijnde windturbine. Voor de basisvariant is de afstand van de brug tot de windturbine ca. 780m. Zie afbeelding 6.28. Deze afstand wordt ruim voldoende geacht om geen invloed te hebben op de scheepvaartveiligheid.

Dit aspect is ook beschreven door Marin (zie bijlage III), met daarbij de aanbeveling om dit tijdens het vergunningentraject nader te onderzoeken en eventueel aanvullende maatregelen te definiëren.

Afbeelding 6. 28 Afstand van de Ketelbrug naar de dichtstbijzijnde turbine.



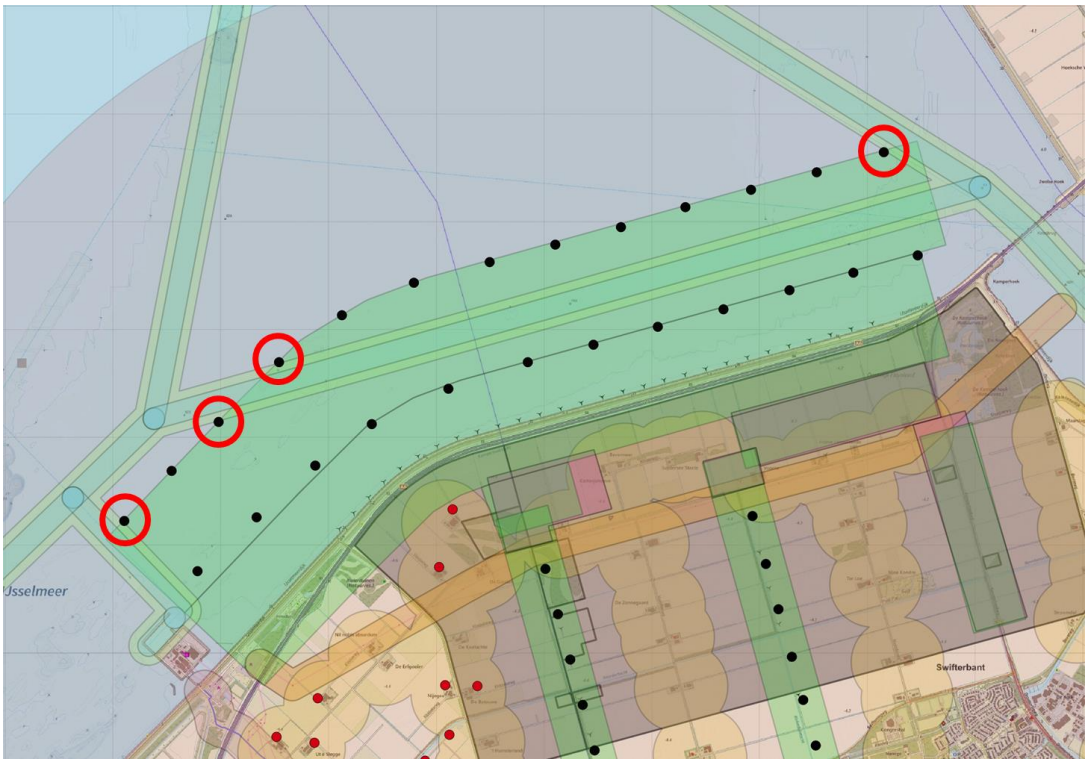
De incidentfrequentie is bepaald door Marin voor het geval de schepen de aangegeven vaarweg volgen en ook voor het geval de schepen de route tussen beide rijen turbines volgen. Zie bijlage III. De resulterende incidentfrequentie voor beide gevallen is eens per 6395 jaar, resp. eens per 6412 jaar. Dit komt overeen met $1{,}56 \times 10^{-4}$ per jaar. In overeenstemming met de beoordelingsmethodiek wordt dit als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Tabel 6.18 effectbeoordeling basisalternatief IR

Criterium	Effect basisalternatief
aanwezigheid nauwe doorgang	(-) twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg (zie afbeelding)

Criterium	Effect basisalternatief
nabijheid van turbines	(-) vier enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg (zie afbeelding 6.23) (0/-) rij turbines bevindt zich op circa 300 m van de aangegeven vaarweg
onduidelijke situatie bij slecht zicht	de situatie is bij slecht zicht niet duidelijk en kan dan leiden tot verwarring
scheiding kleine en grote schepen	+/0 goede mogelijkheid tot een 'logische scheiding'
incident frequentie	(0/-) incidentfrequentie 1,56x^{-4} per jaar.

Afbeelding 6.29 Dichtstbijzijnde turbines basisalternatief



Variant IA: alternatieve plaatsingszones

In variant IA worden twee windturbines geplaatst op een afstand van 82 m (halve rotordiameter) van de rand van de gemarkeerde vaarweg (zie afbeelding 6.30). Deze twee turbines vormen tevens een nauwe doorgang, waar de schepen, die deze vaarweg daadwerkelijk volgen, min of worden gedwongen om deze twee turbines relatief dichtbij te passeren.

De doorsteek van de vaarweg tussen deze beide turbines wordt tevens bij slecht zicht als niet duidelijk beoordeeld, hetgeen in die situatie kan leiden tot verwarring.

Net als bij het basisalternatief, leidt de zuidelijke rij er naar verwachting toe dat kleinere schepen geneigd zijn een meer zuidelijke route te volgen en grotere schepen tussen beide rijen, danwel ten noorden van het windpark langs te varen. Dit leidt op een natuurlijke wijze tot een 'logische' scheiding tussen grote en kleine schepen. Dit wordt als 'licht positief' beoordeeld (zie tabel 6.13 en afbeelding 6.24).

Net als voor de basisvariant geldt ook voor variant IA dat de vaarsituatie voor schepen van en naar de Maximacentrale en voor schepen van en naar Flevokust niet wordt beïnvloed.

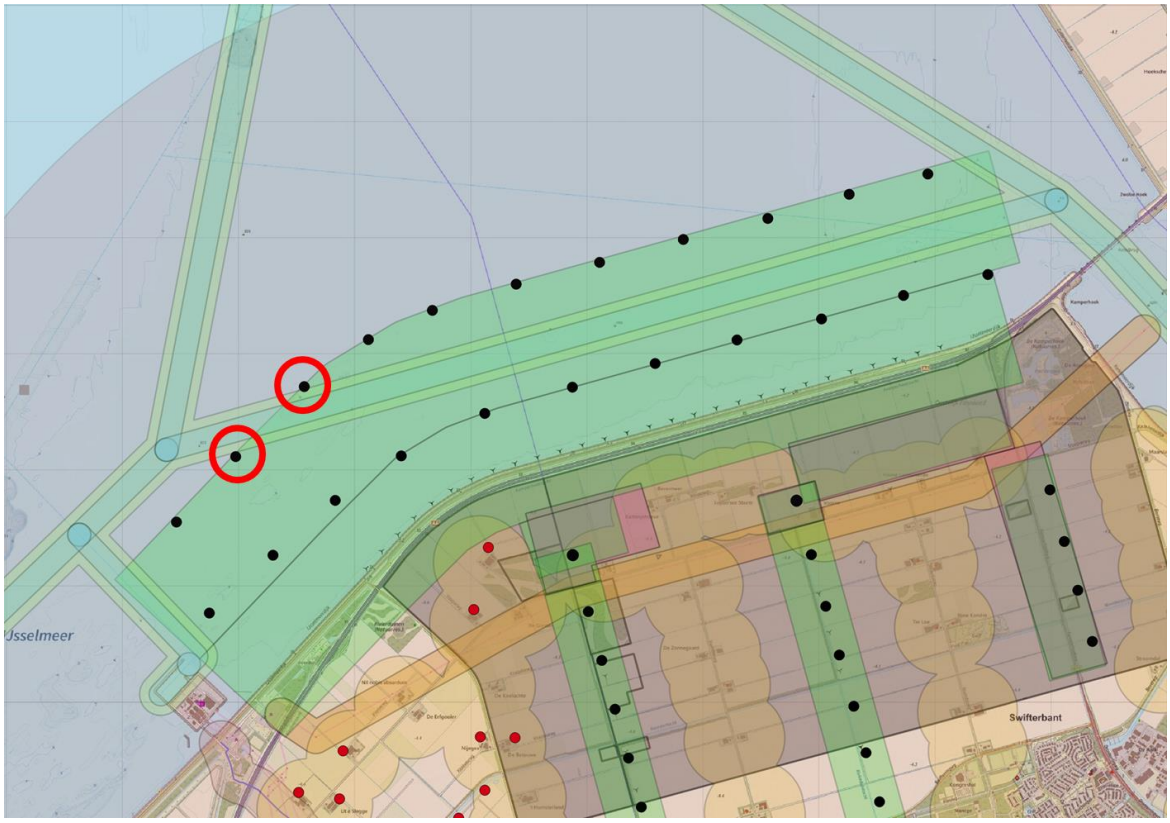
Voor variant IA is de afstand van de Ketelbrug tot de windturbine ca. 850m. Deze afstand wordt ruim voldoende geacht om geen invloed te hebben op de wachtruimte voor schepen met staande mast, en dus om geen invloed te hebben op de scheepvaartveiligheid.

De incidentfrequentie is voor deze variant is de situatie betreffende nautische veiligheid zeer vergelijkbaar aan de situatie bij de basisvariant IR. Het verschil zit in de meest oostelijke turbine in de noordelijke rij, die in deze variant verder van de vaarweg van de Ketelbrug naar het Noorden is geplaatst. Naar verwachting heeft dit een positief effect op de nautische veiligheid. Uit de analyse van Marin van de basisvariant IR (bijlage III, paragraaf 6.1) blijkt echter dat de incidentkans voor genoemde turbine gering is, omdat de verkeersstroom op deze route relatief klein is. Dat betekent dat de totale incidentfrequentie hier nagenoeg niet door wordt beïnvloed. Het totale aantal turbines (22) is kleiner dan bij de basisvariant IR (25 turbines). De incidentfrequentie zal daardoor circa 10 % tot 15 % lager zijn dan voor IR. Dit komt neer op circa $1{,}4 \times 10^{-4}$ per jaar.

Tabel 6.19 Effectbeoordeling variant IA

Criterium	Effect variant 1: Alternatieve plaatsingszones
aanwezigheid nauwe doorgang	(-) twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg (zie afbeelding)
nabijheid van turbines	twee enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg (zie afbeelding 6.24) -/0 rij turbines bevindt zich op circa 300 m van de aangegeven vaarweg
onduidelijke situatie bij slecht zicht	(-) de situatie is bij slecht zicht niet duidelijk en kan dan leiden tot verwarring
scheiding kleine en grote schepen	+/0 goede mogelijkheid tot een 'logische scheiding'
incident frequentie	(0/-) incidentfrequentie circa $1{,}4 \times^{-4}$ per jaar.

Afbeelding 6.30 Dichtstbijzijnde turbines variant IA



Variant IB: bolstapeling IJsselmeer

In variant IB worden twee windturbines en een rij van zes windturbines geplaatst op een afstand van 82 m (halve rotordiameter) van de rand van de gemarkeerde vaarweg (zie afbeelding 6.31). De twee genoemde turbines vormen tevens een nauwe doorgang, waar de schepen, die deze vaarweg daadwerkelijk volgen, min of worden gedwongen om deze twee turbines relatief dichtbij te passeren.

De doorsteek van de vaarweg tussen deze beide turbines wordt tevens bij slecht zicht als niet duidelijk beoordeeld, hetgeen in die situatie kan leiden tot verwarring. Daarnaast geven de turbines in variant IB een patroon dat niet altijd als drie eenduidige rijen kan worden ervaren bij slecht zicht. De andere varianten zijn ook bij slecht zicht onduidelijk. Dus hoewel de drie rijen in variant IB minder duidelijk zijn, valt dit niet in een andere beoordelingsklasse . Met name ‘s nachts kan voor alle varianten het juist interpreteren van de verlichting van de windturbines lastig zijn. Verder speelt daarbij een rol dat de drie rijen gekromd zijn, waardoor het verloop van de rijen lastig te volgen is. Dit kan leiden tot verwarring. Dit aspect wordt als negatief (-) beoordeeld (zie tabel 6.20 en afbeelding 6.31).

Net als voor de basisvariant geldt ook voor variant IB dat de vaarsituatie voor schepen van en naar de Maximacentrale en voor schepen van en naar Flevokust niet wordt beïnvloed.

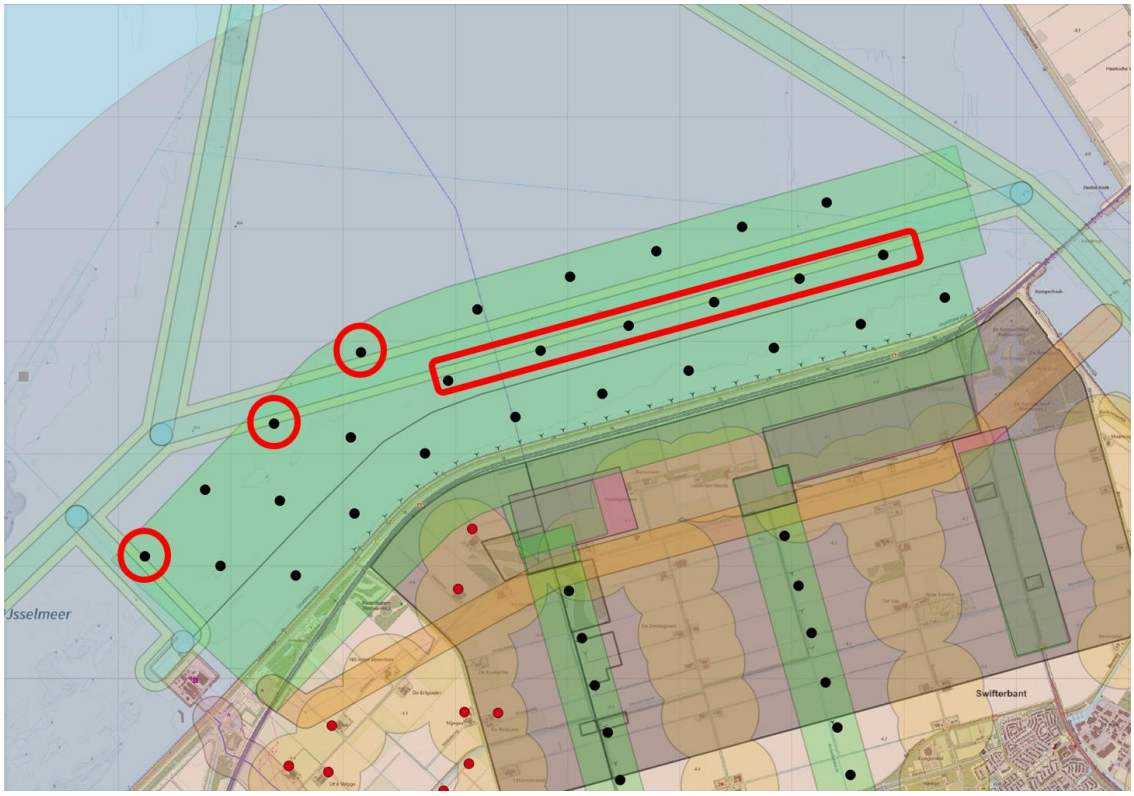
Voor variant IB is de afstand van de Ketelbrug tot de windturbine ca. 1450m. Deze afstand wordt ruim voldoende geacht om geen invloed te hebben op de wachtruimte voor schepen met staande mast, en dus om geen invloed te hebben op de scheepvaartveiligheid.

Voor deze variant is het verschil in nautische veiligheid met name de nabijheid van de middelste rij turbines ten opzichte van de vaarweg. Dit betreft 6 turbines indien de schepen de vaarweg volgen en 9 turbines als de schepen de route tussen de rijen turbines volgen. Uit de analyse van Marin (bijlage III, paragraaf 6.1) blijkt dat de incidentkans voor turbines dicht bij de vaarweg circa $1{,}2 \times 10^{-5}$ per jaar per turbine is. Voor deze variant IB neemt de totale incidentkans dus 6 danwel 9 keer deze kans toe. Dit betreft circa 7×10^{-5} á $1{,}1 \times 10^{-4}$ toe. De totale incidentfrequentie is dan circa 3×10^{-4} per jaar. Daarmee wordt deze variant IB op dit criterium als negatief (-) beoordeeld.

Tabel 6.20 Effectbeoordeling variant IB

Criterium	Effect variant 2: Bolstapeling
aanwezigheid nauwe doorgang	(-) twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg (zie afbeelding)
nabijheid van turbines	(-) drie enkele turbines bevinden op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg (zie afbeelding 6.25) een rij turbines bevindt zich op een afstand van minder dan 150 m van de aangegeven vaarweg
onduidelijke situatie bij slecht zicht	(-) de situatie is onduidelijk bij slecht zicht, en kan leiden tot verwarring
scheiding kleine en grote schepen	(0) Er is niet sprake van een logische scheiding
incident frequentie	(-) incidentfrequentie tot circa 3 x 10^{-4} per jaar.

Afbeelding 6.31 Dichtstbijzijnde turbines Variant IB: bolstapeling IJsselmeer



6.4 Luchtvaartveiligheid

6.4.1 Beoordelingsmethodiek

De aanvliegroute (IFR) van luchthaven Lelystad en de outer horizontal surface van deze luchthaven liggen gedeeltelijk binnen het projectgebied van Windplan Blauw. Daarnaast ligt in het project gebied een visual flight rules route (VFR route) over de A6. De IFR, VFR en outer horizontal leggen hoogtebeperkingen op in gedeelten van het projectgebied. Sinds mei 2017 loopt een onderzoek naar de hoogtebeperkingen. Voorlopig is in het MER uitgegaan van een hoogtebeperking van 213 m in het westen van het projectgebied

en een maximale turbinehoogte van 248 m in het oosten van het projectgebied. Op basis van deze richtlijnen is onderstaande effectbeoordeling uitgevoerd. Het MER wordt nog ter toetsing voorgelegd aan ILT en LVNL.

IFR: landingsroute voor commerciële luchtvaart

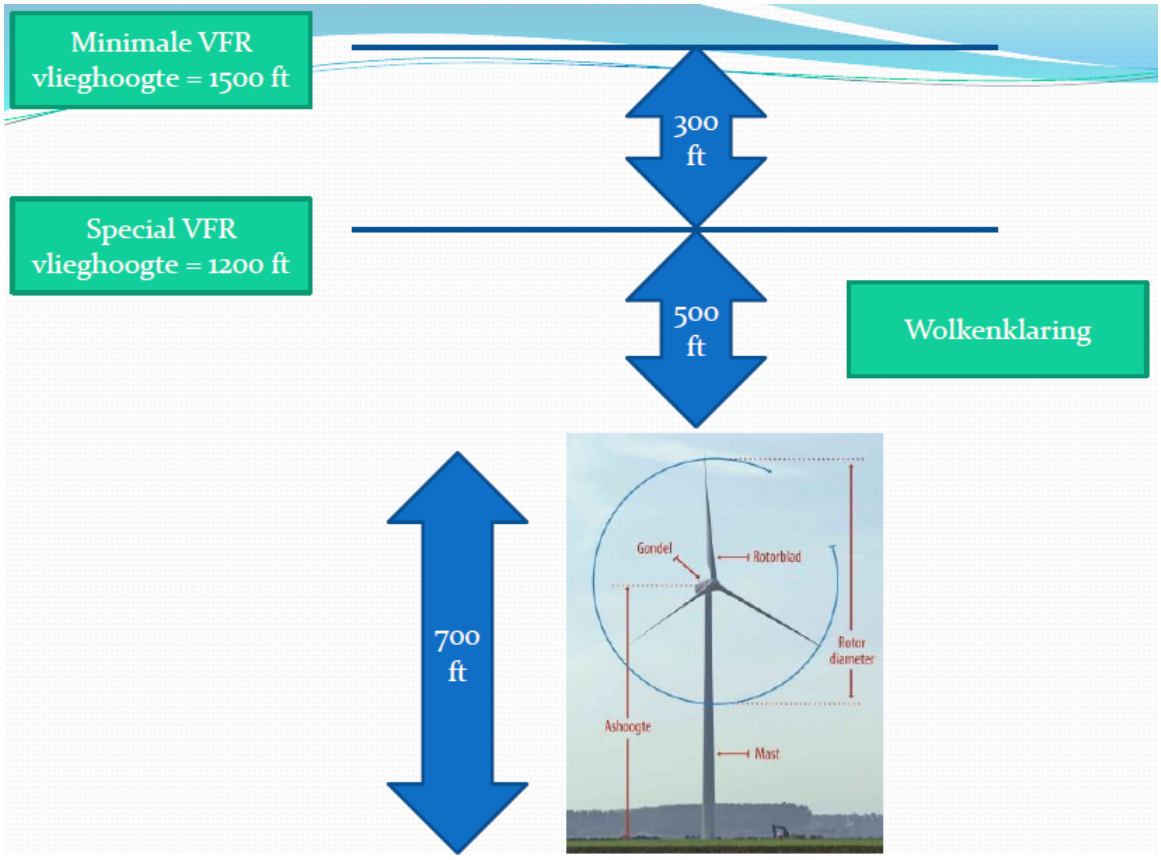
In artikel 10 van het Luchthavenbesluit Lelystad zijn hoogtebeperkingen opgenomen rondom de luchthaven van Lelystad in verband met luchtvaartveiligheid. Een gedeelte van het projectgebied Windplan Blauw is gelegen binnen de 'Approach and Transition surfaces' contour. Binnen deze contouren geldt een hoogtebeperking van 146,3 m N.A.P. voor landend luchtverkeer (bijlage 5b van het luchthavenbesluit Lelystad). Voor opstijgend luchtverkeer geldt een hoogtebeperking van 290 m (bijlage 5a van het luchthavenbesluit Lelystad).

De turbines in deelgebied oost hebben een maximale tiphoogte van 248 m. De windturbines hebben dus mogelijk een effect op landend luchtverkeer. Daarnaast voldoet het windpark aan de hoogtebeperking voor opstijgend luchtverkeer. Deze hoogtebeperking voor opstijgend luchtverkeer wordt daarom in dit MER niet verder beschouwd.

VFR: visual flight rules route voor niet-commerciële luchtvaart

In afbeelding 6.32 is de ligging van VFR-route schematisch weergegeven. De hoogtebeperking voor een windturbine vanuit de VFR is 213 m (700 voet). Het overschrijden van deze hoogtebeperking kan leiden tot een effect op luchtvaartveiligheid.

Afbeelding 6.32 Schematische weergave ligging VFR-route



Met de VFR-route is de beschermende functie van de hoogtebeperking van de outer horizontal nader ingevuld. Daarmee beschermt de outer horizontal geen specifieke luchtvaart functies meer. Het realiseren van een windturbine hoger dan de hoogtebeperking van de outer horizontal heeft dus naar verwachting geen significant negatieve effecten op luchtvaartveiligheid. De turbineopstelling wordt net als voor de

andere hoogtebeperkingen voorgelegd aan ILT. De overschrijding van de outer horizontal wordt om die reden in dit MER niet als significant negatief effect beschouwd.

Beoordelingsmethodiek hoogtebeperkingen vanuit luchtvaartveiligheid

Mogelijk kan voor (een deel van) de outer horizontal Surface ontheffing van de toetshoogte worden verleend. In dit MER is de outer horizontal Surface daarom niet als harde belemmering meegenomen. Andere hoogtebeperkingen die vastgelegd zijn in het Luchthavenbesluit Lelystad, zoals de aanvlieg- en landingsroute voor Luchthaven Lelystad, in het gebied zijn wel als harde belemmering meegenomen. In tabel 6.21 is de beoordelingsmethodiek uitgewerkt. Het plaatsen van windturbines leidt nooit tot een positief effect voor luchtvaartveiligheid en is daarom beoordeeld door middel van een vierpuntsschaal.

Tabel 6.21 Beoordelingsmethodiek luchtvaartveiligheid

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	sterk negatief, de ontwikkeling voldoet niet aan de hoogtebeperking van de IFR of VFR, mitigatie is niet mogelijk
-	negatief, binnen de ontwikkeling zijn mogelijkheden om te voldoen aan de hoogtebeperking IFR of VFR, of de hoogtebeperking van de outer horizontal surface wordt overschreden.
-/0	licht negatief, aan de hoogtebeperking wordt voldaan, effecten op luchtvaartveiligheid zijn niet uit te sluiten.
0	neutraal, aan de hoogtebeperking wordt voldaan, effecten op luchtvaartveiligheid zijn uit te sluiten

6.4.2 Effectbeoordeling per variant

Effecten in de referentiesituatie

Geen van de bestaande turbines in de referentiesituatie overschrijdt de IFR, de VFR noch de outer horizontal surface. Aanvullende effecten voor luchtvaartveiligheid in de referentiesituatie zijn daardoor uitgesloten.

Effecten in de dubbeldraaiperiode

Geen van de dubbeldraaiturbines overschrijdt de IFR, de VFR noch de outer horizontal surface. Aanvullende effecten voor luchtvaartveiligheid tijdens de dubbeldraaiperiode zijn daardoor uitgesloten.

Effecten in de aanlegfase

Al tijdens aanleg kan een turbine en de kraanopstelling de hoogtebeperking overschrijden. In het verlichtingsplan (Bijlage I) is aangegeven op en vanaf welke hoogte een turbine voorzien moet zijn van obstakelverlichting. Zodra een turbine of kraanopstelling boven deze hoogte komt wordt deze voorzien van obstakelverlichting. Aanvullende effecten voor luchtvaartveiligheid in de aanlegfase zijn daardoor uitgesloten.

Basisalternatief

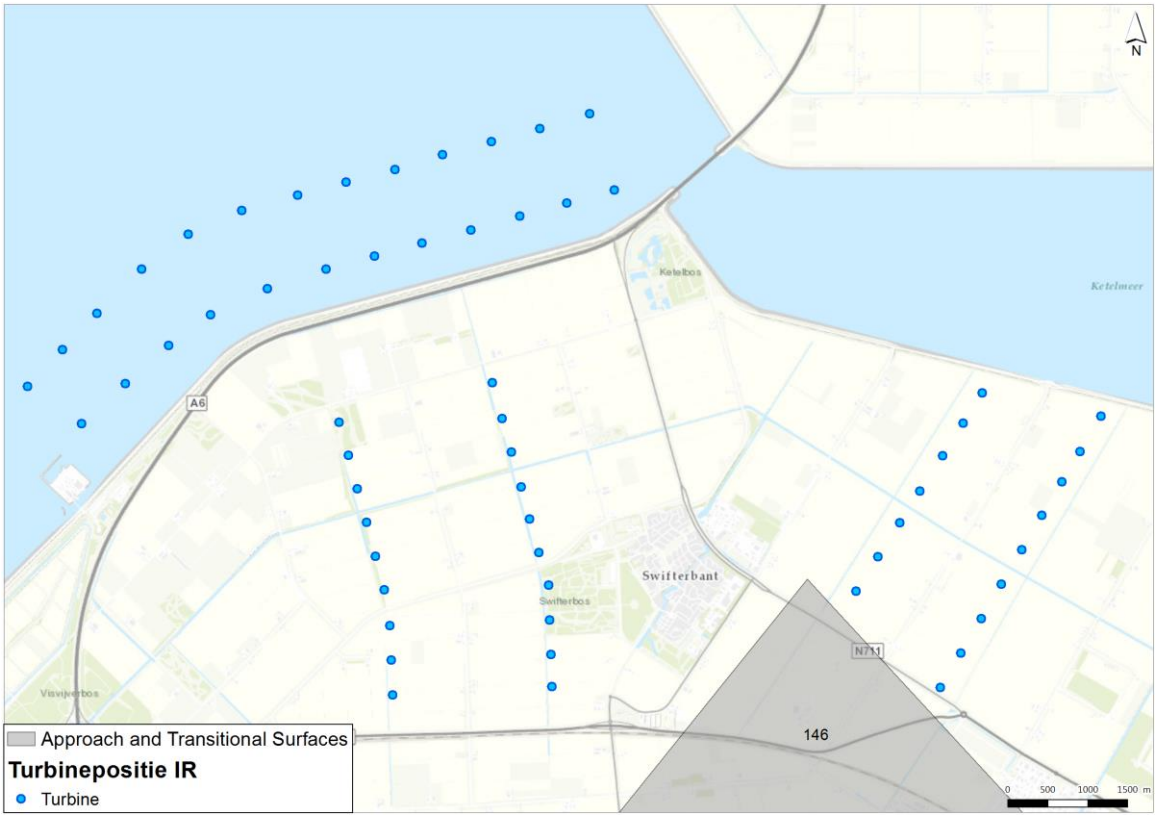
Aanvliegroute en opstijgroute (IFR)

Nabij de turbinepositie in deelgebied Oost geldt een hoogtebeperking voor landend en opstijgend verkeer (zie afbeelding 6.33 en afbeelding 6.34).

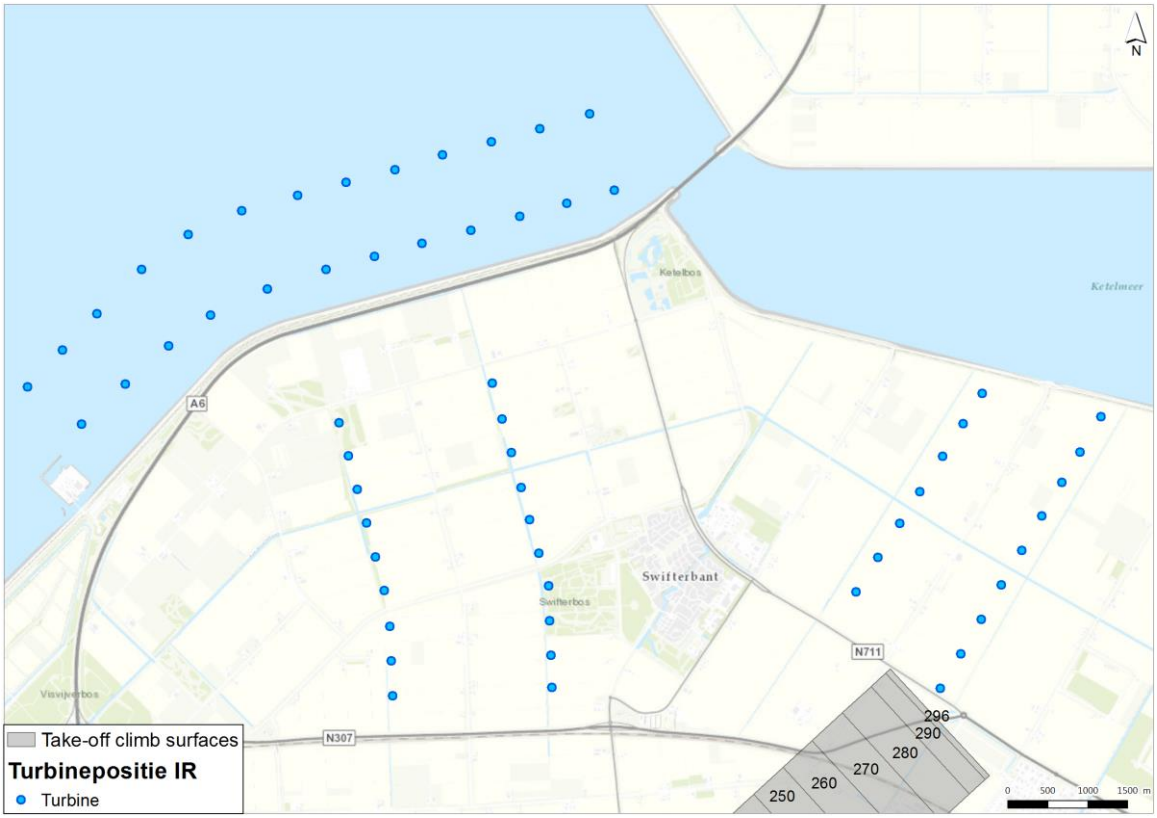
Voor landend verkeer is de hoogtebeperking nabij de turbineopstelling 146 m. De turbines in deelgebied oost hebben een maximale tiphoogte van 248 m. Doordat de hoogte beperking lager is maar niet op de locatie van de turbines geldt, wordt de hoogtebeperking niet overschreden maar effecten zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt het effect op de aanvliegroute beoordeeld als licht negatief (0/-).

Voor het opstijgende vliegverkeer is de hoogtebeperking nabij de turbine opstelling 296 m (zie afbeelding 6.28). Geen van de turbines ligt binnen de hoogtebeperking. Doordat de hoogte beperking hoger is en niet op de locatie van de turbines geldt, wordt de hoogtebeperking niet overschreden en zijn effecten uit te sluiten.

Afbeelding 6.33 Turbines in Basisalternatief IR nabij de approach and transitional surfaces (146 m n.a.p.)



Afbeelding 6.34 Turbines in Basisalternatief IR nabij de take-off climb surfaces (hoogtes in m n.a.p.)



VFR

Over een groot deel van het projectgebied geldt een hoogtebeperking van 213 m (N.A.P) voor de visual flight rules-route van Lelystad Airport (VFR) (zie afbeelding 6.35).

De turbines in deelgebied West en deelgebied IJsselmeer hebben een maximale tiphoogte van 213 m. De turbines in deelgebied oost hebben een maximale tiphoogte van 248 m. Doordat de hoogte beperking in deelgebied West en deelgebied IJsselmeer niet wordt overschreden is een effect op de VFR in deze deelgebieden uitgesloten.

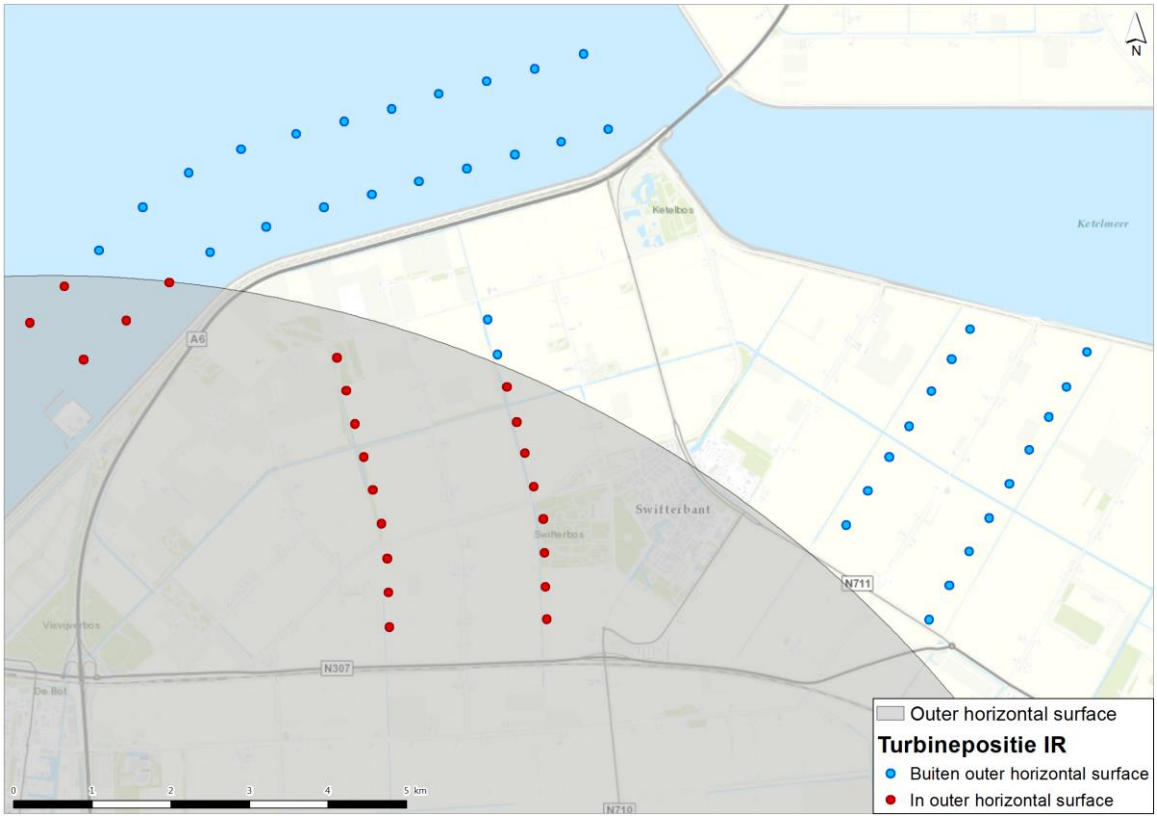
In deelgebied Oost staat op de rand van de VFR-route één turbine waar de hoogtebeperking wordt overschreden en effecten niet uit te sluiten zijn. Daarom wordt het effect op de VFR voor het basisalternatief IR beoordeeld als negatief (-) (zie ook afbeelding 6.36).

Afbeelding 6. 35 Turbines in Basisalternatief IR nabij VFR (hoogte 213 m n.a.p.)

Outer horizontal surface

Met de VFR-route is de beschermende functie van de hoogtebeperking van de outer horizontal nader ingevuld. Daarmee beschermd de outer horizontal geen specifieke luchtvaart functies meer. Het realiseren van windturbine hoger dan de hoogtebeperking van de outer horizontal heeft dus naar verwachting geen sterk negatieve effecten op luchtvaartveiligheid. De turbineopstelling wordt net als voor de andere hoogtebeperkingen voorgelegd aan ILT. De overschrijding van de outer horizontal wordt om die reden in dit MER niet als sterk negatief effect beschouwd. De overschreiding van de outer horizontal surface wordt daarom beoordeeld als negatief (-) (zie afbeelding 6.36 en tabel 6.22).

Afbeelding 6.36 Turbines in Basisalternatief IR binnen de outer horizontal Surface (146,4 m n.a.p.)



Beoordeling luchtvaartveiligheid basisalternatief IR

Tabel 6.22 effectbeoordeling luchtvaartveiligheid

Criterium	Effect basisalternatief IR
aanvliegroute en opstijgroute	0/-
VFR	-
Outer horizontal	-

Variant IA

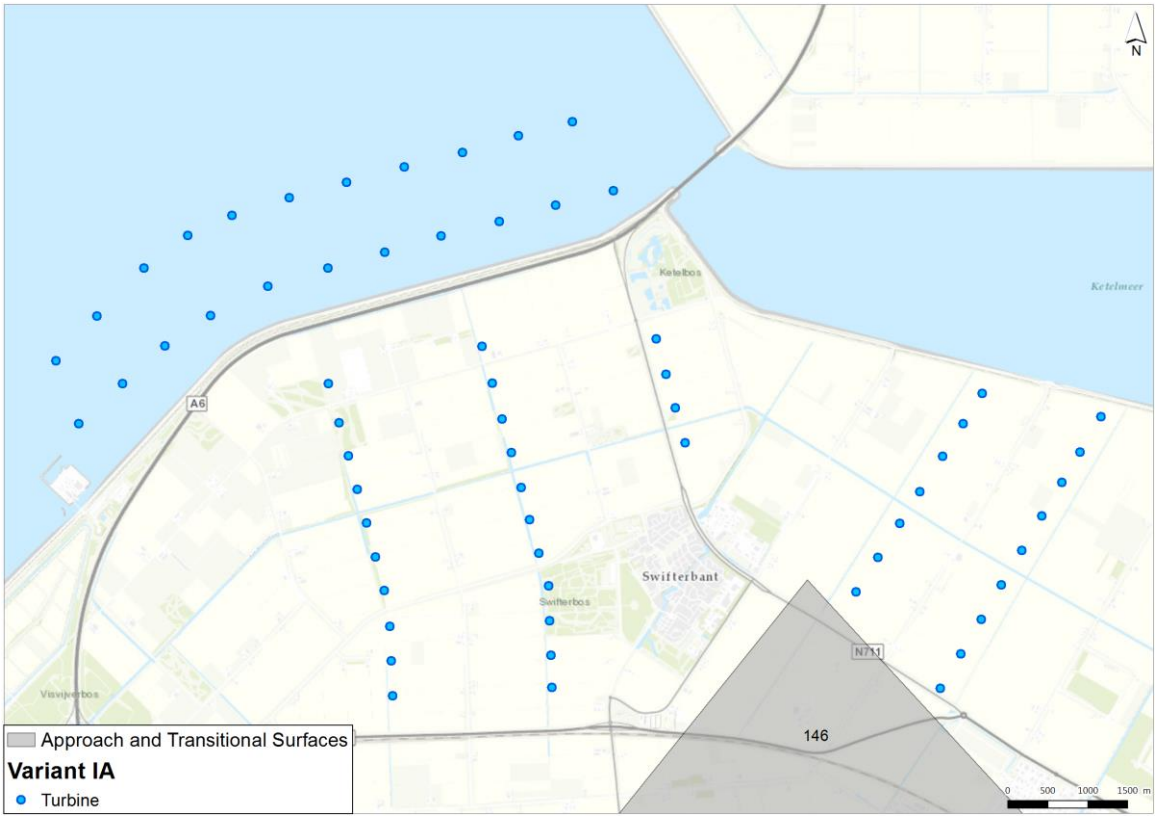
Aanvliegroute

Nabij de turbinepositie in deelgebied Oost geldt een hoogtebeperking voor landend en opstijgend verkeer (zie afbeelding 6.37 en afbeelding 6.38).

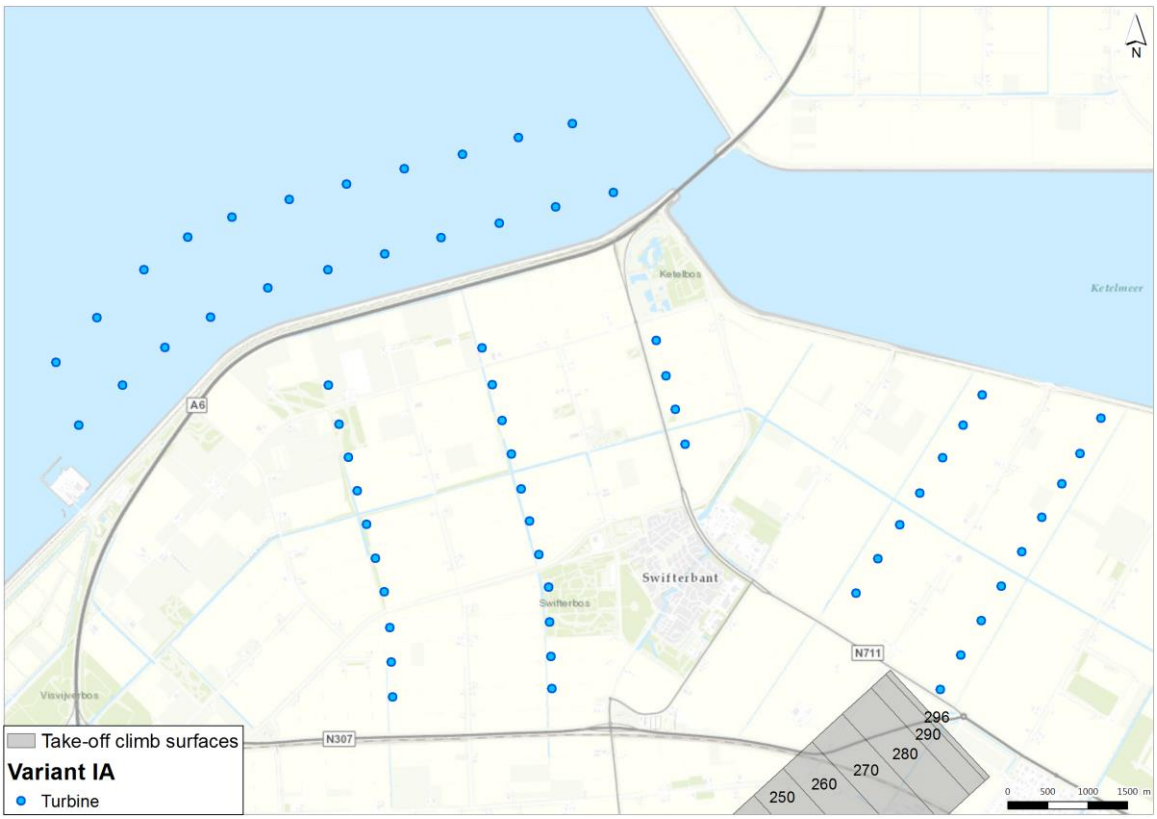
Voor landend verkeer is de hoogtebeperking nabij de turbineopstelling 146 m. De turbines in deelgebied oost hebben een maximale tiphoogte van 248 m. Doordat de hoogte beperking lager is maar niet op de locatie van de turbines geldt, wordt de hoogtebeperking niet overschreden maar effecten zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt het effect op de aanvliegroute beoordeeld als licht negatief (0/-).

Voor het opstijgende vliegverkeer is de hoogtebeperking nabij de turbine opstelling 296 m (zie afbeelding 6.32). Geen van de turbines ligt binnen de hoogtebeperking. Doordat de hoogte beperking hoger is en niet op de locatie van de turbines geldt, wordt de hoogtebeperking niet overschreden en zijn effecten uit te sluiten.

Afbeelding 6.37 Turbines in variant IA nabij de approach and transitional surfaces (146 m n.a.p.)



Afbeelding 6.38 Turbines in Basisalternatief IR nabij de take off climb surfaces (hoogtes in m n.a.p.)



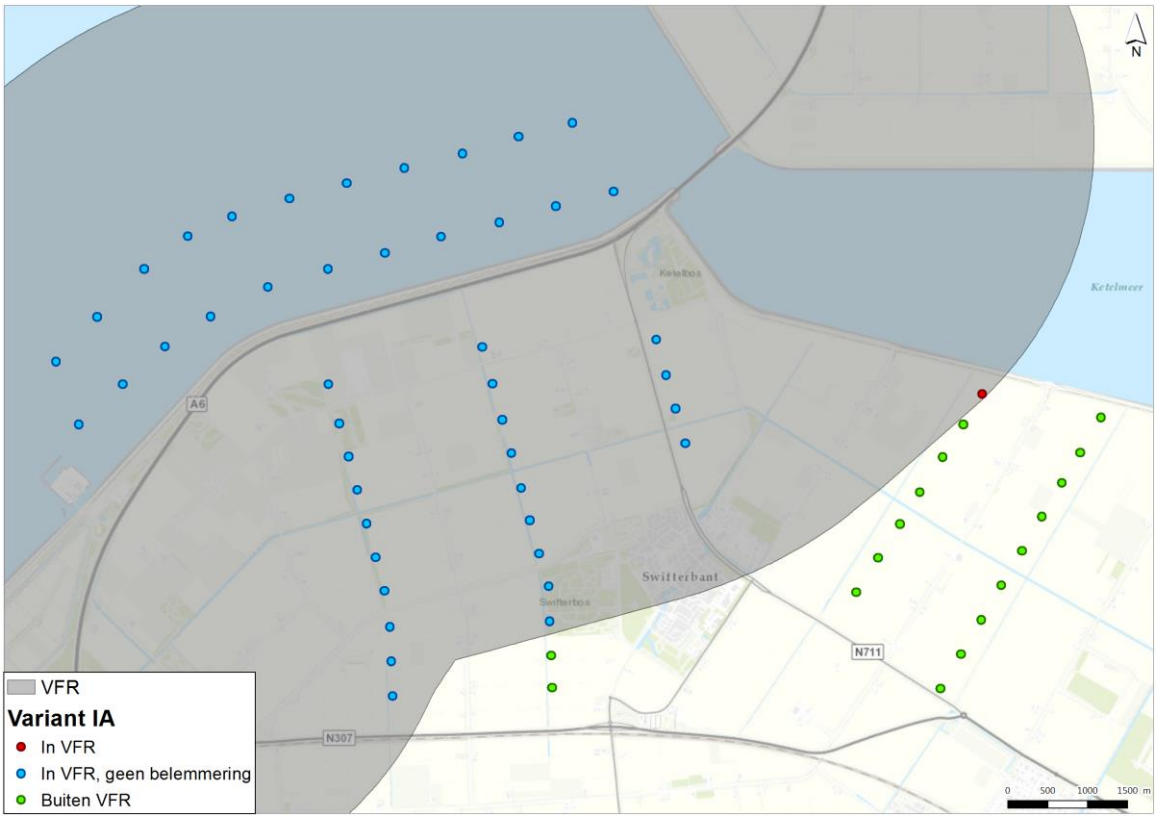
VFR

Over een groot deel van het projectgebied geldt een hoogtebeperking van 213 m (N.A.P) voor de visual flight rules-route van Lelystad Airport (VFR) (zie afbeelding 6.39).

De turbines in deelgebied West en deelgebied IJsselmeer hebben een maximale tiphoogte van 213 m. Doordat de hoogte beperking in deelgebied West en deelgebied IJsselmeer niet wordt overschreden is een effect op de VFR in deze deelgebieden uitgesloten.

De turbines in deelgebied oost hebben een maximale tiphoogte van 248 m. In deelgebied Oost staat op de rand van de VFR-route één turbine waar de hoogtebeperking wordt overschreden en effecten niet uit te sluiten zijn. Daarom wordt het effect op de VFR voor variant IA beoordeeld als negatief (-).

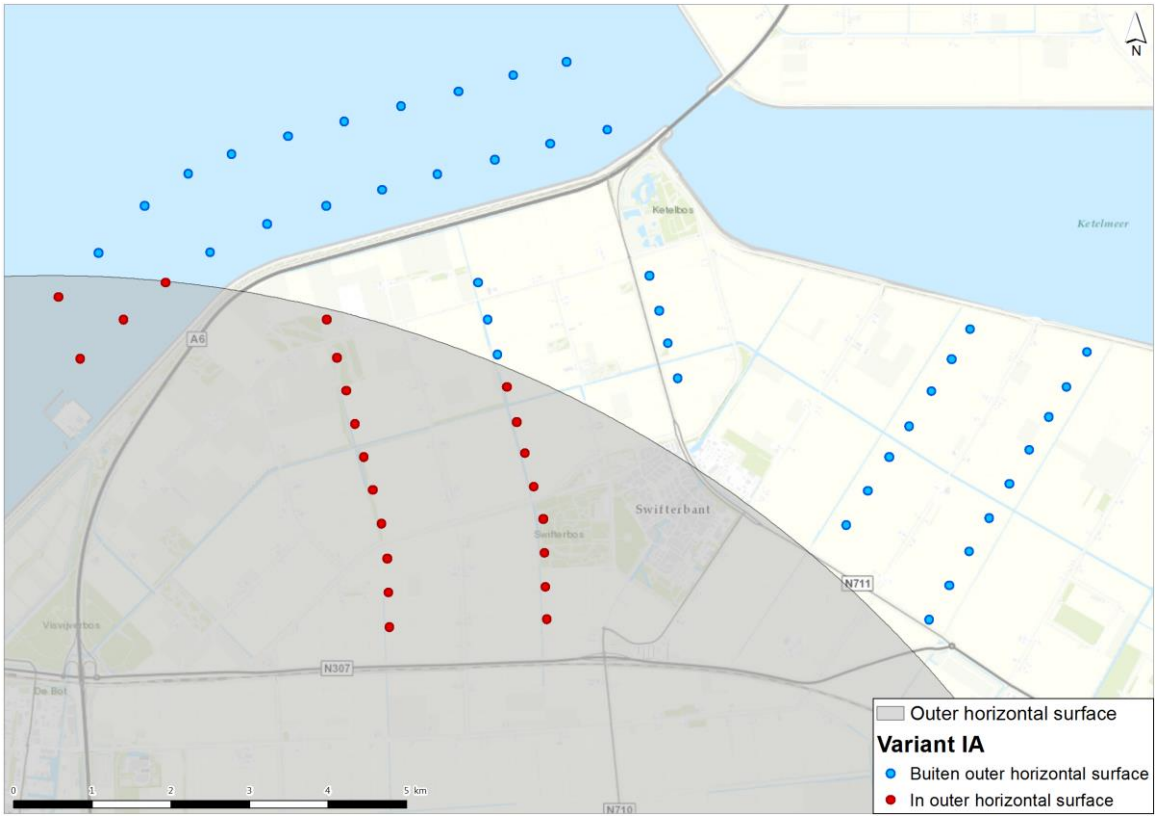
Afbeelding 6.39 Turbines in variant IA nabij VFR (hoogte 213 m n.a.p.)



Outer horizontal surface

Met de VFR-route is de beschermende functie van de hoogtebeperking van de Outer Horizontal nader ingevuld. Daarmee beschermd de outer horizontal geen specifieke luchtvaart functies meer. Het realiseren van windturbine hoger dan de hoogtebeperking van de outer horizontal heeft dus naar verwachting geen sterk negatieve effecten op luchtvaartveiligheid. De turbineopstelling wordt net als voor de andere hoogtebeperkingen voorgelegd aan ILT. De overschrijding van de outer horizontal wordt om die reden in dit MER niet als sterk negatief effect beschouwd. De overschreiding van de outer horizontal surface wordt daarom beoordeeld als negatief (-) (zie afbeelding 6.40 en tabel 6.23).

Afbeelding 6.40 Turbines in variant IA binnen de outer horizontal surface (146,4 m n.a.p.)



Beoordeling variant IA

Tabel 6.23 Effectbeoordeling luchtvaartveiligheid

Criterium	Effect variant IA
aanvliegroute en opstijgroute	0/-
VFR	-
outer horizontal	-

Variant IB: bolstapeling IJsselmeer

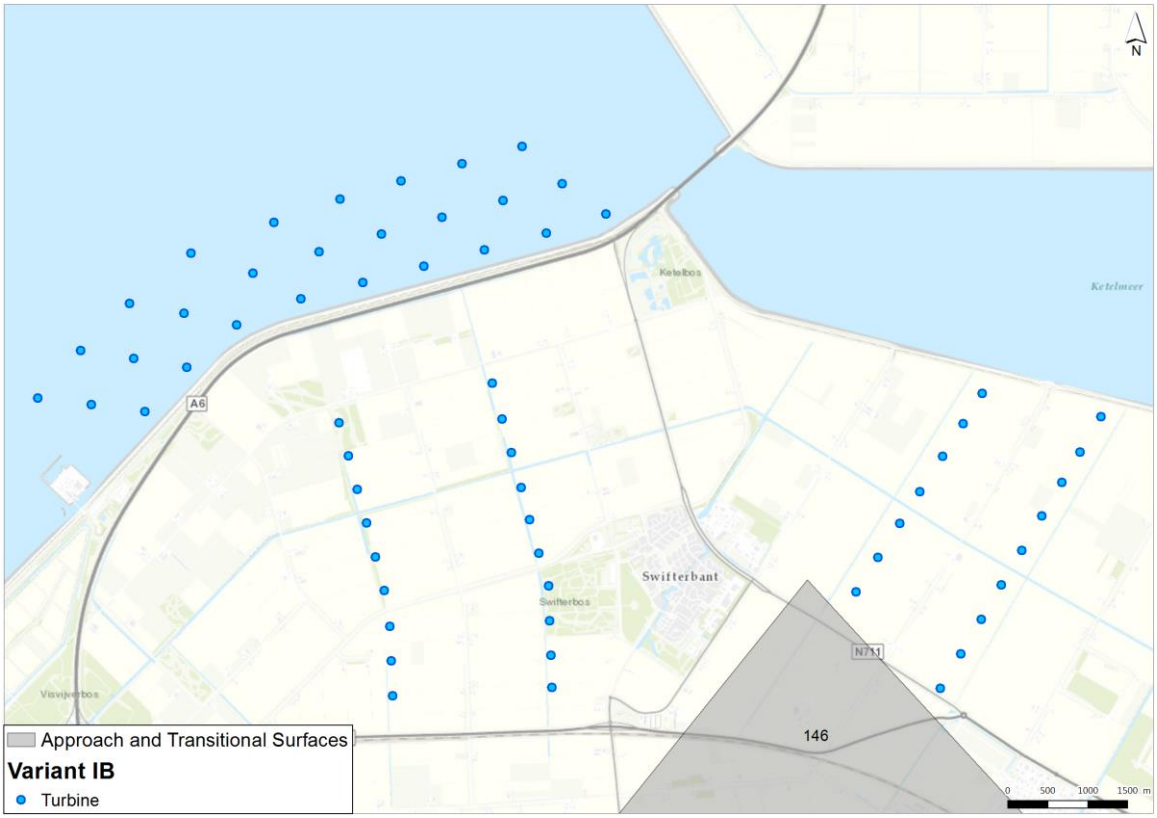
Aanvliegroute

Nabij de turbinepositie in deelgebied Oost geldt een hoogtebeperking voor landend en opstijgend verkeer (zie afbeelding 6.35 en afbeelding 6.41).

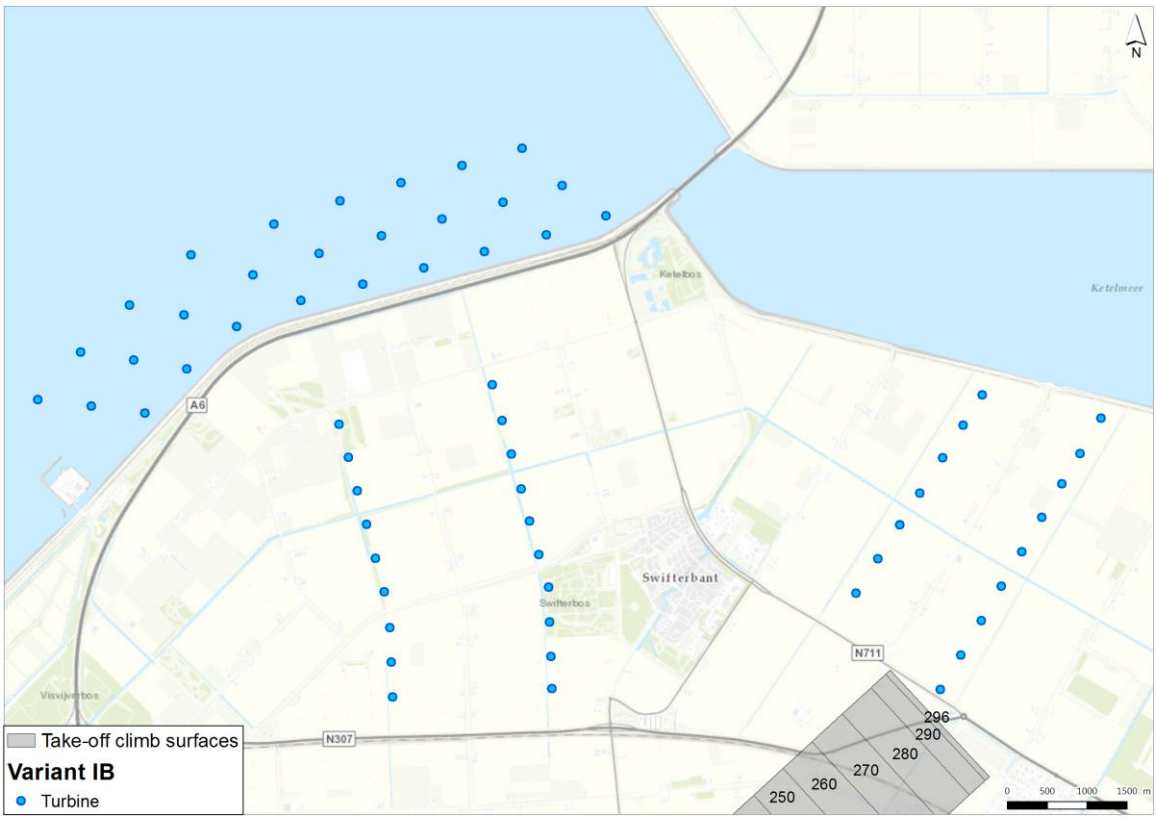
Voor landend verkeer is de hoogtebeperking nabij de turbineopstelling 146 m. De turbines in deelgebied oost hebben een maximale tiphoogte van 248 m. Doordat de hoogte beperking lager is maar niet op de locatie van de turbines geldt, wordt de hoogtebeperking niet overschreden maar effecten zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt het effect op de aanvliegroute beoordeeld als licht negatief (0/-).

Voor het opstijgende vliegverkeer is de hoogtebeperking nabij de turbine opstelling 296 m (zie afbeelding 6.42). Geen van de turbines ligt binnen de hoogtebeperking. Doordat de hoogte beperking hoger is en niet op de locatie van de turbines geldt, wordt de hoogtebeperking niet overschreden en zijn effecten uit te sluiten.

Afbeelding 6.41 Turbines in variant IB nabij de approach and transitional surfaces (146 m n.a.p.)



Afbeelding 6.42 Turbines in variant IB nabij de take off climb surfaces (hoogte in m n.a.p.)



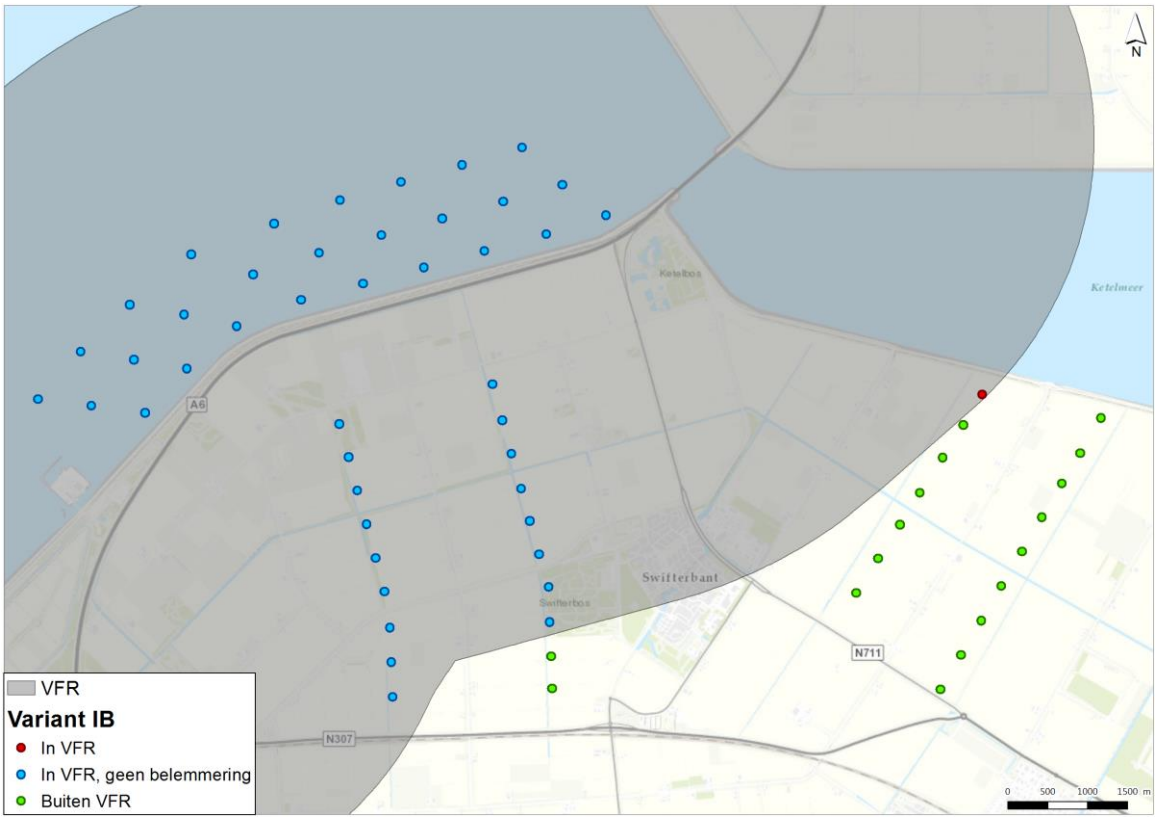
VFR

Over een groot deel van het projectgebied geldt een hoogtebeperking van 213 m (N.A.P) voor de visual flight rules-route van Lelystad Airport (VFR) (zie afbeelding 6.43).

De turbines in deelgebied West en deelgebied IJsselmeer hebben een maximale tiphoogte van 213 m. Doordat de hoogte beperking in deelgebied West en deelgebied IJsselmeer niet wordt overschreden is een effect op de VFR in deze deelgebieden uitgesloten.

De turbines in deelgebied oost hebben een maximale tiphoogte van 248 m. In deelgebied Oost staat op de rand van de VFR-route één turbine waar de hoogtebeperking wordt overschreden en effecten niet uit te sluiten zijn. Daarom wordt het effect op de VFR voor variant IA beoordeeld als negatief (-).

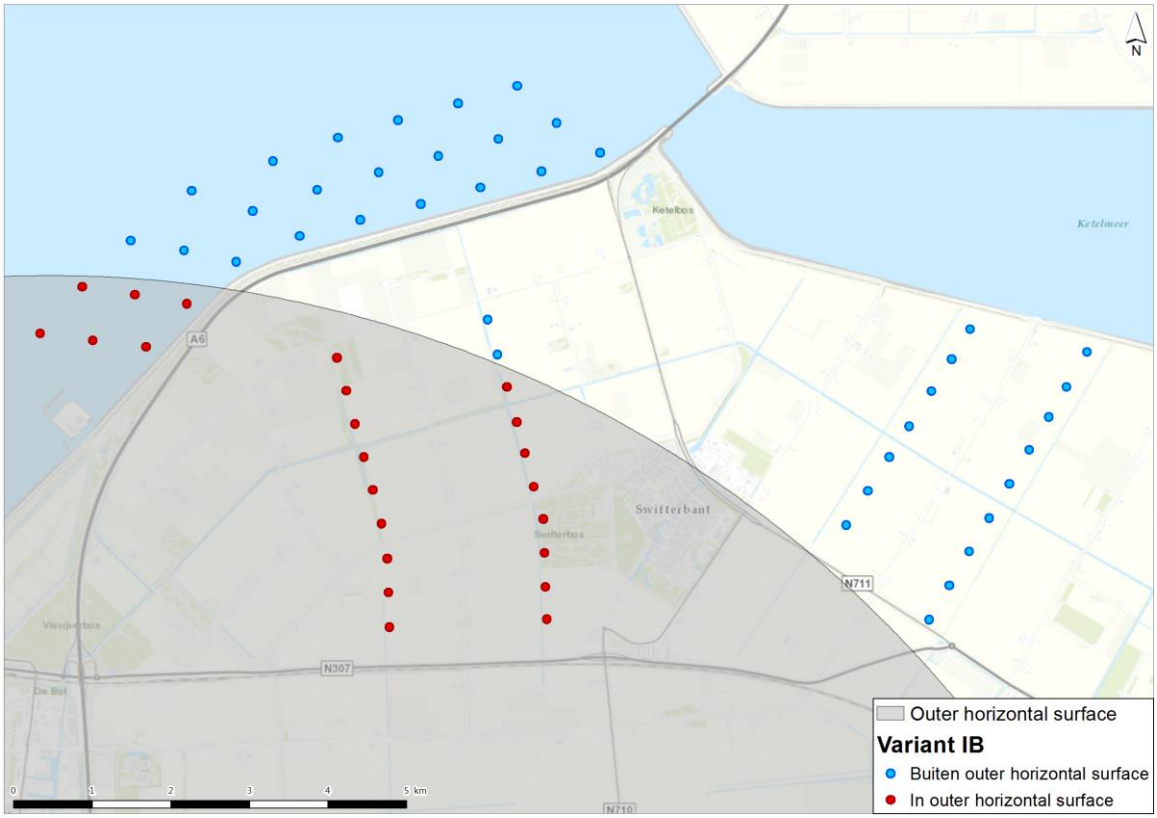
Afbeelding 6.43 Turbines in variant IB nabij VFR (hoogte 213 m n.a.p.)



Outer horizontal surface

Met de VFR-route is de beschermende functie van de hoogtebeperking van de outer horizontal nader ingevuld. Daarmee beschermd de outer horizontal geen specifieke luchtvaart functies meer. Het realiseren van windturbine hoger dan de hoogtebeperking van de outer horizontal heeft dus naar verwachting geen sterk negatieve effecten op luchtvaartveiligheid. De turbineopstelling wordt net als voor de andere hoogtebeperkingen voorgelegd aan ILT. De overschrijding van de outer horizontal wordt om die reden in dit MER niet als sterk negatief effect beschouwd. De overschreiding van de outer horizontal surface wordt daarom beoordeeld als negatief (-) (zie afbeelding 6.44 en tabel 6.24).

Afbeelding 6.44 Turbines in variant IB binnen de outer horizontal surface (146,4 m n.a.p.)



Beoordeling overzicht luchtvaartveiligheid

Tabel 6.24 effectbeoordeling luchtvaartveiligheid

Criterium	Effect variant IB
aanvliegroute en opstijgroute	0/-
VFR	-
outer horizontal	-

6.5 Communicatieverkeer

Voor het aspect communicatieverkeer wordt de invloed van het windpark op mobiele telefonie, scheepvaartradar en vliegtuigradar beoordeeld.

6.5.1 Beoordelingsmethodiek

Het toetsingscriterium van het Agentschap Telecom is een conservatieve benadering: het onderzoekt de hele turbine als een cilinder op basis van de diameter van de rotorbladen (de zogenaamde 'fresnelzone', zie paragraaf 4.3.5). Zelfs als de turbinemast en rotorbladen zich niet in het straalpad bevinden wordt de turbine afgekeurd volgens het toetscriterium als een straalpad de vastgestelde fresnelzone doorkruist (zie afbeelding 4.2). Dit betekent dat beoordeling op basis van het toetscriterium van het Agentschap Telecom een worst-case benadering is.

Het aspect communicatieverkeer is beoordeeld op een vierpuntsschaal, omdat geen positief effect te verwachten is. De methodiek is weergegeven in tabel 6.19.

Tabel 6.25 Beoordelingsmethodiek communicatieverkeer

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	zeer negatief, ten minste één turbine interfereert met een straalpad en mitigatie is niet mogelijk EN de additionele verstoring wordt NIET goedgekeurd door de beheerders Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze richtlijn.
-	negatief, ten minste één turbine interfereert met een straalpad en mitigatie is mogelijk EN de additionele verstoring wordt WEL goedgekeurd door de beheerders Ook zonder mitigerende maatregelen is het mogelijk om te voldoen aan deze richtlijn.
-/0	licht negatief, geen enkele windturbine interfereert met een straalpad, maar liggen binnen de tweede fresnelzone, effecten zijn niet uit te sluiten
0	neutraal, geen enkele windturbine interfereert met een straalpad, effecten zijn uitgesloten

6.5.2 Mobiele telefonie

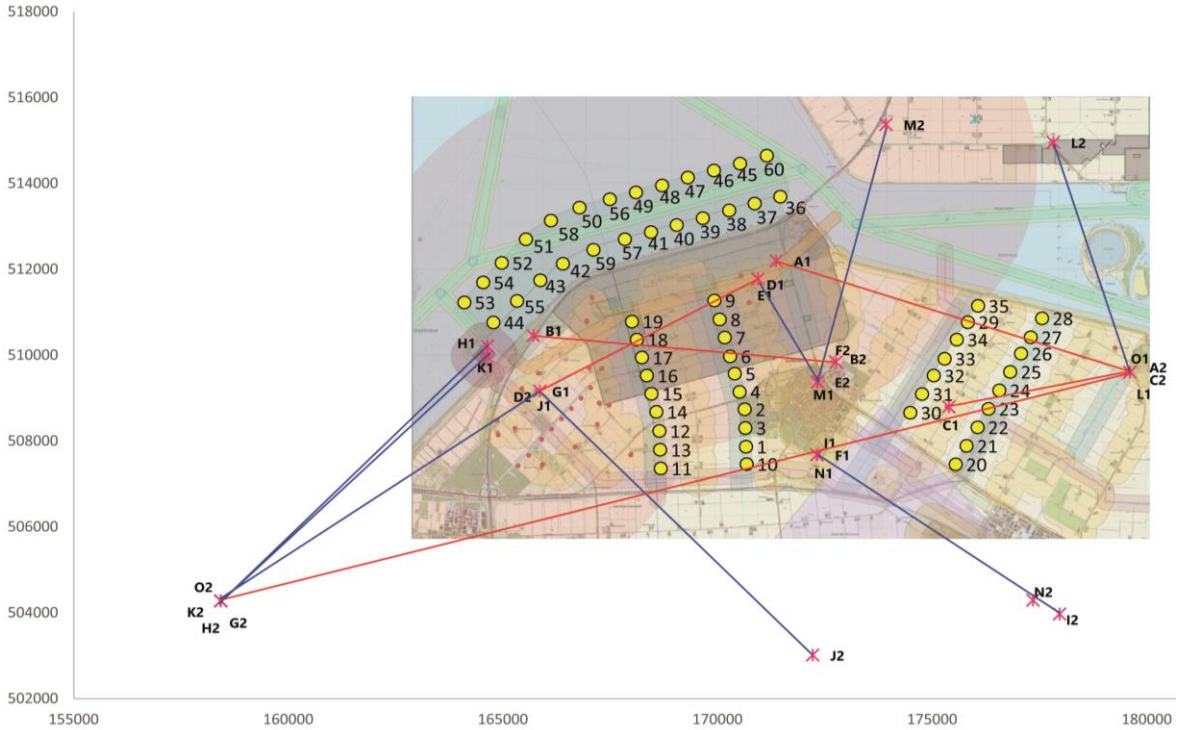
Effect en effectbeoordeling

Omdat turbines per variant (IR, IA en IB) op verschillende posities staan, is de analyse afzonderlijk voor elke variant onderzocht.

Basisalternatief IR

In afbeelding 6.45 is op basis van de locatie van de turbines en antennes geanalyseerd op welke turbineposities van het basisalternatief mogelijk interferentie optreedt.

Afbeelding 6. 45 Locatie van turbines en straalpaden voor basisalternatief IR



Straalpaden weergegeven in rood gaan langs of over turbineposities en straalpaden weergegeven met blauwe lijnen niet. In de illustratie is te zien dat de turbines 6, 9, 10, 18, 23, 24, 27 en 29 nader moeten worden onderzocht. Per turbine positie is in tabel 6.12 de nodige informatie met de beoordelingscriteria in de vijfde kolom aangeduid. Voor de kritische turbines is de maximum rotorstraal (82 m) en de minimale tiplaagte (38m) beschouwd. De beoordelingen zijn uitgevoegd met de *fresnelzone* volgens het criterium van Agentschap Telecom.

Tabel 6.26 Kritische turbines voor IR in beoordelingscriteria

Straal-pad	Radius 2nd Fresne-lzone	Max rotor radius [m]	Turbine ID	score	Min. afstand naar straalpad [m]	RDx	RDy	Afstand naar straalpad [m]	Hoogte van straalpad bij de turbine
A1 - A2	8,3	82	**29**	0	90,3	175838	510766	22,4	**20,4**
			27	0	90,3	177304	510414	82,3	**22,2**
B1 - B2	6,8	82	**18**	0	88,8	168129	510362	119,7	**27,1**
			6	0	88,8	170299	509968	83,9	**29,9**
C1-C2	5,0	82	**23**	0	87,0	176317	508748	217,6	**26,1**
			24	0	87,0	176572	509178	156,8	**26,0**
D1 - D2	5,2	82	**18**	0	87,2	168129	510362	31,8	**34,6**
			9	0	87,2	169934	511273	17,6	**34,9**
O1 - O2	15,6	82	**10**	0	97,6	170683	507461	100,9	**75,8**
			23	-	97,6	176317	508748	23,7	**53,3**

De kleuren in de tabel illustreren de beoordelingscriteria voor deze analyse. Hier is de conclusie beschouwd:

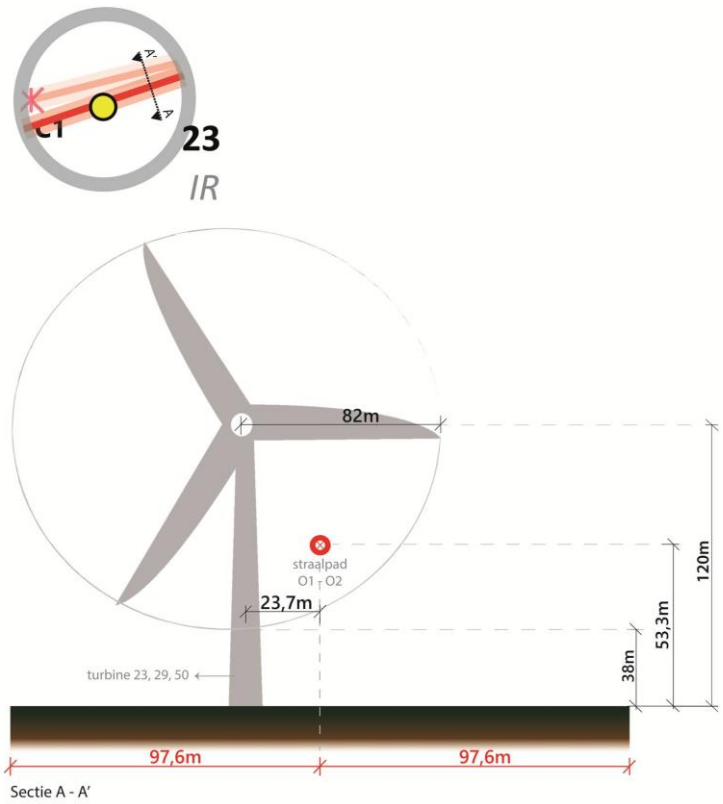
1 de Toetsingscriterium van Agentschap Telecom, over het minimum afstand tussen turbines en straalpaden;
2 de hoogtes van het straalpad en de turbine.

De turbines hebben geen effect op de werking van een straalpad als de tiplaagte hoger is dan de ligging van het straalpad. Dus, als de feitelijke ruimte die door een turbine wordt ingenomen voldoet aan het Toetscriterium en als de tiplaagte hoger is dan de hoogte van het straalpad, dan is het criterium voor als neutraal (0) beoordeeld.

In basisalternatief IR staan tien turbines (zie tabel 6.26) nabij vijf straalpaden. Bij basisalternatief IR zijn vijf turbines: nummer 6, 9, 10, 18, 24, 27 en 29, die langs een straalpad staan als neutraal beoordeeld (0) (witte markering in tabel) omdat ze geen negatieve invloed op het straalpad hebben. Turbine 23 is beoordeeld als negatief (-). De afstand van de turbine tot het straalpad O1 - O2 is 23,7 m en het straalpad ligt op maximaal 53,3 m hoog (zie afbeelding 6.46) . Uitgaande van een worst-case rotor van 82 m wordt het straalpad doorsneden.

Alle andere turbines van basisalternatief IR zijn beoordeeld als neutraal (0). Dus alleen voor turbine 23 zijn mitigerende maatregelen nodig.

Afbeelding 6.46 Sectie van kritische turbine (nummer 23 in basisalternatief IR)



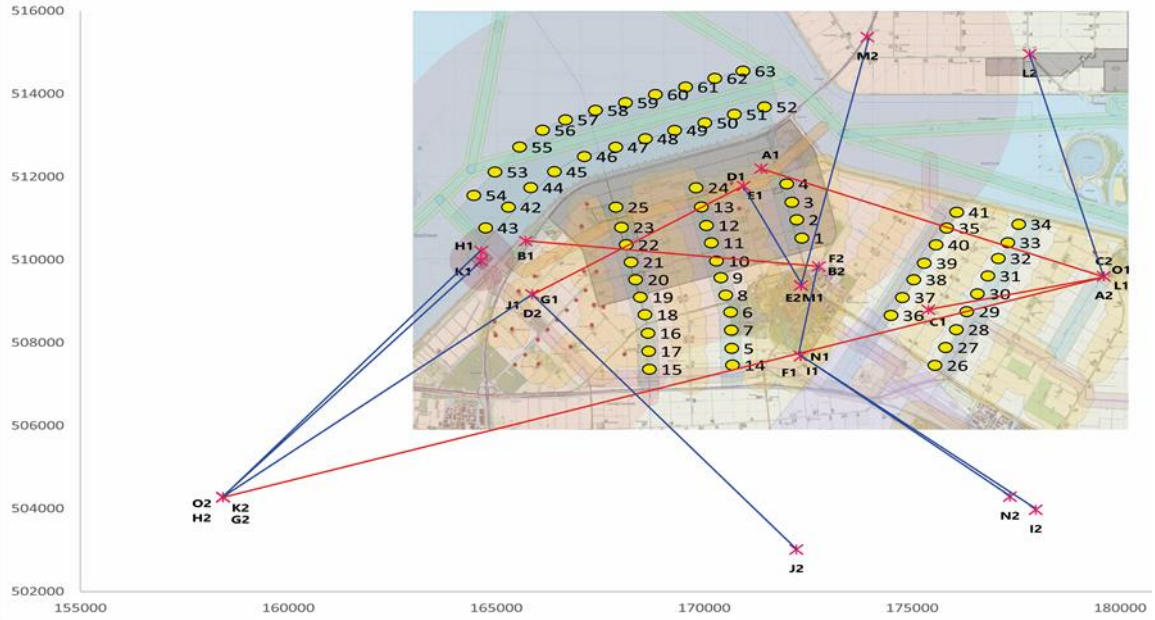
3435

Variant IA

In afbeelding 6.47 is op basis van de locatie van de turbines en antennes geanalyseerd op welke turbineposities van variant IA mogelijk interferentie optreedt.

3440

Afbeelding 6.47 Locatie van turbines en straalpaden voor IA



3445

Straalpaden weergegeven in rood gaan langs of over turbineposities en straalpaden weergegeven met blauwe lijnen niet. In de afbeelding is te zien dat de turbines 10, 13, 14, 22, 29, 33 en 35 nader moeten worden onderzocht. Per turbine positie is in tabel 6.27 de nodige informatie met de beoordelingscriteria in de vijfde kolom aangeduid. Voor de kritische turbines is de maximum rotorstraal (82 m) en de minimale tiplaagte (38 m) beschouwd. De beoordelingen zijn uitgevoegd met de *fresnelzone* is volgens het criterium van Agentschap Telecom (zie hoofdstuk 2. Wettelijk- en Beleidskader).

Tabel 6.27 Kritische turbines voor IA in beoordelingscriteria

Straal-pad	Ra-dius 2nd Fres-nel-zone	Max rot-or ra-dius [m]	Turbine ID (en beoordelingskleur)	Score	Min. afstand naar straalpad [m]	RDx	RDy	Afstand naar straalpad [m]	Hoog-te van straal-pad bij de turbine
A1 - A2	8,3	82	**35**	0	90,3	175838	510766	22,4	**20,4**
			33	0	90,3	177304	510414	82,3	**22,2**
B1 - B2	6,8	82	**22**	0	88,8	168129	510362	119,7	**27,1**
			10	0	88,8	170299	509968	83,9	**29,9**
C1-C2	5,0	82	**29**	0	87,0	176317	508748	217,6	**26,1**
			30	0	87,0	176572	509178	156,8	**26,0**
D1 - D2	5,2	82	**22**	0	87,2	168129	510362	31,8	**34,6**
			13	0	87,2	169934	511273	17,6	**34,9**
O1 - O2	15,6	82	**14**	0	97,6	170683	507461	100,9	**75,8**
			29	-	97,6	176317	508748	23,7	**53,3**

De kleuren in de tabel illustreren de beoordelingscriteria voor deze analyse. Hier is de conclusie beschouwd:

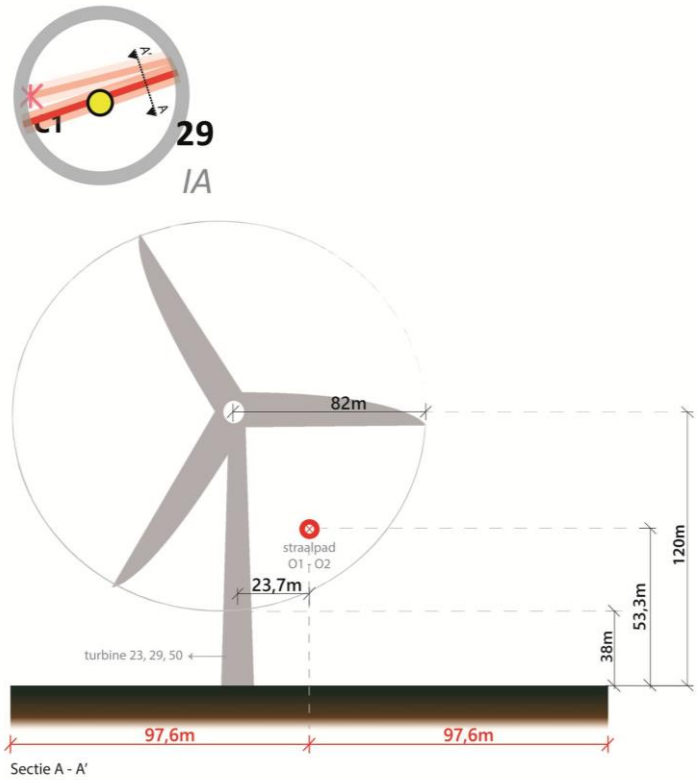
1 de Toetsingscriterium van Agentschap Telecom, over het minimum afstand tussen turbines en straalpaden;
2 de hoogtes van het straalpad en de turbine.

De turbines hebben geen effect op de werking van een straalpad als de tiplaagte hoger is dan de ligging van het straalpad. Dus, als de feitelijke ruimte die door een turbine wordt ingenomen voldoet aan het Toetscriterium en als de tiplaagte hoger is dan de hoogte van het straalpad, dan is het criterium voor als neutraal (0) beoordeeld.

In variant IA staan tien turbines (zie tabel 6.27) nabij vijf straalpaden (twee per straalpad). Bij variant IA zijn vijf turbines: nummer 10, 13, 14, 22, 30, 33 en 35, die langs een straalpad staan als neutraal beoordeeld (0) (witte markering in tabel) omdat ze geen negatieve invloed op het straalpad hebben. Turbine 29 is beoordeeld als negatief (-). De afstand van de as van de turbine tot het straalpad O1 - O2 is 23,7 m en het straalpad ligt op maximaal 53,3 m hoog (zie afbeelding 6.48). Uitgaande van een worst-case rotor van 82 m wordt het straalpad doorsneden.

Alle andere turbines van basisalternatief IR zijn beoordeeld als neutraal (0). Dus alleen voor turbine 29 zijn mitigerende maatregelen nodig.

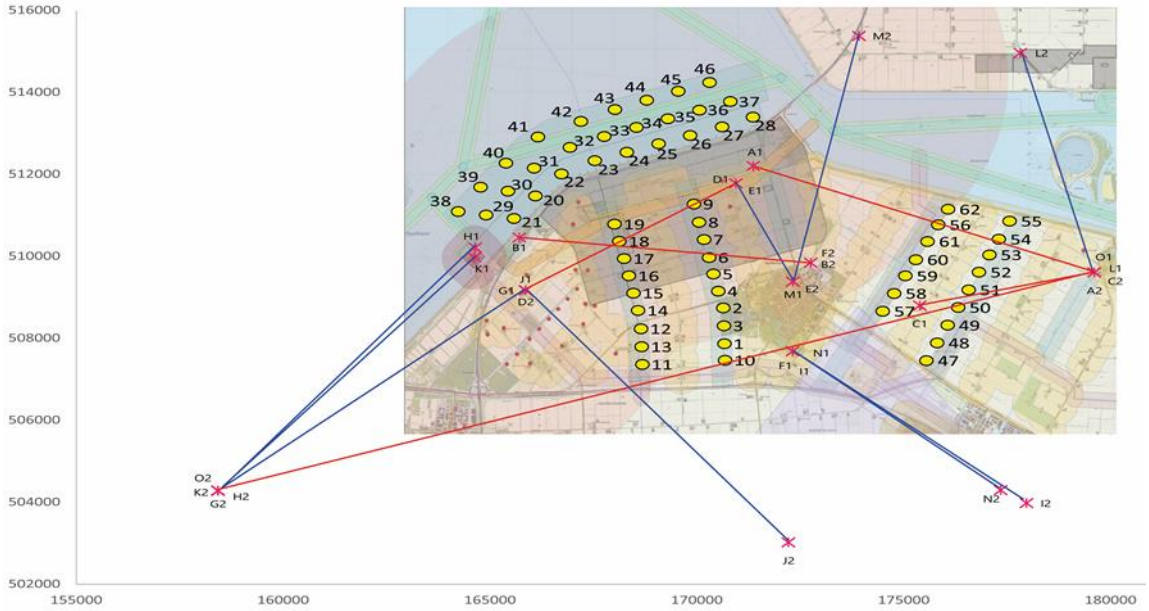
Afbeelding 6.48 Sectie van kritische turbine (nummer 29 in variant IA)



Variant IB

In afbeelding 6.49 is op basis van de locatie van de turbines en antennes geanalyseerd op welke turbineposities van variant IB mogelijk interferentie optreedt.

Afbeelding 6.49 Locatie van turbines en straalpaden voor IB



Straalpaden weergegeven in rood gaan langs of over turbineposities en straalpaden weergegeven met blauwe lijnen niet. In de afbeelding is te zien dat de turbines 6, 9, 10, 18, 50, 51, 54 en 56 nader moeten worden onderzocht. Van de andere turbines is een effect op straalpaden uit te sluiten. Per turbine positie is in tabel 6.28 de nodige informatie met de beoordelingscriteria in de vierde kolom aangeduid. Voor de kritische turbines is de maximum rotorstraal (82m) en de minimale tiplaagte (38 m) beschouwd. De beoordelingen zijn uitgevoegd met de *fresnelzone* is volgens het criterium van Agentschap Telecom (zie paragraaf 4.3.5).

Tabel 6.28 Kritische turbines voor IB in beoordelingscriteria

Straal-pad	Radius 2nd Fresnel -zone	Max rotor radius [m]	Turbine ID (en beoordelingskleur)	Score	Min. afstand naar straalpad [m]	RDx	RDy	Afstand naar straal-pad [m]	Hoogte van straal-pad bij de turbine
A1 - A2	8,3	82	**56**	0	90,3	175838	510766	22,4	**20,4**
			54	0	90,3	177304	510414	82,3	**22,2**
B1 - B2	6,8	82	**18**	0	88,8	168129	510362	119,7	**27,1**
			6	0	88,8	170299	509968	83,9	**29,9**
C1-C2	5,0	82	**50**	0	87,0	176317	508748	217,6	**26,1**
			51	0	87,0	176572	509178	156,8	**26,0**
D1 - D2	5,2	82	**18**	0	87,2	168129	510362	31,8	**34,6**
			9	0	87,2	169934	511273	17,6	**34,9**

Straal-pad	Radius 2nd Fresnel -zone	Max rotor radius [m]	Turbine ID (en beoordelingskleur)	Score	Min. afstand naar straalpad [m]	RDx	RDy	Afstand naar straal-pad [m]	Hoogte van straal-pad bij de turbine
O1 - O2	15,6	82	**10**	0	97,6	170683	507461	100,9	**75,8**
			50	-	97,6	176317	508748	23,7	**53,3**

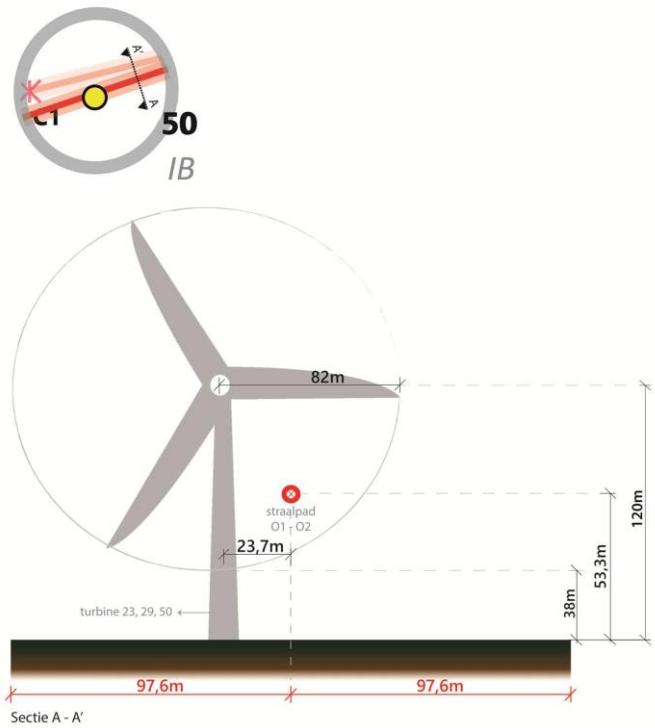
De kleuren in de tabel illustreren de beoordelingscriteria voor deze analyse. Hier is de conclusie beschouwd:

1 de Toetsingscriterium van Agentschap Telecom, over het minimum afstand tussen turbines en straalpaden;
2 de hoogtes van het straalpad en de turbine.

De turbines hebben geen effect op de werking van een straalpad als de tiplaagte hoger is dan de ligging van het straalpad. Dus, als de feitelijke ruimte die door een turbine wordt ingenomen voldoet aan het Toetscriterium en als de tiplaagte hoger is dan de hoogte van het straalpad, dan is het criterium voor als neutraal (0) beoordeeld.

In variant IB staan tien turbines (zie tabel 6.28) nabij vijf straalpaden (twee per straalpad). Bij variant IB zijn vijf turbines: nummer 6, 9, 10, 18, 51, 54 en 56, die langs een straalpad staan als neutraal beoordeeld (0) (witte markering in tabel) omdat ze geen negatieve invloed op het straalpad hebben. Turbine 50 is beoordeeld als negatief (-). De afstand van de as van de turbine tot het straalpad O1 - O2 is 23,7 m en het straalpad ligt op maximaal 53,3 m hoog (zie afbeelding 6.50). Uitgaande van een worst-case rotor van 82 m wordt het straalpad doorsneden.

Afbeelding 6. 50 Sectie van kritische turbine (nummer 50 in variant IB)



Alle andere turbines van variant IB zijn beoordeeld als neutraal (0). Dus alleen voor turbine 50 zijn mitigerende maatregelen nodig.

6.5.3 Luchtvaartcommunicatie

Plannen voor de bouw van windturbines in de beperkingengebieden (of toetsingsvlakken) bij luchthavens dienen ter toetsing aan Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) en de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) te worden voorgelegd. De beperkingengebieden zijn driedimensionale vlakken die gerelateerd zijn aan de start- en landingsbaan. Daarom kan een effect optreden op de goede werking van de communicatie-, navigatie- of surveillanceapparatuur (CNS) van de LVNL.

6.5.4 Scheepvaartcommunicatie en -navigatie

De invloed van de aanwezigheid van windturbines op de scheepsradar is beschreven in par. 6.3.3. in het kader van nautische veiligheid.
Communicatiemiddelen zoals marifoon ten behoeve van een veilig gebruik van het vaarwater zullen door het aanbrengen en in gebruik hebben van hoogspanningskabels, windturbines en hiermee samenhangende onderdelen van het windpark niet verstoord worden. Ook de door de scheepvaart regulier gebruikte navigatieapparatuur waaronder: AIS, stuurautomaten en kompassen zullen door het windpark niet verstoord worden. Voor onder communicatie- en navigatieapparatuur van schepen (zoals VHS, GPS en dergelijke) zijn geen effecten te verwachten.

6.6 Defensieradar

6.6.1 Beoordelingsmethodiek

Het ministerie van Defensie beoordeelt of de in opdracht van de ontwikkelaar door TNO berekende verstoring van het radarbeeld door projecten binnen het toetsingsgebied aanvaardbaar is en verleent een verklaring van geen bezwaar als dat het geval is (RVO, n.d.). Onder verstoring kan onderscheid worden gemaakt in de effecten op de detectiekans en de effecten op schaduwwerking. Met de detectiekans wordt weergegeven in hoeverre een radarstation objecten kan waarnemen in het betreffende radardetectiegebied. Dit wordt aangegeven met een dekkingsgraad. De norm is een detectiekans van 90 %. Windturbines kunnen onder andere door hun afmetingen een negatieve invloed hebben op deze dekkingsgraad. Verder kunnen windturbines een zogenaamde schaduw veroorzaken voor radarstations. De dekkingsgraad ver achter het windpark kan hierdoor lager komen te liggen dan de norm.

Voor dit criterium is op een vierpuntsschaal beoordeeld, deze is weergegeven in tabel 6.29.

Tabel 6.29 Beoordelingsmethodiek defensieradar

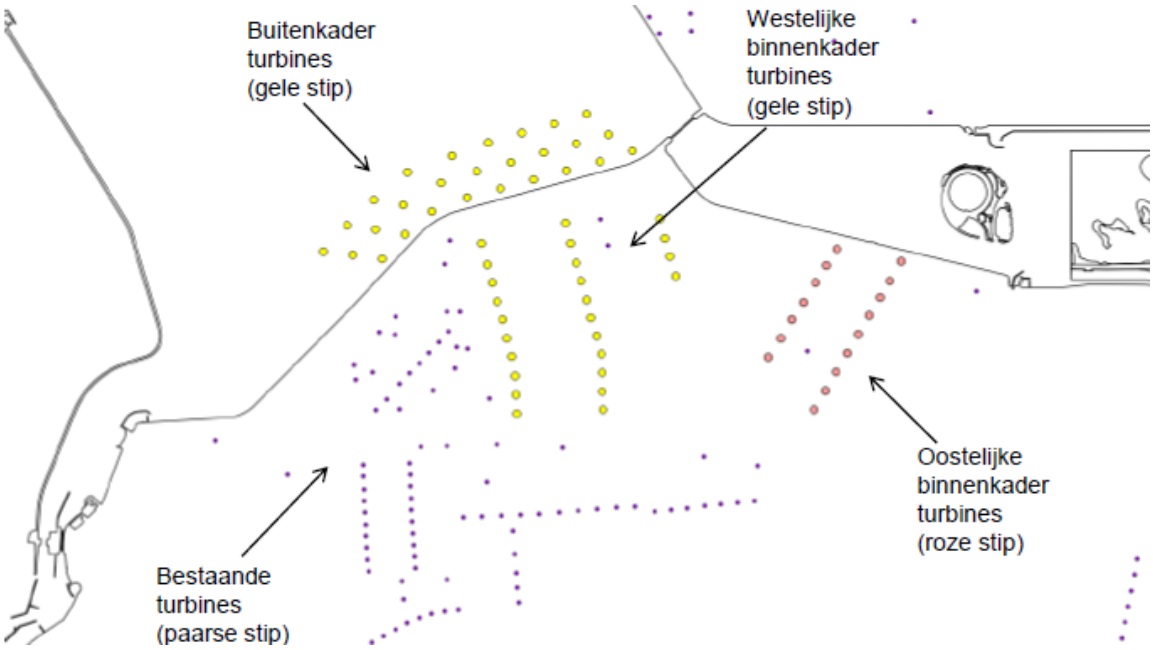
Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	zeer negatief, de ontwikkeling voldoet niet aan de 90 % detectiekans EN detectiekans is na kwantitatieve analyse NIET goedgekeurd door het bevoegd gezag Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om te voldoen aan deze norm
-	negatief, binnen de ontwikkeling zijn mogelijkheden om te voldoen aan de 90 % detectiekans, met beperking van het aantal windturbines EN detectiekans is na kwantitatieve analyse NIET goedgekeurd door het bevoegd gezag ook zonder mitigerende maatregelen wordt voldaan aan deze norm
-/0	licht negatief, binnen de ontwikkeling zijn mogelijkheden om te voldoen aan de 90 % detectiekans (met ruimtelijke beperkingen)
0	neutraal, aan de detectiekans van 90 % wordt voldaan

In overleg met de initiatiefnemers is besloten om de windturbine met de grootste silhouet en rotordiameter te selecteren als worst case. Het silhouet van de turbine wordt samengesteld uit een lijst met beschikbare turbines, waarvan iedere turbine-eigenschap de worst-case afmeting wordt gebruikt. Deze fictieve turbine is vervolgens vergroot tot de maximum afmeting die binnen de bandbreedte van het MER passen. Voor de deelgebieden leidt dit tot invulling van de opstelling met de volgende turbines:

1. IJsselmeer: silhouet van een 5MW turbine, maximalisatie van de rotordiameter naar 164 m en een ashoogte van 131 m;
2. West: silhouet van een 5MW turbine, maximalisatie van de rotordiameter naar 164 m en een ashoogte van 131 m;
3. Oost: silhouet van een 5MW turbine, maximalisatie van de rotordiameter naar 164 m en een ashoogte van 166 m.

Bij het radaronderzoek is het basisalternatief IR, variant IA en variant IB samengevoegd tot één worst-case scenario die kan worden getoetst (zie afbeelding 6.51). TNO heeft deze worst-case opstelling zo samengesteld dat als deze voldoet aan de detectiekans, alle onderzochte opstellingen (IR, IA en IB) voldoen. In dit scenario zijn ook de dubbeldraaiturbines meegenomen.

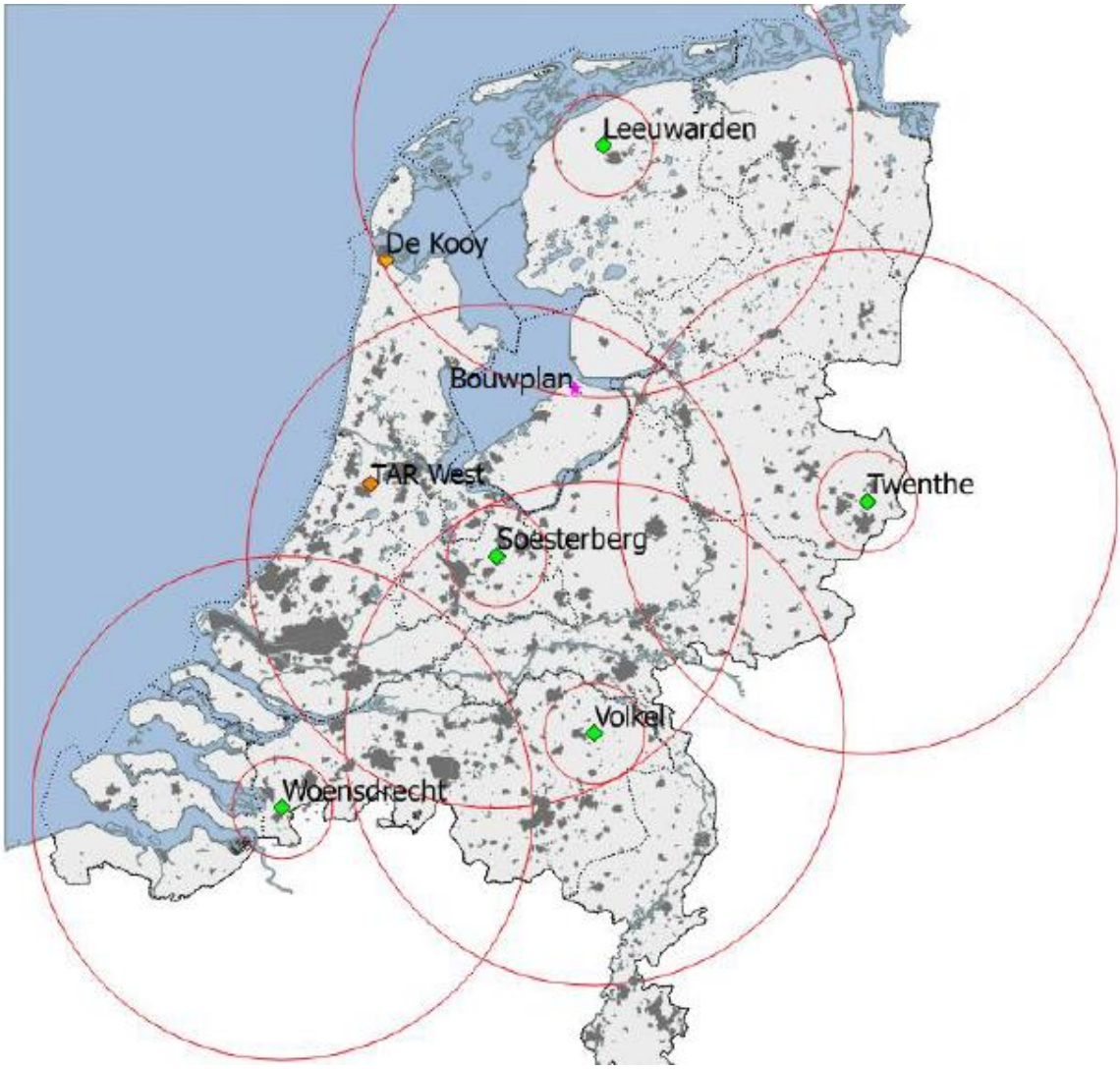
Afbeelding 6.51 Het basisalternatief IR, variant IA en variant IB samengevoegd tot één worst-case scenario



Verkeersradarnetwerk

Windplan Blauw bevindt zich binnen de 75 km cirkel van verkeersradars te Leeuwarden en Soesterberg (zie afbeelding 6.52).

Afbeelding 6.52 Ligging verkeersradars ten opzichte van Windplan Blauw



Gevechtsleidingradar

Windplan Blauw bevindt zich binnen de 75 km cirkel van de huidige gevechtsleidingradar te Wier en Nieuw-Milligen (zie afbeelding 6.53). De radar te Nieuw Milligen zal voor de realisatie van het bouwplan zijn verwijderd waardoor het voor deze radar niet getoetst hoeft te worden. Het bouwplan bevindt zich buiten de 75 km cirkel van de nieuwe locatie Herwijnen. Het bouwplan is dus alleen toetsingsplichtig voor de gevechtsleidingradar te Wier.

Afbeelding 6.53 Ligging gevechtsleidingsradar ten opzichte van Windplan Blauw

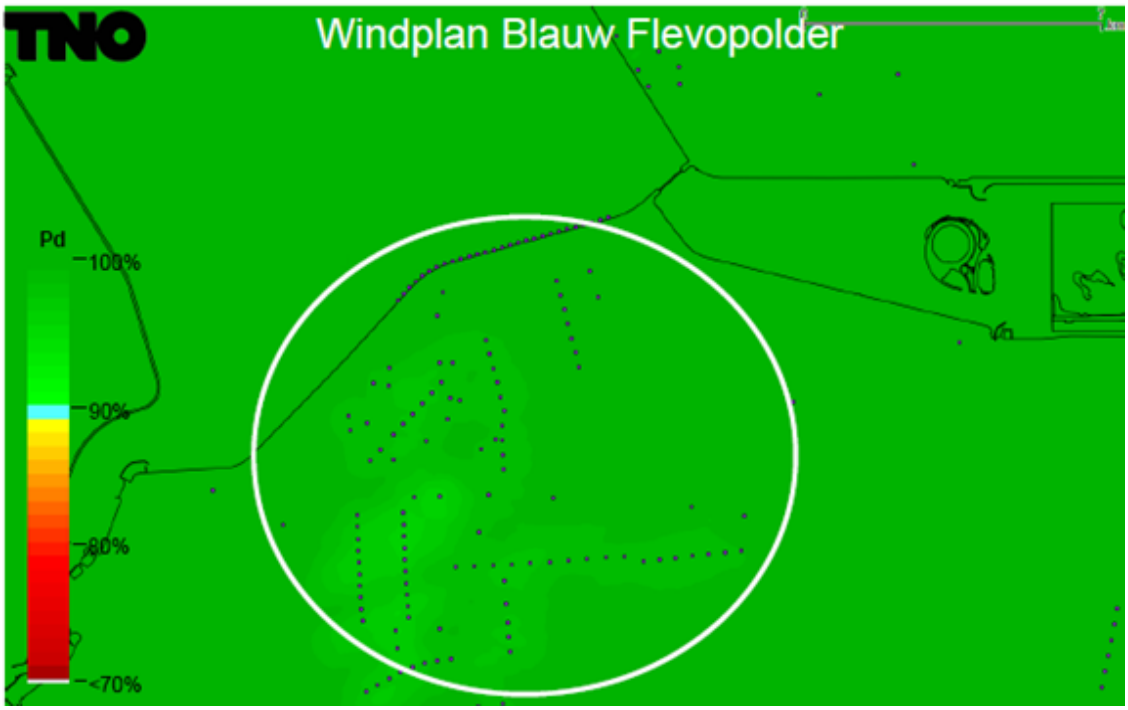
3620

6.6.2 Effecten op defensieradar: verkeersleidingradar

Effecten in de referentiesituatie

In de referentiesituatie is de detectiekans in het projectgebied groter dan 90 % (zie afbeelding 6.54).

Afbeelding 6.54 Referentiesituatie detectiekans verkeersleidingsradar in het projectgebied is groter dan 90 %

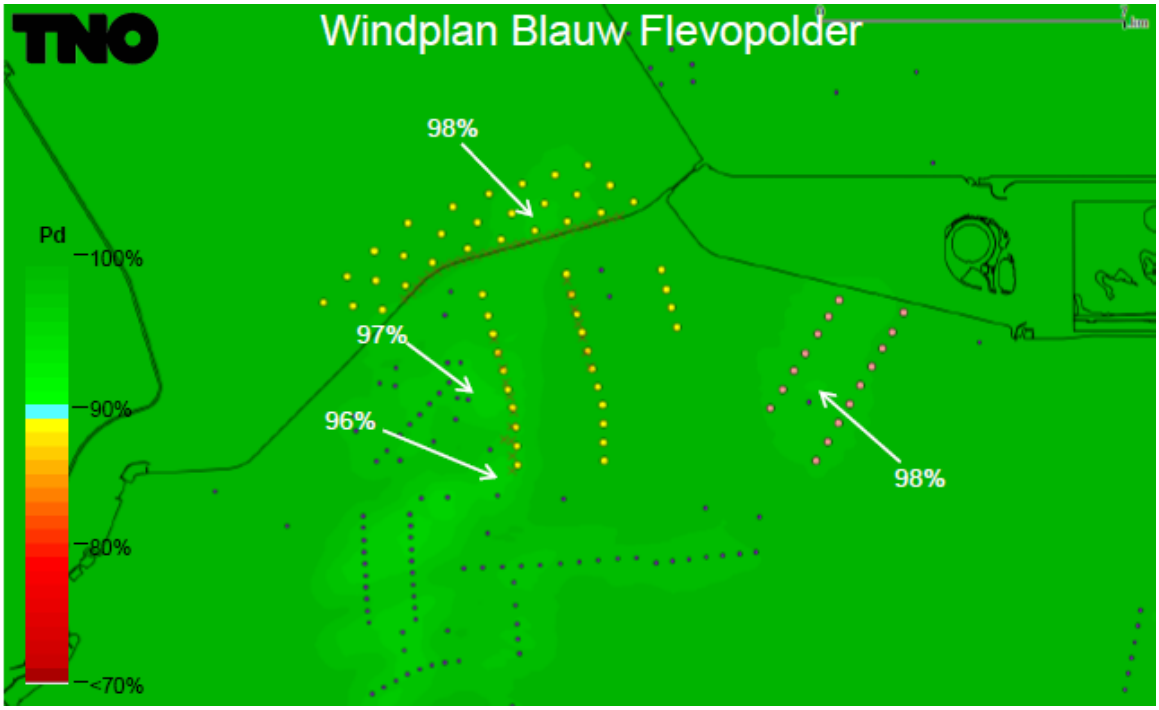


Effecten in de plansituatie worst-case

In de plansituatie uitgaande van de worst-case opstelling is de detectiekans in het projectgebied groter dan 90 % (zie afbeelding 6.55). Het basisalternatief, variant IA en variant IB voldoet daarmee aan de toetsnorm voor verkeersleidingsradar.

In de worst case is de detectiekans groter dan 90 % met inbegrip van dubbeldraaiturbines. Voor het basisalternatief, variant IA en variant IB is de invloed van het windpark daarom beoordeeld als neutraal (0).

Afbeelding 6.55 Plansituatie detectiekans verkeersleidingsradar in het projectgebied is groter dan 90%



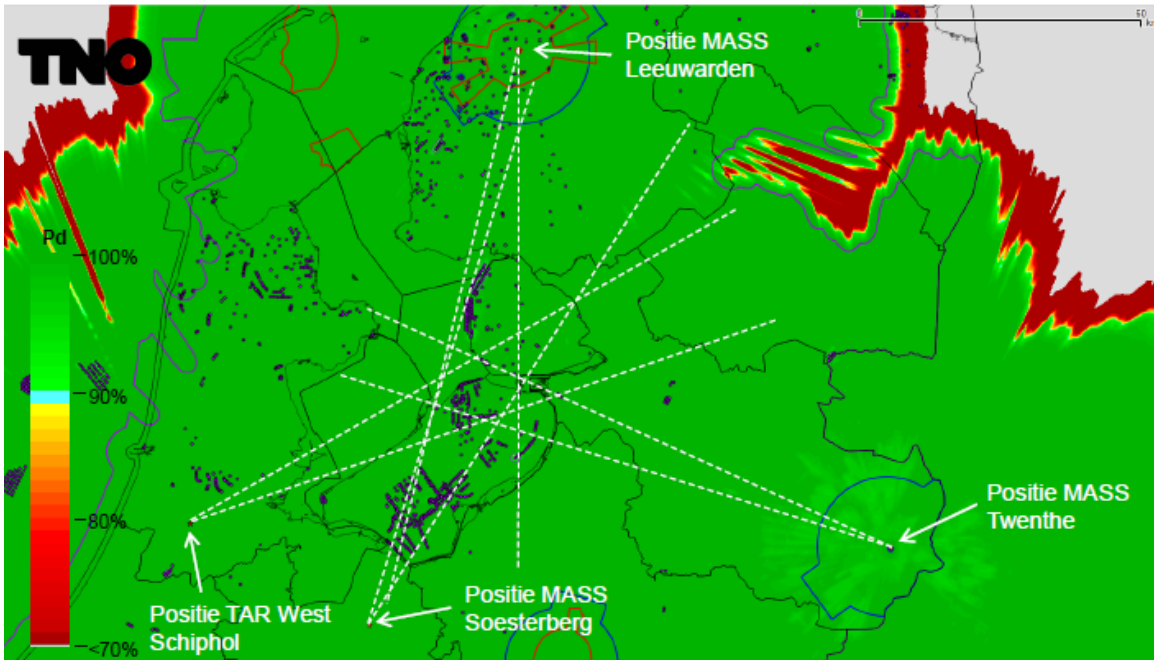
Effecten in de dubbeldraaiperiode

Doordat in de worst case de detectiekans groter is dan 90 % met inbegrip van dubbeldraaiturbines is de invloed van het windpark beoordeeld als (0). Er zijn geen aanvullende effecten tijdens de dubbeldraaiperiode.

Schaduwwerking

Naast het verlies aan detectiekans is het verlies van maximum bereik door toedoen van schaduwwerking onderzocht. Schaduwwerking is het effect dat optreedt als de radar achter de turbine minder bereik heeft. Het verlies aan maximum bereik door de schaduwwerking is gemeten op 1.000 voet. Het windpark ligt tussen de MASS radars Leeuwarden, Soesterberg en Twenthe en de radar van Schiphol in. De radars ondersteunen elkaar in de gebieden waar een schaduw kan optreden. Er is hierdoor geen sprake van verlies van bereik (zie afbeelding 6.56).

Afbeelding 6.56 verlies van bereik door schaduwwerking



6.6.3 Effecten op defensieradar: Gevechtsleidingradar

Gerubriceerde resultaten

De resultaten van de gevechtsleidingradar mogen alleen gedeeltelijk worden weergegeven, de radardetectiekansdiagrammen van de radar zijn dus gerubriceerd. Daarom staat hier verder alleen de uitslag van de berekeningen vermeld.

Effecten in de referentiesituatie

De referentiesituatie voldoet voor de normhoogte van 1.000 voet boven of in nabijheid van het projectgebied aan de norm. Het maximaal verlies aan bereik op 1.000 voet in de referentiesituatie voldoet aan de norm.

Effecten in de plansituatie worst-case

De plansituatie voldoet worst-case ten aanzien van de normhoogte van 1.000 voet boven of in nabijheid aan de norm. Het maximaal verlies aan bereik op 1.000 voet in de plansituatie voldoet ook aan de norm.

In de worst case voldoet het verlies aan bereik van gevechtsleidingsradar aan de norm met inbegrip van dubbeldraaiturbines. Voor het basisalternatief, variant IA en variant IB is de invloed van het windpark daarom beoordeeld als neutraal (0).

Effecten in de dubbeldraaiperiode

Doordat in de worst case het verlies aan bereik van gevechtsleidingsradar met inbegrip van dubbeldraaiturbines is beoordeeld is de invloed van het windpark beoordeeld als neutraal (0). Er zijn geen aanvullende effecten tijdens de dubbeldraaiperiode.

Relatie planning sanering Nieuw Milligen ten opzicht van fasering Windplan Blauw

Het radarhinderonderzoek houdt rekening met de uitdiensttreding van de gevechtsleidingsradar bij Nieuw Milligen. Deze wordt namelijk vervangen door een nieuwe radar (Herwijnen). Het ministerie van Defensie heeft aan TNO aangegeven dat op deze planning vertraging is ontstaan, waardoor de radar bij Nieuw Milligen minimaal nog t/m 2019 in bedrijf blijft.

Uit berekeningen voor deze tijdelijke situatie volgt dat met het worst case scenario de norm wordt overschreden voor maximum afname van het bereik van de Nieuw Milligen radar. De overschrijding concentreert in twee sectoren die in het verlengde liggen van de twee westelijke rijen op land.

Start bouw van Windplan Blauw staat gepland na 2019 en is nader toegelicht in het projectplan. De fasering van de bouw van turbines van Windplan Blauw in de twee westelijke lijnen zal daardoor geen hinder veroorzaken in 2019.

6.7 Samenvatting en conclusies effectbeoordeling fase 2

6.7.1 Externe veiligheid

De effecten op externe veiligheid zijn beschreven in het extern veiligheidsonderzoek (bijlage II bij dit deelrapport). Uit dit onderzoek is gebleken dat er geen effecten zijn op (beperkt) kwetsbare objecten, het individueel passantenrisico (IPR) en op het maatschappelijk risico (MR). Ook de aanwezigheid van turbines nabij wegen en vaarwegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt, leidt niet tot een veiligheidsrisico.

Ten opzichte van de referentiesituatie neemt het risico op het treffen van een buisleiding toe, dit criterium is daarom als licht negatief (0/-) beoordeeld. Ook voor hoogspanningslijnen leidt de ontwikkeling van het windpark tot een veiligheidsrisico doordat een windturbineblad een hoogspanningslijn kan treffen. Dit risico is als negatief (-) beoordeeld. De resultaten worden voorgelegd aan de netbeheerder. Het effect van het basisalternatief en de varianten IA en IB is niet onderscheidend.

De effecten die tijdens de aanlegfase en dubbeldraaiperiode kunnen optreden zijn niet onderscheidend van de effecten tijdens de gebruiksfase na dubbeldraai.

Tabel 6.30 effectbeoordeling voor basisalternatief IR en de varianten IA en IB

Criterium	Effectbeoordeling
bebouwing	**0** Geen kwetsbare objecten binnen de 10^{-7} contour EN geen beperkt kwetsbare objecten binnen 10^{-6} contour
gewoon vervoer en transport Rijksweg A6	**0** IPR is kleiner dan 10^{-7} EN MR is kleiner dan $2x10^{-4}$
gevaarlijk transport Rijksweg A6	**0** De trefkans is kleiner dan 10^{-7} per jaar.
overige wegen (8 routes)	**0** IPR is kleiner dan 10^{-7} EN MR is kleiner dan $2x10^{-4}$
gewoon vervoer en transport Vaarweg Molenrak	**0** IPR is kleiner dan 10^{-7} EN MR is kleiner dan $2x10^{-4}$
gevaarlijk transport Vaarweg Molenrak	**0** De trefkans is kleiner dan 10^{-7} per jaar.

Criterium	Effectbeoordeling
gewoon vervoer en transport Spoorwegen	**0** IPR is 0 EN MR is 0
gevaarlijk vervoer en transport Spoorwegen	**0** De trefkans is 0
buisleidingen	**-/0** De trefkans is kleiner dan 10^{-6} per jaar.
hoogspanningsleidingen en -masten	**-** voor één turbine geldt een grotere trefkans dan 10^{-6} per jaar
industrie (propaantank)	**0** De trefkans is kleiner dan 10^{-7} per jaar.

6.7.2 Waterkeringveiligheid

In de effectbeoordeling, zie overzicht in , verschillen de varianten nauwelijks van elkaar. Het enige verschil is te vinden op criterium A.1 bladbreuk bij overtoeren voor de IJsselmeerdijk. Daar scoort variant 2 bolstapeling licht positief (0/+) en het basisalternatief en variant 1 positief (+) (zie tabel 6.31). Het aspect waterkeringveiligheid vormt dus geen belemmering voor de ontwikkeling van het windpark. Na keuze van het VKA is ten behoeve van de aanvraag van de Waterwetvergunning nader veiligheidsonderzoek waterkering nodig.

Tabel 6.31 Overzicht effectbeoordeling alle varianten

Criterium	Basisalternatief	Variant IA: alternatieve plaatsingszones	Variant IB: bolstapeling
	a IJsselmeerdijk b Ketelmeerdijk	**a IJsselmeerdijk b Ketelmeerdijk**	**a IJsselmeerdijk b Ketelmeerdijk**
A. gebruiksfase turbines			
A.1 bladbreuk bij overtoeren	a: +	a: +	a: 0/+
	b: 0/-	b: 0/-	b: 0/-
A.2 bladbreuk nominaal toerental	a: ++	a: ++	a: ++
	b: 0/-	b: 0/-	b: 0/-
A.3 omvallen turbine door mastbreuk	a: ++	a: ++	a: ++
	b: 0/-	b: 0/-	b: 0/-
A.4 vallen van de gondel en/of de rotor	a: ++	a: ++	a: ++
	b: 0	b: 0	b: 0
B. aanleg- en de sloopfase turbines			
B.1 trillingen in aanlegfase	a: 0	a: 0	a: 0
	b: 0	b: 0	b: 0
B.2 trillingen in sloopfase	a: 0/-	a: 0/-	a: 0/-
	b: 0	b: 0	b: 0
C. aanleg van kabels:			
B.1 horizontale boring onder de dijk	a: 0	a: 0	a: 0
	b: 0	b: 0	b: 0

6.7.3 Nautische veiligheid

Beroepsvaart

In alle varianten worden enkele turbines op een afstand van 82 m van de rand van de gemarkeerde vaarweg geplaatst. . Twee van deze turbines vormen tevens een nauwe doorgang, waar de schepen, die deze vaarweg daadwerkelijk volgen, min of meer worden gedwongen om deze twee turbines relatief dichtbij te passeren. In variant IB wordt daarnaast een rij van zes windturbines geplaatst op een afstand van 82 m (halve rotordiameter) van de rand van de gemarkeerde vaarweg. De effecten van de varianten zijn vergelijkbaar zoals te zien is in tabel 6.32.

De doorsteek van de vaarweg tussen deze beide turbines wordt tevens bij slecht zicht als niet duidelijk beoordeeld, hetgeen in die situatie kan leiden tot verwarring. Daarnaast geven de turbines in variant IB een patroon dat niet altijd als drie eenduidige rijen kan worden ervaren bij slecht zicht. De andere varianten zijn ook bij slecht zicht onduidelijk. Dus hoewel de drie rijen minder duidelijk zijn, valt dit niet in een andere klasse. Met name 's nachts kan voor alle varianten het juist interpreteren van de verlichting van de windturbines lastig zijn. Verder speelt daarbij een rol dat de drie rijen gekromd zijn, waardoor het verloop van de rijen lastig te volgen is. Dit kan leiden tot verwarring. Dit aspect wordt voor alle varianten als negatief (-) beoordeeld.

Recreatievaart

Bij het basisalternatief IR en de variant IA ontstaat een goede mogelijkheid tot een logische scheiding tussen kleine en grote schepen. Voor recreatieve scheepvaart betekent dit een lichte verbetering (+/0) van de nautische veiligheid.

Tabel 6.32 Effecten van nautische veiligheid vóór mitigatie

Criterium	Effect basisalternatief IR vóór mitigatie	Variant IA vóór mitgatie	Variant IB vóór mitigatie
nauwe doorgang	twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg (zie afbeelding)	twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg (zie afbeelding)	twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg (zie afbeelding)
afstand tot enkele of rij turbine Afstand van rij windturbines	(-) vier enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg (-/0) rij turbines bevindt zich op circa 300 m van de aangegeven vaarweg	(-) vier enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg (zie afbeelding) (-/0) rij turbines bevindt zich op circa 300 m van de aangegeven vaarweg	(-) drie enkele turbines bevinden op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg (-) een rij turbines bevindt zich op een afstand van minder dan 150 m van de aangegeven vaarweg
Duidelijkheid situatie bij slecht zicht	de situatie is bij slecht zicht niet duidelijk en kan dan leiden tot verwarring	de situatie is bij slecht zicht niet duidelijk en kan dan leiden tot verwarring	de situatie is onduidelijk bij slecht zicht, en kan leiden tot verwarring
Scheiding kleine en grote schepen	+/0 Er is sprake van een 'logische' scheiding	+/0 Goede mogelijkheid tot een 'logische' scheiding	0 Er is niet sprake van een 'logische' scheiding
Incident frequentie	-/0 Incident-frequentie $1{,}56 \times 10^{-4}$ per jaar	-/0 Incident-frequentie $1{,}4 \times 10^{-4}$ per jaar	incident-frequentie 3×10^{-4} per jaar

6.7.4 Luchtvaartveiligheid

Deze teksten worden vervangen/aangepast zodra de toelichting uit het luchtvaartoverleg beschikbaar zijn.

Met de VFR-route is de beschermende functie van de hoogtebeperking van de outer horizontal nader ingevuld. Daarmee beschermd de outer horizontal geen specifieke luchtvaart functies meer. Het realiseren van windturbine hoger dan de hoogtebeperking van de outer horizontal heeft dus naar verwachting geen significant negatieve effecten op luchtvaartveiligheid. De turbineopstelling wordt net als voor de andere hoogtebeperkingen voorgelegd aan ILT. De overschrijding van de outer horizontal wordt om die reden in dit MER niet als significant negatief effect beschouwd. De aanvliegroute kent geen overschrijding maar de hoogte van 146 m is wel aanzienlijk lager dan de turbines van 248 m tiphoogte in deelgebied oost, daarom zijn effecten niet uit te sluiten. De meest noordelijke turbine van deelgebied oost staat in de rand VFR-route, om die reden is dit effect beoordeeld als negatief voor alle varianten (zie tabel 6.33).

Tabel 6.33 Effecten van luchtvaartveiligheid vóór mitigatie

Criterium	Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
D. invloed op luchtvaartveiligheid			
D.1 aanvlieg en opstijgroute	0/-	0/-	0/-
D.2 VFR	-	-	-
D.3 outer horizontal	-	-	-

6.7.5 Communicatieverkeer

In het basisalternatief en in de varianten IA en IB verstoort één turbine een straalpad. Het gaat om een turbine in de Rendiertocht die op 23,7 m afstand van het straalpad is gepland. Het straalpad ligt op maximaal 53,3 m hoog. Dit betekent dat bij een worst-case rotordiameter het straalpad wordt doorsneden. Het criterium 'invloed op telecommunicatie' is daarom voor alle varianten als negatief (-) beoordeeld.

De ontwikkeling van Windplan Blauw heeft geen invloed op scheepvaart- en luchtvaartcommunicatie. Deze criteria zijn daarom als neutraal (0) beoordeeld. De varianten zijn daarbij niet onderscheidend.

Tabel 6.34 Effectbeoordeling communicatieverkeer

Criterium	Basisalternatief	Variant IA: alternatieve plaatsingszones	Variant IB: bolstapeling
E. communicatieverkeer			
invloed op telecommunicatie	-	-	-
invloed op scheepvaartcommunicatie	0	0	0

6.7.6 Defensieradar

In de worst case is de detectiekans groter dan 90 % met inbegrip van dubbeldraaiturbines. Voor het basisalternatief, variant IA en variant IB is de invloed van het windpark daarom beoordeeld als neutraal (0). Er zijn geen aanvullende effecten tijdens de dubbeldraaiperiode.

Het windpark leidt tot een verstoring van de detectiekans van de verkeersleidingsradar. De detectiekans rond het bouwplan is echter minimaal 96 %. De minimale norm van 90 % wordt dus niet overschreden.

In de worst case voldoet het verlies aan bereik van gevechtsleidingsradar aan de norm met inbegrip van dubbeldraaiturbines. Voor het basisalternatief, variant IA en variant IB is de invloed van het windpark daarom beoordeeld als neutraal (0). Er zijn geen aanvullende effecten tijdens de dubbeldraaiperiode (zie tabel 6.27).

Tabel 6.35 Effectbeoordeling Defensieradar.

Criterium	Basisalternatief IR (incl. dubbeldraaiturbines)	Variant IA (inclusief dubbeldraaiturbines)	Variant IB (inclusief dubbeldraaiturbines)
A. invloed op defensieradar			
A.1 verkeersleidingsradar	0 (inclusief dubbeldraaiperiode)	0 (inclusief dubbeldraaiperiode)	0 (inclusief dubbeldraaiperiode)
A.2 gevechtsleidingradar	0 (inclusief dubbeldraaiperiode)	0 (inclusief dubbeldraaiperiode)	0 (inclusief dubbeldraaiperiode)

6.8 Mogelijke optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen

In deze paragraaf wordt per beoordeeld aspect een voorstel gedaan voor mogelijk toe te passen mitigerende maatregelen. Of het nodig is om deze maatregelen te treffen en welke maatregelen het meest haalbaar zijn hangt af van de VKA keuze.

6.8.1 Externe veiligheid

Voor externe veiligheid zijn geen mitigerende maatregelen nodig.

6.8.2 Nautische veiligheid

Voor nautische veiligheid geldt dat geen normen gelden voor de risico's. Mitigatie is dus niet noodzakelijk. Echter gaan schepen door het nieuwe windpark varen. De onderstaande paragraaf beschrijft mogelijke maatregelen om het windpark zo veilig mogelijk te maken. Om het risico op aanvaringen van de windturbines door de scheepvaart te kunnen reduceren, kunnen een aantal maatregelen getroffen worden:

- de buitendijkse turbines uitrusten met verlichting;
- het plaatsen van een radarreflector of ondersteuningsradar op turbines;
- realiseren scheepvaartveiligheidvoorzieningen;
- toegang tot buitendijkse windparken voor recreatievaart ontzeggen;
- duidelijk aangeven van de locatie van het park (de parken) op navigatiekaarten (voor de beroepsvaart) en waterkaarten (voor de recreatievaart);
- opnemen van de (nieuwe) locaties in de Berichten aan de Scheepvaart;
- windturbines duidelijk 'zichtbaar' maken voor de scheepvaart: bijvoorbeeld door middel van rood - witte blokken op de monopiles of door middel van borden op de raamwerkmasten;
- radarreflectoren en/of ondersteuningsradar op de masten plaatsen (voor met name de beroepsvaart en 'betere' recreatievaart;
- navigatie / waarschuwingslichten plaatsen op de turbines;
- turbines uitrusten met automatische mistdetectors en misthoorns;
- park markeren met waarschuwingsboeien (in lijn met regionale / nationale vereisten);
- markering afhankelijk van aantal en locatie turbines binnen het park;

- de voet(sokkel) van de windturbines uitrusten met geleiding;
- vaarregels aanpassen door het gebied tussen de windturbines en de lijnen ontoegankelijk verklaren voor recreatievaart.

Voor de varianten van het voorkeursalternatief zijn onderstaand situatie-specifieke mitigerende maatregelen omschreven.

Voor de varianten zijn drie mitigerende maatregelen nader beschouwd:

1 het volgen van lijnopstellingen door beroepsvaart aanmoedigen. Het logisch gebruiken van de ruimte tussen turbines leidt tot een overzichtelijke situatie;
2 goede markering/verlichting, meer dan minimum obstakelverlichting;
3 het gebied ten zuiden van de zuidelijke rij turbines wordt afgesloten voor grote schepen (langer dan 20 m[1]), eventueel in combinatie met het sluiten van de ruimte tussen de lijnopstellingen voor recreatievaart.

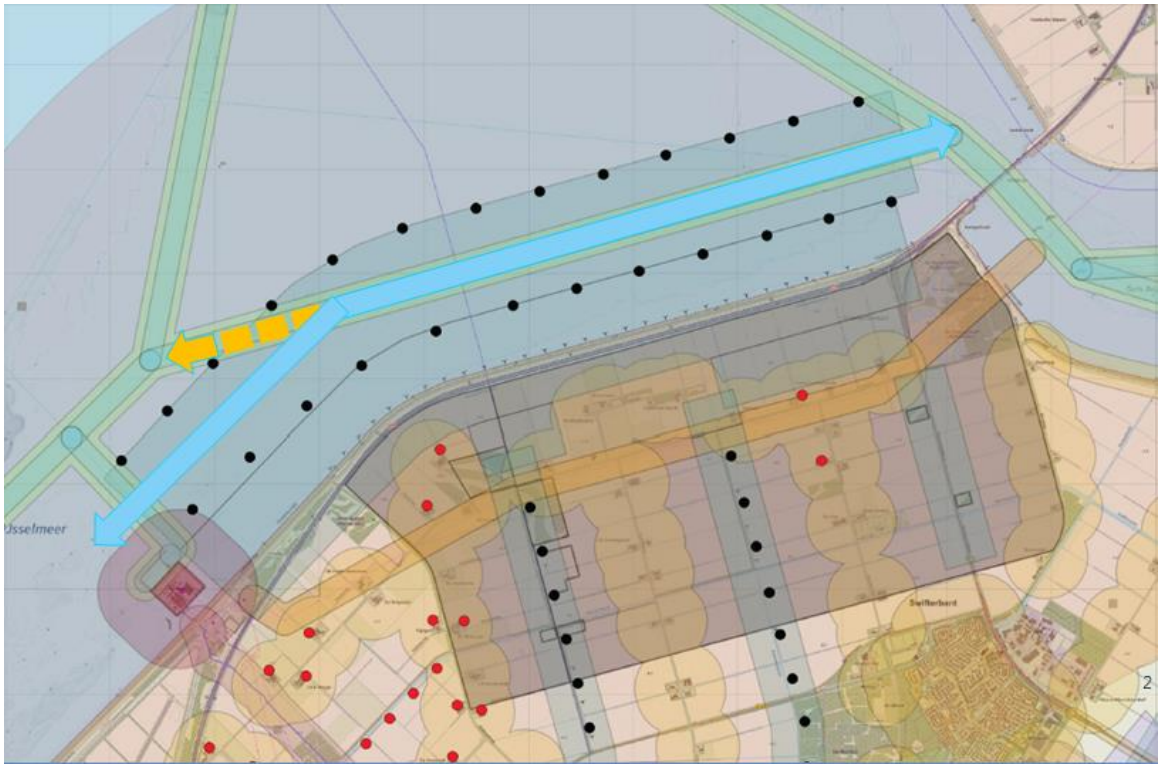
Het volgen van lijnopstellingen door beroepsvaart aanmoedigen

Normaalgesproken zou het goed betonnen van de bestaande vaarweg een typische mitigerende maatregel zijn. In het geval van Windplan Blauw wordt de scheepvaart dan geleid door een nauwe doorgang (van circa 360 m breed). Het aanmoedigen van het gebruik van de ruimte tussen de lijnopstelling ligt dus meer voor de hand. De scheepvaart volgt dan een route die in dit geval vergelijkbaar is aan de referentiesituatie waarin de scheepvaart de dijk volgt, en niet de vaarweg. Deze mitigerende maatregel voorkomt een nauwe doorgang, vergroot de afstand tot de twee betreffende turbines en maakt de situatie duidelijker. Dit leidt tot een afname van het risico op een aanvaring of aandrijving. Zie afbeelding 6.58 voor een voorbeeld van varen tussen twee lijnen bij het basisalternatief IR. Zie afbeelding 6.57 voor een voorbeeld van varen tussen drie lijnen bij variant IB. Het maken van een bocht tussen de rijen door vormt mogelijk nog wel een veiligheidsrisico. Omdat de beroepsvaart de voorgestelde route nu al volgt, zal het volgen van de lijnopstelling niet leiden tot een toename van de te varen afstand of brandstofverbruik.

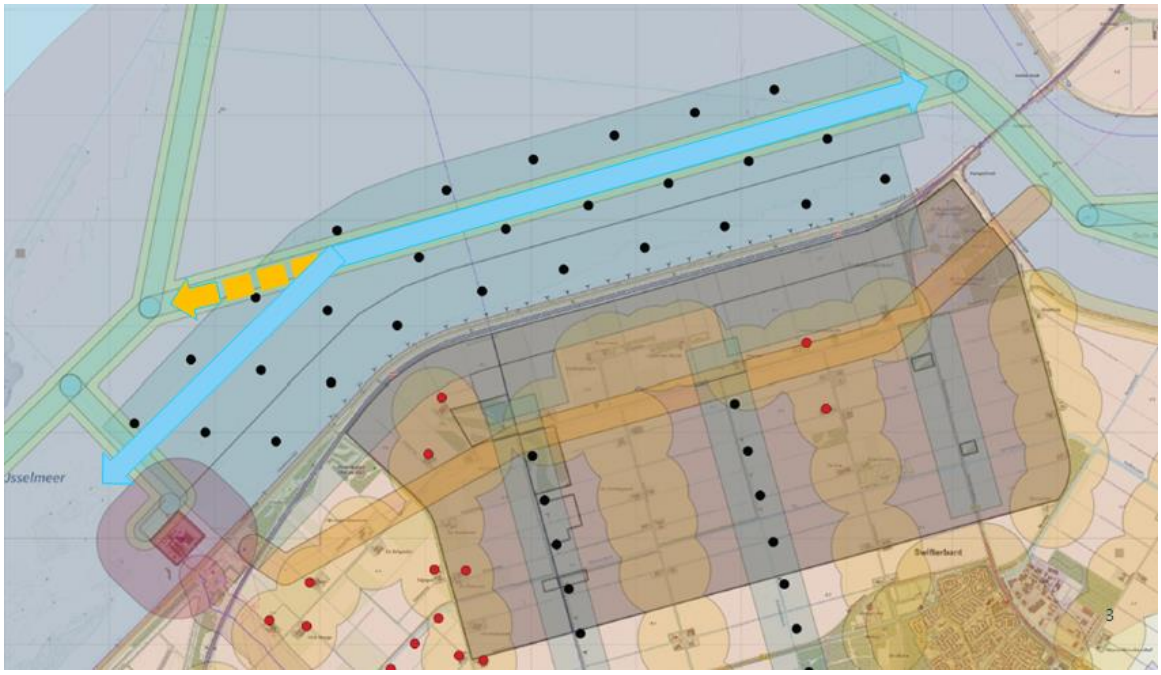
Voor het verleggen van de vaarweg moet mogelijk een juridische procedure worden doorlopen die effect kan hebben op de planning van de vergunningenprocedure van Windplan Blauw.

[1] Groter dan 20 m komt overeen met de definitie van grote schepen in het Binnenvaartpolitiereglement.

Afbeelding 6. 57 Voorbeeldweergave voor het volgen van lijnopstellingen door beroepsvaart (Basisalternatief IR)



Afbeelding 6. 58 Voorbeeldweergave voor het volgen van lijnopstellingen door beroepsvaart (Variant IB)



Goede markering/verlichting, meer dan minimum obstakelverlichting

In het verlichtingsplan (bijlage I) is een aanvullende markering voorgesteld voor nautische veiligheid, die bestaat uit:

a. identieke verlichting/markering van iedere individuele turbine;
b. verlichting/markering op scheepshoogte:
   i. geel gemarkeerde turbinevoeten (zoals op zee gebruikelijk);
   ii. niet-knipperende verlichting, bij schemer, bij donker en bij verminderd zicht;

c. verlichting halverwege (of op twee hoogtes in) de mast, niet-knipperend;
d. topverlichting (ten behoeve van luchtvaart), niet-knipperend;
e. verlichting van ladder en platform;
f. identificatienummer op iedere turbinevoet.

Naast verlichting van de turbines kan ook een veilige vaarzone tussen de turbines worden aangegeven met sectorlicht.

Deze mitigerende maatregelen leiden tot een meer duidelijke situatie en minder verwarring bij slecht zicht.

Het sluiten van delen van het park voor verschillende scheepvaartcategorieën

Eén van de meest risicovolle situaties is wanneer een groot schip en een klein schip elkaar kruisen. Als mitigerende maatregel kan worden gedacht aan de mogelijkheid om het gebied ten zuiden van de zuidelijke rij turbines af te sluiten voor grote schepen (langer dan 20 m), eventueel in combinatie met het sluiten van de ruimte tussen de lijnopstellingen voor recreatievaart. Op die manier wordt het aanvaringsrisico verkleind. Deze mitigerende maatregel bevordert de scheiding tussen kleine en grote schepen. Dit verkleint het risico voor met name de recreatievaart.
Een stap verder is om het gehele park af te sluiten voor grote schepen. Deze mogelijkheid ligt het meest voor de hand voor het Variant IB waarbij de route door het park relatief dicht langs windturbines gaat.
Of de incidentfrequentie voor routegebonden vaarverkeer ook significant zal dalen hangt af hoe dicht de schepen dan langs de turbines zullen varen. Het ligt voor de hand dat deze afstand niet onnodig groot is, en niet veel groter dan bij de route door het windpark. Daarom wordt de beoordeling gelijk gehouden.

Effectbeoordeling na toepassing mitigerende maatregelen

Het toepassen van mitigerende maatregelen leidt tot een vermindering van effecten op nautische veiligheid (zie tabel 6.36)

Tabel 6.36 Effectbeoordeling nautische veiligheid na mitigatie

Criterium	Effect basisalternatief IR vóór mitigatie	Basisalternatief IR met mitigerende maatregelen	Variant IA met mitigerende maatregelen	Variant IB met mitigerende maatregelen
nauwe doorgang	- twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg (zie afbeelding)	0 Door aanmoedigen van varen tussen de lijnen wordt voorkomen dat een nauwe doorgang wordt geïntroduceerd	0 Door aanmoedigen van varen tussen de lijnen wordt voorkomen dat een nauwe doorgang wordt geïntroduceerd	0 Door verlegging van de vaarweg om het windpark wordt voorkomen dat een nauwe doorgang wordt geïntroduceerd
afstand tot enkele of rij turbine Afstand van rij windturbines	- vier enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg -/0 rij turbines bevindt zich op ca. 300 m van de aangegeven vaarweg	0 geen enkele turbine bevindt zich op minder dan 200 m van de aangegeven vaarweg - idem	0 geen enkele turbine bevindt zich op minder dan 200 m van de aangegeven vaarweg - idem	0 geen enkele turbine bevindt zich op minder dan 200 m van de aangegeven vaarweg 0 geen rij turbines bevindt zich op minder dan 300 m van de aangegeven vaarweg
Duidelijkheid situatie	- De situatie is bij slecht zicht niet duidelijk en kan dan leiden tot verwarring	-/0 Situatie is verbeterd en leidt bij slecht zicht bij uitzondering en	-/0 Situatie is verbeterd en leidt bij slecht zicht bij uitzondering en	-/0 Situatie is verbeterd en leidt bij slecht zicht bij uitzondering en

Criterium	Effect basisalternatief IR vóór mitigatie	Basisalternatief IR met mitigerende maatregelen	Variant IA met mitigerende maatregelen	Variant IB met mitigerende maatregelen
		slechts tijdelijk tot verwarring	slechts tijdelijk tot verwarring	slechts tijdelijk tot verwarring
Scheiding kleine en grote schepen	+/0 Er is sprake van een natuurlijke scheiding	+ Er is sprake van een natuurlijke en een deels gedwongen scheiding	+ Er is sprake van een natuurlijke en een deels gedwongen scheiding	+ Er is sprake van een natuurlijke en een deels gedwongen scheiding
Incident frequentie	-/0 Incident-frequentie kleiner dan $2x10^{-4}$ per jaar	-/0 Incident-frequentie kleiner dan $2x10^{-4}$ per jaar	-/0 Incident-frequentie kleiner dan $2x10^{-4}$ per jaar	- Incident-frequentie kleiner dan $2x10^{-3}$ per jaar

6.8.3 Luchtvaartveiligheid

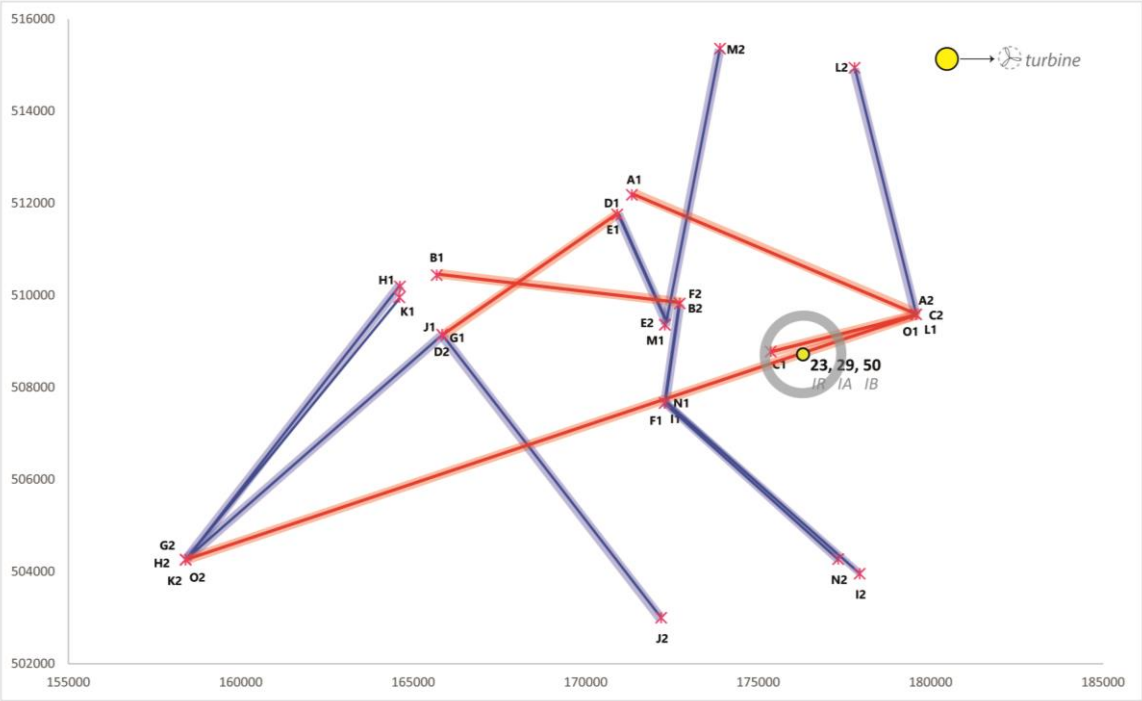
Voor luchtvaartveiligheid zijn aanvullende maatregelen nodig per turbine. De apparatuur en uitvoering die benodigd is voor een windturbine is opgenomen het verlichtingsplan (zie bijlage I).

6.8.4 Communicatieverkeer

Uit het straalpadonderzoek voor Windplan Blauw volgt één turbine die beoordeeld is als negatief (-). Deze turbine is gelijk in iedere variant. Dit betekent dat in het basisalternatief en de varianten de verstorende turbine dezelfde coördinaten heeft en dus dezelfde afstand tot het straalpad.

In afbeelding 6.59 is de ligging van het straalpad ten opzichte van de turbines weergegeven.

Afbeelding 6.59 Locatie van kritische turbine



Voor straalpaden zijn verschillende mitigerende maatregelen mogelijk:
- het uitrusten van een turbines met antennes/versterkers;
- het aanpassen van de turbineafmeting zodat deze niet met het straalpad interfereert.

Als mitigerende maatregel kan dus worden gekeken naar de turbineafmeting. De worst-case turbine met een ashoogte van 120 m en een rotordiameter van 164 m is namelijk niet waarschijnlijk voor deelgebied oost. Met een maximale tiphoogte 248 m die geldt in dit deelgebied oost heeft de turbine een tiplaagte van 84 m. De berekende minimum afstand tussen turbine en het straalpad 'O1 - O2' (volgens het toetsingscriterium) beschouwt de grootste fresnelzone. Deze verwijst naar de turbine die in het midden van het straalpad staat. Voor de voorgestelde locatie van deze turbine is de werkelijke radius van de 2^{e} fresnelzone 11,4 m. Dat betekent dat de tiplaagte minimaal 64,7 m moet zijn (53,3 m + 11,4 m).

Indien voor een turbineafmeting wordt gekozen waarbij de turbines interfereert met het straalpad kan de turbine worden voorzien van apparatuur. Deze mitigerende maatregel is alleen nodig als de tiplaatste in deelgebied Oost minimaal 64,7 m is.

6.8.5 Defensieradar

Voor het aspect Defensieradar zijn geen mitigerende maatregelen nodig. Voor de gekozen opstelling van het windpark wordt in het vervolgtraject een verklaring van geen bezwaar aangevraagd bij het Ministerie van Defensie.

7

LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE EN VOORSTEL VOOR MONITORING

7.1 Leemten in kennis en informatie

Ten behoeve van de vergunningaanvragen is nader onderzoek nodig voor externe veiligheid en scheepvaartveiligheid. Het geadviseerde onderzoek wordt hieronder kort toegelicht. Ook worden andere leemten in kennis hier beschreven,

7.1.1 Externe veiligheid

Informatie over de autonome faalkans van de hoogspanningslijn door het projectgebied is niet beschikbaar, waardoor de relatieve toename van de faalkans door de nabijheid van windturbines niet bepaald kan worden. De berekende trefkans van de windturbine tegen de hoogspanningsmast is meer dan 10^{-6} per jaar. Het onderzoek wordt voorgelegd aan de netbeheerder.

7.1.2 Scheepvaartveiligheid

Recreatievaart

Voor de recreatievaart mist kwantitatieve informatie over de verkeersintensiteit van het gebied. De recreatievaart gebruikt meestal geen AIS systeem. De zomermaanden zijn daarbij het belangrijkst, omdat de recreatievaart zich voor een groot deel in maanden concentreert. Anderzijds is de beschikbare ruimte op het IJsselmeer veel groter dan in andere wateren, zoals bijvoorbeeld het nabijgelegen Ketelmeer. De verkeersintensiteit van het recreatieverkeer is naar verwachting dan ook relatief laag. De invloed van de windturbines hierop is naar verwachting ook laag.
Kwalitatieve aspecten ten aanzien van de recreatievaart zijn wel beschreven.

7.1.3 Luchtvaartveiligheid

Sinds mei 2017 word een onderzoek uitgevoerd naar de hoogtebeperkingen in het projectgebied van Windplan Blauw. Bij oplevering van het MER waren de resultaten van het onderzoek nog niet bekend. Daarom is in overleg met ILT en LVNL gewerkt met een hoogtebeperking van 213 m voor de outer horizontal. Het MER wordt aan ILT en LVNL voorgelegd.

7.1.4 Communicatieverkeer

Voor het onderzoek dat in dit MER is uitgevoerd heeft het Agentschap Telecom geen informatie aangeleverd. Daarom werden de straalpaden in dit onderzoek geïdentificeerd en nauwkeurig beschreven. In een later moment heeft Agentschap Telecom de gegevens met de bestaande straalpaden voorzien die perfect overeenkomen met die gevonden in dit onderzoek.. Met name informatie over toekomstige ontwikkelingen van antenne installaties zijn nu niet bekend.

7.2 Mogelijke monitoringsvoorstellen

Op dit moment is er voor het thema veiligheid geen aanleiding voor een monitoring programma.

8

REFERENTIES

1 Bossenbroek, J.C. (26 november 2012) Veiligheid Nederland in Kaart 2. Overstromingsrisico dijkringgebied 8: Flevoland [ONLINE] .https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/31327/dijkringrapport_8_lr.pdf.

2 Faasen, C.J., Franck, P.A.L., Taris, A.M.H.W. (september 2014) *Handboek Risicozonering Windturbines.* 3e geactualiseerde versie mei 2013 en herziene versie 3.1 september 2014 [ONLINE] https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/09/Handboek%20Risicozonering%20Windturbines%20versie%20september%202014.pdf.

3 International Civil Aviation Organization (ICAO; juli 2005) International Standards. Annex 2 to the Convention on International Civil Aviation. [ONLINE] http://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/an02_cons%5B1%5D.pdf.

4 International Civil Aviation Organization (ICAO; juli 2009) International Standards and Recommended Practices. Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation. [ONLINE] http://www.naca.nl/icao/icao-annex-14.pdf.

5 Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO, n.d.) Radar. [ONLINE] http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/milieu-en-omgeving/radar (geraadpleegd op 25 januari 2017).

6 Rijksoverheid (11 november 2010) *Besluit van 14 oktober 2010 tot wijziging van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer en het Besluit omgevingsrecht (wijziging milieuregels windturbines).* Jaargang 2010, nr. 749. [ONLINE] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2010-749.html.

7 Rijkswaterstaat (25 augustus 2016) Rapport toetsing realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over water aan de risicoplafonds Basisnet.

8 Waterschap Zuiderzeeland (17 december 2009) *Beleid primaire waterkeringen. Voor de onderdelen windmolens, kabels en leidingen en beplantingen*. [ONLINE] www.zuiderzeeland.nl (geraadpleegd op 23 januari 2017).

9 Waterschap Zuiderzeeland (20 juli 2016) Keur Waterschap Zuiderzeeland 2017. [ONLINE] https://www.zuiderzeeland.nl/publish/pages/21740/ontwerp_keur_waterschap_zuiderzeeland_2017.pdf (geraadpleegd op 26 januari 2017).

10 TenneT TSO B.V. (2 maart 2017) Veiligheidsvoorschriften voor werken in de nabijheid van bovengrondse hoogspanningsverbindingen beheerd door TenneT TSO B.V.

11 Regeling Basisnet (versie 1 december 2016): http://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0035000&z=2016-12-01&g=2016-12-01.

12 Fugro (2013). Verkenning risicofactoren windturbines nabij waterkeringen Zuiderzeeland.

13 TNO (18 juli 2016). R10617. Effecten van windturbines op binnenvaartscheepsradars. Een voorstel tot een nieuwe nationale regelgeving.

14 Radio Holland (14 december 2012). Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee.

15 Ministerie van Verkeer en Waterstaat (november 2015), Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken, http://wetten.overheid.nl/BWBR0013685/2015-11-21.

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: VERLICHTINGSPLAN

Witteveen + Bos

Windplan Blauw

Verlichtingsplan

Windvereniging SwifterwinT en Nuon Wind Development

5 december 2017

Project	Windplan Blauw
Opdrachtgever	Windvereniging SwifterwinT en Nuon Wind Development

Document	Verlichtingsplan
Status	Eindconcept
Datum	5 december 2017
Referentie	UT615-46/17-018.032

Projectcode	UT615-46
Projectleider	K.A. Haans MSc
Projectdirecteur	drs. D.J.F. Bel

Auteur(s)	ir. J.H. Scholten
Gecontroleerd door	J.A. Zoete MSc
Goedgekeurd door	K.A. Haans MSc
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Alexanderstraat 21
Postbus 85948
2508 CP Den Haag
+31 (0)70 370 07 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	AANLEIDING	1
2	UITVOERING IN RELATIE TOT LUCHTVAARTVEILIGHEID	2
2.1	Markering van windturbines	2
2.2	Obstakelverlichting op windturbines en in windparken	2
2.3	Daglichtperiode	4
2.4	Schemer- en nachtlichtperiode	5
2.5	Regeling lichtintensiteit	6
2.6	Samenvatting uitvoeringsopties	7
2.7	Overige bepalingen	7
3	UITVOERING IN RELATIE TOT SCHEEPVAARTVEILIGHEID	9
3.1	Additionele overwegingen	10
3.2	Definities	11
3.3	Literatuur	11
	Laatste pagina	11
	Bijlage(n)	**Aantal pagina's**
I	Turbine coördinaten voorkeursalternatief opstelling	2

1

AANLEIDING

Windplan Blauw is een uitgestrekt windpark welke gekenmerkt wordt door drie afzonderlijke deelgebieden van windturbines, waarbij het noordwestelijke deelgebied, buitendijks in het IJsselmeer is gelegen, en de deelgebieden Oost en West op land. De turbines die onderdeel uitmaken van het Windplan Blauw hebben op basis van het voorkeursalternatief een maximale tiphoogte (afhankelijk van het deelgebied) van 213 of 248 meter.

Op basis van de uitvoeringsvorm van het voorkeursalternatief, de locaties van de deelgebieden en de turbinehoogte per deelgebied, is onderzocht welke specifieke obstakelmarkeringen en –verlichtingseisen gelden voor de windturbines. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in voorschriften in het kader van de luchtvaartverkeersveiligheid en richtlijnen in het kader van de scheepsvaartverkeersveiligheid.

Dit verlichtingsplan is opgesteld in overeenstemming met het door IL&T in ontwerp zijnde 'informatieblad aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland – in relatie tot luchtvaartveiligheid'. Gebruikt is de definitieve versie (v.1.0) van d.d. 30 september 2016.
Ten aanzien van (mogelijke) markeringen voor de scheepvaartveiligheid is gebruik gemaakt van de IALA-aanbevelingen toegepast voor 'man-made offshore structures'[1] en offshore windparken[2].

In onderstaande rapport is opgenomen op welke wijze de obstakelverlichting van de diverse voorgestelde varianten binnen Windplan Blauw uitgevoerd zou kunnen worden.

[1] Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2013.

[2] Recommendation O-117 on the Marking of Offshore Wind farm zones, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2004.

2

UITVOERING IN RELATIE TOT LUCHTVAARTVEILIGHEID

Een deel van de windturbines in deelgebied IJsselmeer en West valt binnen de hindernisbeperkende gebieden rondom luchthaven Lelystad. In Artikel 10 van het Luchthavenbesluit Lelystad[1] worden deze hindernisbeperkende gebieden in detail beschreven. Hieruit blijkt een hoogtebeperking van 146,3 meter, zoals vastgelegd in de zogenaamde "Outer Horizontal Surface"[2] zone. Alle windturbines binnen deze zone dienen te worden voorzien van markering en obstakellichten volgens paragraaf 3.1.1.a van het IL&T informatieblad.

Uit het informatieblad blijkt verder dat alle windturbines buiten de hindernisbeperkende gebieden met een hoogte van 150 meter of meer voorzien moeten zijn van markering en obstakelverlichting, volgens paragraaf 3.1.2.a van het informatieblad. Voor alle uiteindelijk te bouwen windmolens (volgens het voorkeursalternatief) in Windplan Blauw geldt dat de minimale tiphoogte groter of gelijk is aan 213 m.

Daarmee wordt vastgesteld dat alle turbines en/of lijnopstellingen in Windplan Blauw in ieder geval aan de markering- en verlichtingseisen in relatie tot luchtvaartveiligheid zoals gesteld door IL&T moeten voldoen.

2.1 Markering van windturbines

Voor de markering van alle windturbines in Windplan Blauw geldt dat de rotorbladen, gondels en de bovenste 2/3 gedeelte van de ondersteunende masten uitgevoerd dienen te worden in de kleur wit, conform de specificaties en RAL kleuren zoals gedefinieerd in het informatieblad.

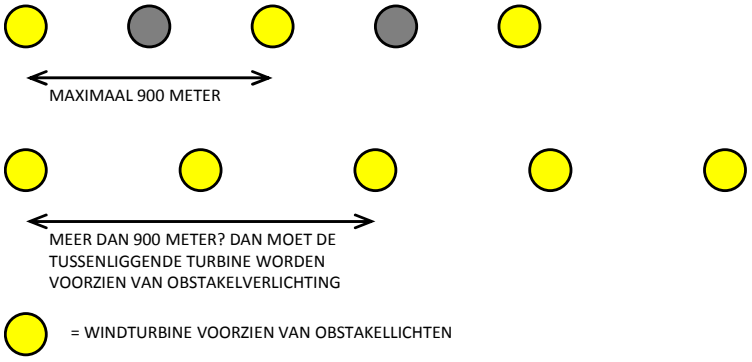
2.2 Obstakelverlichting op windturbines en in windparken

Eem lijnopstelling van twee of meerdere windturbines wordt in dit verband gezien als een windpark. Bij beperkte tussenafstanden binnen lijnopstellingen is het toegestaan om binnen die lijnopstellingen niet alle windturbines te voorzien van verlichting. Bepalend voor deze keuze is de onderlinge tussenafstand tussen de turbines, waarbij de kerngedachte is dat windturbines voorzien van obstakellichten maximaal 900 meter uit elkaar mogen staan, tenzij de onderlinge afstand tussen 2 aansluitende turbines meer dan 900 meter bedraagt. In dat geval worden beide windturbines van obstakellichten voorzien, zie ook afbeelding 2.1.

[1] Besluit van 12 maart 2015 tot vaststelling van een luchthavenbesluit voor de luchthaven Lelystad (Luchthavenbesluit Lelystad).

[2] Bijlage 5d, kaart met hoogtebeperkingen - referentienummer To70 1417109_140519.

Afbeelding 2.1 Windturbines te voorzien van obstakellichten in een lijnopstelling



De onderlinge tussenafstanden tussen aansluitende turbines zijn onderzocht voor de lijnopstellingen in de verschillende plaatsingszones van Windplan Blauw en zijn in onderstaande tabel samengevat. Uit de tabel blijkt dat binnen de lijnopstellingen in het deelgebied West (Rivierduintocht en Klokbekertocht) het toegestaan is om niet alle molens te voorzien van obstakelverlichting, maar de turbines om en om van obstakelverlichting te voorzien. Binnen de plaatsingszone Klokbekertocht blijkt echter dat de onderlinge afstand tussen de windturbines aangeduid als VT07 en VT09 groter is dan 900 meter. Daarom is besloten om de naast elkaar gelegen windturbines VT07 en VT08 beide van obstakelverlichting te voorzien.

Tabel 2.1 Onderlinge afstand tussen turbines per lijn

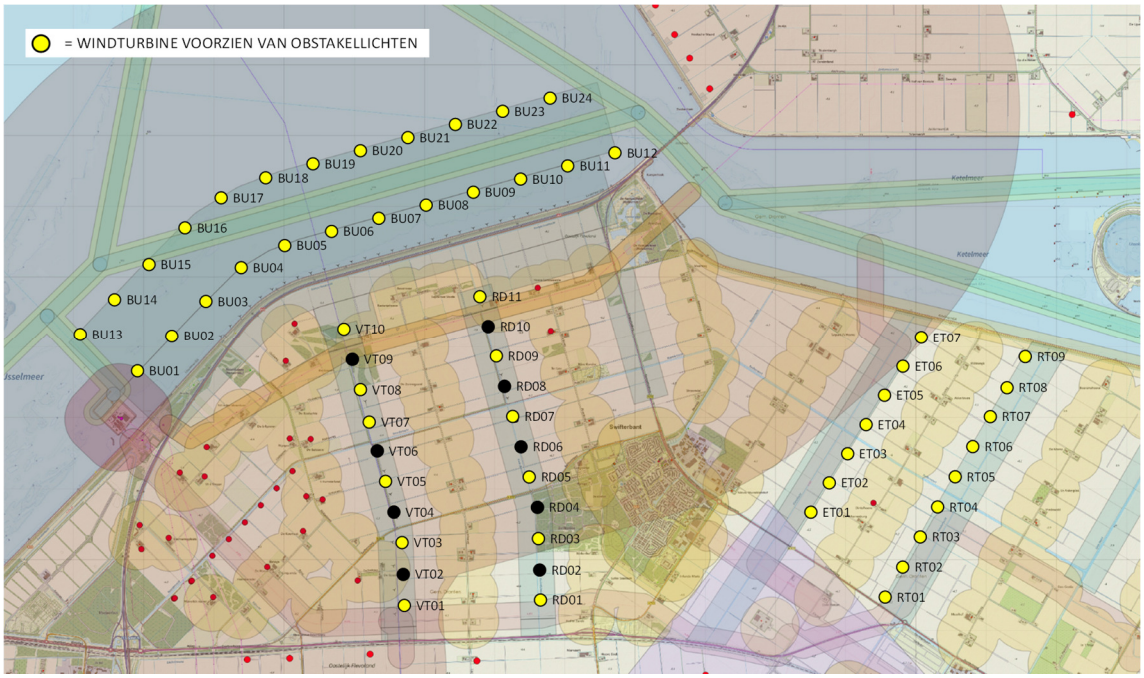
Deelgebied	Plaatsingszone	Voorkeursalternatief (VKA)
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	669 – 731 m
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	693 – 696 m
West	Rivierduintocht	426 – 445 m
	Klokbekertocht	422 – 477 m
Oost	Elandtocht	489 – 490 m
	Rendiertocht	474 – 514 m

Hoe de windturbines in de opstelling van het voorkeursalternatief van Windplan Blauw voorzien kunnen worden voorzien van obstakelverlichting is weergegeven in afbeelding 2.2.

Indien er voor de schemer- en nachtlichtperiode gebruik wordt gemaakt van rood flitsende obstakel-verlichting, gelden de weergegeven obstakelverlichtingsplannen in afbeeldingen 2.2 voor zowel de daglichtperiode, als ook en de schemer- en nachtlichtperiode.
Omdat in de belevenis van omwonenden, de zichtbaarheid van met name knipperende nachtelijke verlichting als storend wordt ervaren, wordt geadviseerd om vastbrandende rode obstakelverlichting toe te passen voor de schemer- en nachtperiode.

Echter, indien er gekozen wordt voor vastbrandende rode verlichting (voor de schemer- en nachtperiode), dan dient elke individuele windturbine verlicht te worden, in navolging van paragraaf 6.2.a van het informatieblad. In dat geval is het verlichtingsplannen zoals weergegeven in de onderstaande afbeelding 2.2, alleen van toepassing op de daglichtperiode.

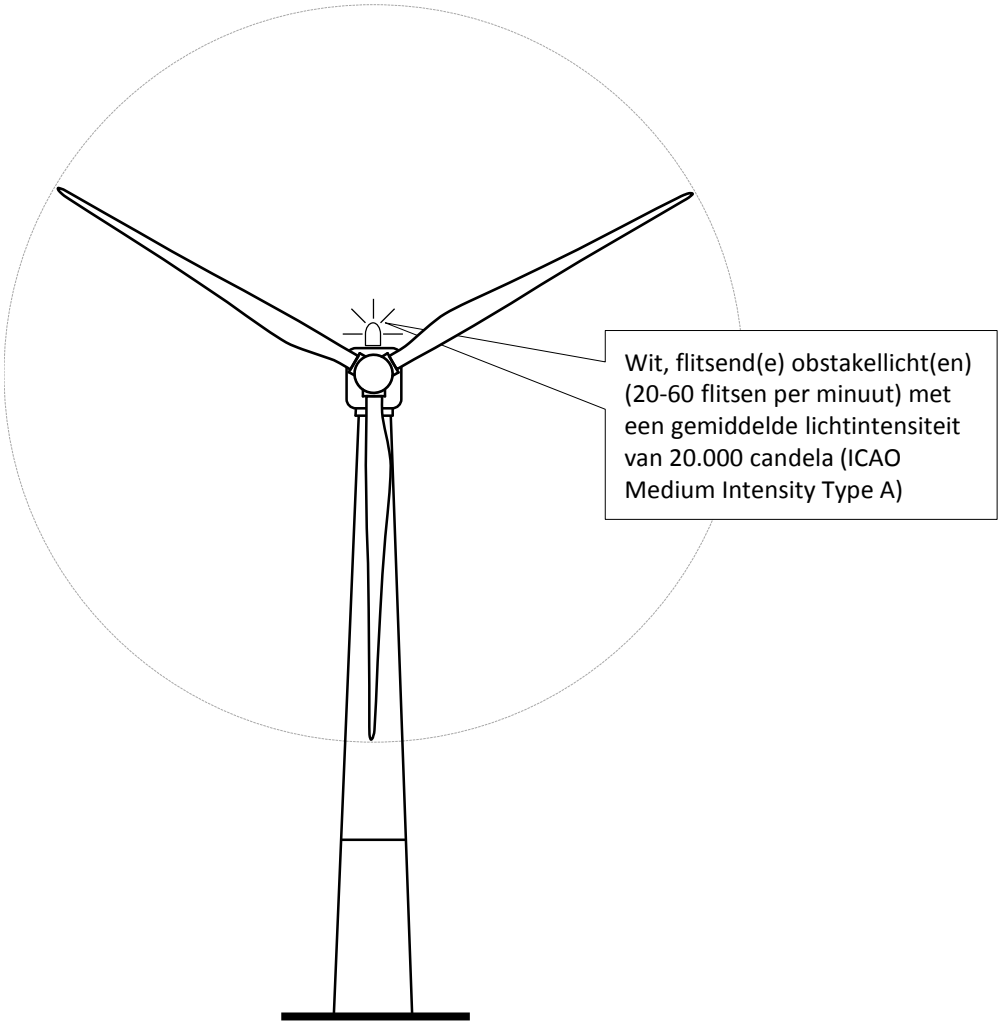
Afbeelding 2.2 Windturbines voorzien van obstakellichten in het voorkeursalternatief (VKA)



2.3 Daglichtperiode

Op de aangegeven windturbines in de opstellingsvarianten wordt een wit flitsend obstakellicht aangebracht met een gemiddelde lichtintensiteit van 20.000 candela, zie afbeelding 2.3. Daglichtperiode is het deel van een etmaal met een omgevingslichtsterkte groter of gelijk aan 500 cd/m^2.

Afbeelding 2.3 Verlichting daglicht periode



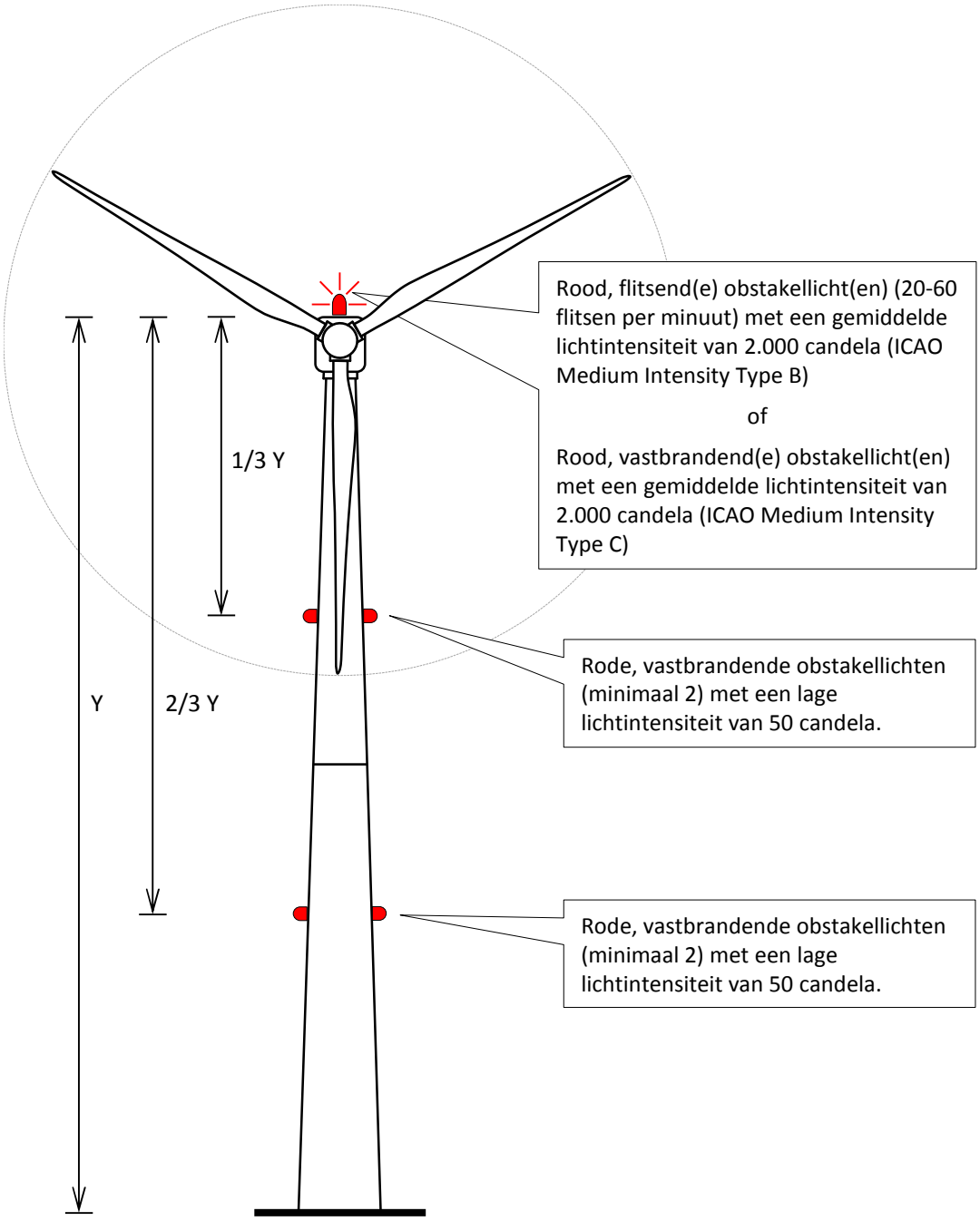
2.4 Schemer- en nachtlichtperiode

Geadviseerd wordt om op alle de windturbines in Windplan Blauw een rood, vast brandend, obstakellicht aan te brengen met een gemiddelde lichtintensiteit van 2.000 candela, zie afbeelding 2.4;

Anderzijds is het ook mogelijk om alleen op de windturbines zoals gemarkeerd in het voorkeursalternatief (zie afbeeldingen 2.2) een rood, knipperend, obstakellicht aan te brengen met een gemiddelde lichtintensiteit van 2.000 candela.

Op alle turbines met een tiphoogte vanaf 210m of meer wordt op circa 1/3 en 2/3 hoogte van de mast rode vastbrandende obstakelverlichting aangebracht met lage intensiteit (50 candela), zie afbeelding 2.4.

Afbeelding 2.4 Schemer- en nachtlichtperiode verlichting boven 210 m hoogte



2.5 Regeling lichtintensiteit

Indien de zichtbaarheid tijdens de schemer- en nachtlichtperiode meer bedraagt dan 5.000 meter, mag de gemiddelde lichtintensiteit van de obstakellichten op de gondel tijdens de schemer- en nachtlichtperiode tot 30 % worden verlaagd.

Indien de zichtbaarheid tijdens de schemer- en nachtlichtperiode meer bedraagt dan 10 kilometer mag de intensiteit tijdens de schemer- en nachtlichtperiode tot 10 % worden verlaagd.

Het advies is om de lichtintensiteit per lijnopstelling te regelen/synchroniseren.
- nachtlichtperiode is het deel van een etmaal met omgevingslichtsterkte minder of gelijk aan 50 cd/m^2;
- schemerlichtperiode is het deel van een etmaal met omgevingslichtsterkte tussen 50 en 500 cd/m^2.

2.6 Samenvatting uitvoeringsopties

De mogelijke uitvoeringsvormen voor windplan Blauw zijn samengevat in tabel 2.2. De minimum verlichtingsoptie ontstaat indien er een keuze wordt gemaakt voor flitsende obstakellichten voor de schemer- en nacht periode op die turbines die ook voor de dagperiode (wit) flitsende obstakelverlichting hebben. Deze minimale verlichtingsoptie leidt niet ook automatisch tot minimale hinder van omwonenden. In het algemeen blijkt dat omwonenden in de schemer- en nachtperiode minder hinder ervaren van vastbrandende verlichting dan van knipperende (flitsende) verlichting. Dit uitgangspunt is ook verwerkt in de meest recente versie van het IL&T informatieblad, waarbij een keuzemogelijkheid is geïntroduceerd om tijdens de schemer- en nachtperiode vastbrandende of flitsende obstakelverlichting toe te passen.

Tabel 2.2 Uitvoeringsopties obstakellichten turbines windplan Blauw

Plaatsingszone	Periode van de dag	Locatie obsta-kellichten	Uitvoering obstakellichten	
			Optie 1	Optie 2
klokbekertocht	dag	gondel	turbines VT01, VT03, VT05, VT07, VT08, VT10 flitsend wit	
	schemer- en nacht	gondel	turbines VT01, VT03, VT05, VT07, VT08, VT10 flitsend rood	alle turbines vastbrandend rood
		mast	alle turbines vastbrandend rood	
rivierduintocht	dag	gondel	turbines RD01, RD03, RD05, RD07, RD09, RD11 flitsend wit	
	schemer- en nacht	gondel	turbines RD01, RD03, RD05, RD07, RD09, RD11 flitsend rood	alle turbines vastbrandend rood
		mast	alle turbines vastbrandend rood	

2.7 Overige bepalingen

Het verdient de aanbeveling om de knipperende obstakelverlichting in ieder geval per lijn en waar mogelijk per deelgebied te synchroniseren. Vanwege de verspreide ligging van de deelgebieden in Windplan Blauw lijkt synchronisatie van het gehele windpark geen toegevoegde waarde te hebben op de belevenis van omwonenden.

Indien de obstakellichten met een LED armatuur worden uitgerust dient deze licht uit te stralen met een golflengte van 750 tot 870 nm (nanometer). Indien aan deze voorwaarde niet kan worden voldaan dient een infrarood lichtbron te worden toegevoegd (ter hoogte van het LED armatuur) welke licht uitzendt met een golflengte tussen 725 en 870 nm.

Voorafgaand aan het nemen van de finale investeringsbeslissing kunnen de initiatiefnemers in overleg gaan met het Ministerie van I&M en met IL&T over aanvullende mogelijkheden die de hinder door obstakelverlichting voor de omgeving verminderen.

Indien voorafgaand aan de finale investeringsbeslissing nieuwe regels worden bepaald ten aanzien van obstakelverlichting die voor de omgeving tot minder zichtbare obstakelverlichting leiden kunnen deze in overleg met IL&T alsnog worden toegepast in het Windplan Blauw.

3

UITVOERING IN RELATIE TOT SCHEEPVAARTVEILIGHEID

De windturbines in het noordwestelijke deelgebied van Windplan Blauw zijn buitendijks in het IJsselmeer gelegen. Voor zover bekend is voor de markering en verlichting van windturbines gelegen in de Nederlandse binnenwateren in relatie tot de scheepvaartveiligheid geen specifieke wetgeving of beleid vastgesteld.

Ten aanzien van (mogelijke) markeringen voor de scheepvaartveiligheid is daarom gebruik gemaakt van de IALA-aanbevelingen zoals toegepast voor offshore windparken.

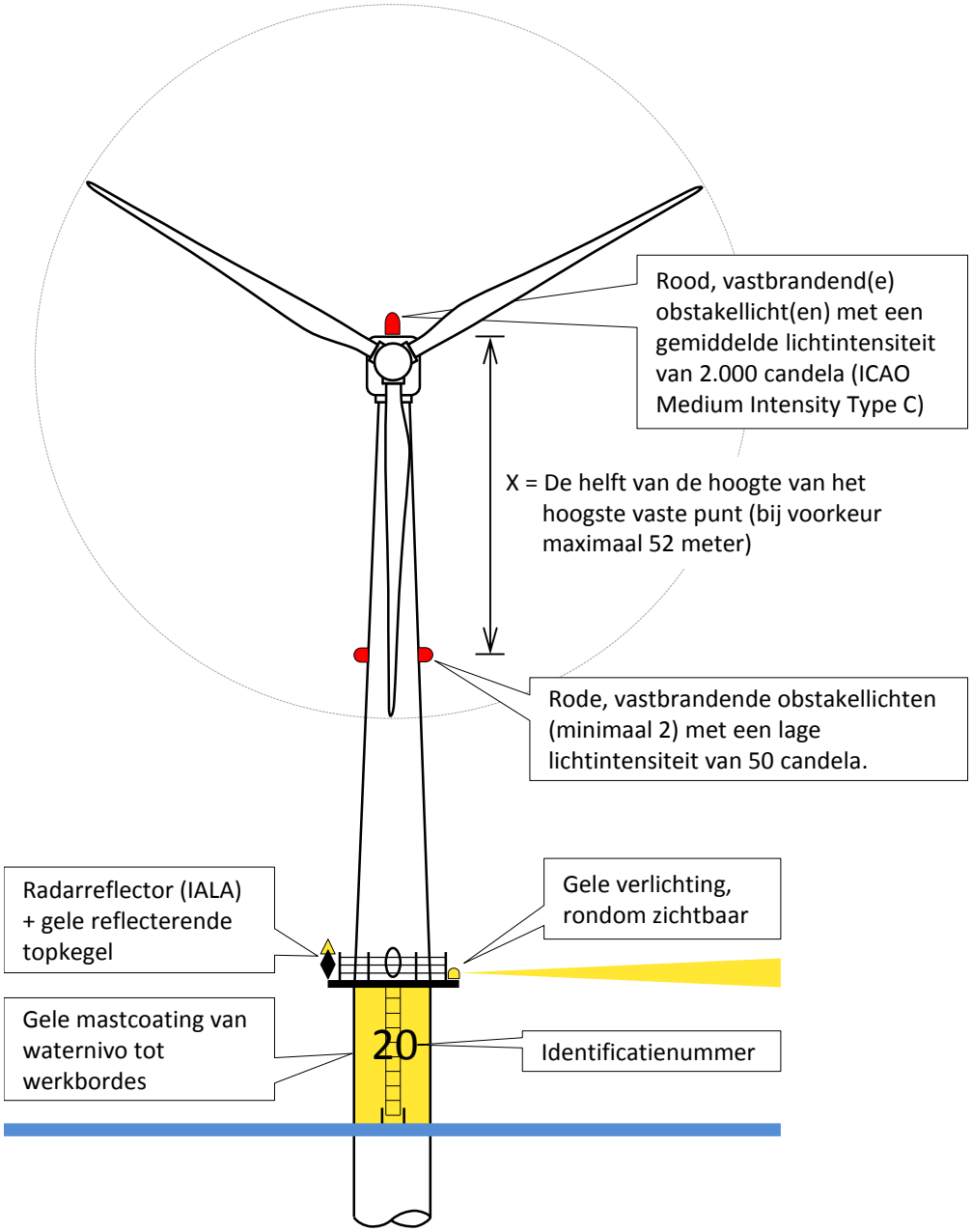
Een belangrijk punt is dat in de opstelling van het voorkeursalternatief voor Windplan Blauw, de vaargeul in principe door het IJsselmeer windparkgedeelte loopt. Daarmee wordt het windpark een integraal onderdeel van de vaarwegen infrastructuur op het IJsselmeer. Dit is een belangrijk verschil in vergelijking tot offshore windparken waarbij het windpark per definitie afgesloten is voor scheepvaart en de betreffende markering- en verlichting hierop af is gestemd.

Het primaire uitgangspunt voor de markering- en verlichting van de windturbines in relatie tot de scheepvaartveiligheid is het creëren van goede zichtbaarheid in het gebied en van een éénduidige situatie binnen elk gedeelte van het windpark.
Het secundaire doel is het voorkomen van verwarring van de scheepvaart door:
- het zoveel mogelijk toepassen van één type verlichting, ten aanzien van kleur en/of vaste/knipperende uitvoering;
- waar mogelijk een overdaad aan (verschillende) verlichting ('kerstboomeffect') minimaliseren.

Op basis van de bovenstaande afwegingen is het advies om de volgende maatregelen te nemen voor de markering- en verlichting van de turbines in relatie tot de scheepvaartveiligheid, voor de turbines in de plaatsingszone IJsselmeer buitendijks:
a. identieke verlichting/markering van iedere individuele turbine in het windpark (teneinde een éénduidige navigatiesituatie binnen elk gedeelte van het windpark te creëren);
b. verlichting/markering- van de turbines op scheepshoogte:
    i. Geel gemarkeerde turbinevoeten (zoals op zee gebruikelijk);
    ii. Gebruik van vastbrandende verlichting, bij schemer, bij donker en bij verminderd zicht (om het kerstboomeffect te minimaliseren);
c. vastbrandende topverlichting (ten behoeve van luchtvaart);
d. verlichting van ladder en platform (vergroting van zichtbaarheid 'safe areas' bij incidenten);
e. identificatienummer op iedere turbinevoet (voor eenvoudige lokatiebepaling bij incidenten).

De bovenstaande markering- en verlichtingsadviezen zijn weergegeven in afbeelding 3.1.

Afbeelding 3.1 Nautische markering- en verlichting bij schemer- en nachtlichtperiode



3.1 Additionele overwegingen

Voorafgaand aan het definitief vastleggen van de windpark plannen en het bijbehorende verlichtingsplan ten aanzien van scheepvaartveiligheid is het raadzaam in overleg te gaan met Rijkswaterstaat over hun specifieke wensen en eisen ten aanzien van de uitvoeringsvormen van de markering- en verlichting. Een eventuele additionele maatregel is het plaatsen van misthoorns op turbines gelegen op de hoekpunten van het windpark. Mocht ook blijken dat de radarreflecties van de windturbines zelf niet voldoende zijn, dan kunnen radarreflectoren op het werkbordes van iedere turbine worden geplaatst. Ten aanzien van de gele markering van de mastvoet, kan overwogen worden om dezelfde witte kleur te gebruiken als de turbine, teneinde een visueel uniforme ervaring te bieden. In deze afweging blijft een goede zichtbaarheid onder alle weersomstandigheden (bijvoorbeeld zoals bij mist), leidend.

3.2 Definities

- IL&T = Inspectie Leefomgeving en Transport
- IALA = The International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, www.iala-aism.org/web/index.html
- ICAO = International Civil Aviation Organization, www.icao.org/

3.3 Literatuur

- Informatieblad aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland – in relatie tot luchtvaartveiligheid" - definitieve versie (v.1.0) van d.d. 30 september 2016;
- Recommendation O-117 on the Marking of Offshore Wind farm zones, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2004;
- Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2013;
- Recommendation O-200-series, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 1;
- Besluit van 12 maart 2015 tot vaststelling van een luchthavenbesluit voor de luchthaven Lelystad (Luchthavenbesluit Lelystad);
- Gebieden met hoogtebeperkingen in verband met vliegveiligheid, bijlagen 5a tot en met 5d, referentienummer To70 1417109_140519.

deze tekst laten staan i.v.m. laatste pagina berekening, wordt niet geprint

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: TURBINE COÖRDINATEN VOORKEURSALTERNATIEF OPSTELLING

Plaatsingszone	ID	RDx	RDy	tiphoogte [m]
IJsselmeer buitendijks binnenzijde	BU01	164953	510670	213
	BU02	165438	511168	213
	BU03	165923	511666	213
	BU04	166423	512149	213
	BU05	167040	512464	213
	BU06	167705	512666	213
	BU07	168374	512852	213
	BU08	169044	513039	213
	BU09	169713	513225	213
	BU10	170383	513412	213
	BU11	171052	513598	213
	BU12	171722	513785	213
IJsselmeer buitendijks buitenzijde	BU13	164140	511193	213
	BU14	164628	511692	213
	BU15	165115	512192	213
	BU16	165626	512715	213
	BU17	166138	513145	213
	BU18	166771	513431	213
	BU19	167440	513630	213
	BU20	168113	513817	213
	BU21	168785	514004	213
	BU22	169458	514190	213
	BU23	170130	514377	213
	BU24	170803	514564	213
Elandtocht	ET01	174498	508663	248
	ET02	174759	509078	248
	ET03	175020	509492	248
	ET04	175281	509906	248
	ET05	175542	510321	248
	ET06	175803	510735	248
	ET07	176064	511149	248
Rivierduintocht	RD01	170666	507418	213
	RD02	170652	507844	213
	RD03	170636	508289	213
	RD04	170621	508733	213
	RD05	170505	509162	213
	RD06	170388	509591	213
	RD07	170272	510020	213
	RD08	170155	510449	213
	RD09	170039	510879	213
	RD10	169922	511308	213
	RD11	169806	511737	213
Rendiertocht	RT01	175552	507458	248
	RT02	175800	507885	248
	RT03	176048	508311	248

	RT04	176296	508738	248
	RT05	176544	509165	248
	RT06	176793	509592	248
	RT07	177041	510018	248
	RT08	177279	510428	248
	RT09	177537	510872	248
Klokbekertocht	VT01	168736	507340	213
	VT02	168720	507782	213
	VT03	168703	508231	213
	VT04	168585	508665	213
	VT05	168468	509099	213
	VT06	168350	509533	213
	VT07	168239	509940	213
	VT08	168114	510400	213
	VT09	167997	510834	213
	VT10	167879	511268	213

II

BIJLAGE: BUREAUONDERZOEK EXTERNE VEILIGHEID

Adviesgroep AVIV BV
M.H. Tromplaan 55
7513 AB Enschede

Externe veiligheidsonderzoek voor de bouw van windturbines Windplan Blauw

Project : 173359
Datum : 28 september 2017
Auteur : S.J.M. van Veldhoven, MSc.
Review : drs. R.J.M. Scheres
Versie : 4
Status : Concept

Opdrachtgever:
Witteveen + Bos
t.a.v. J.A.Zoete Msc
K.R. Poststraat 100-3
8441 ER Heerenveen

Inhoudsopgave

1. Inleiding ... 2
2. Criteria en rekenmethodiek ... 3
2.1. Toetsingscriteria ... 3
2.2. Maximale werpafstanden ... 4
2.3. Plaatsgebonden risico ... 4
2.4. Individueel passanten risico ... 4
2.5. Maatschappelijk risico ... 5
2.6. Domino effecten vervoer gevaarlijke stoffen ... 5
2.7. Trefkansen en toename van de faalfrequentie van ondergrondse aardgasleidingen ... 6
2.8. Trefkansen van de hoogspanningsinfrastructuur ... 7
2.9. Trefkansen van industrie ... 7
3. Uitgangspunten ... 8
3.1. Turbines ... 8
3.1.1. Toekomstige turbines ... 8
3.1.2. Reeds bestaande turbines ... 10
4. Resultaten ... 12
4.1. Inleiding ... 12
4.2. Maximale werpafstanden ... 12
4.3. Plaatsgebonden risico ... 15
4.4. Bebouwing ... 16
4.5. Rijkswegen ... 16
4.5.1. Transportroutes gevaarlijke stoffen ... 16
4.5.2. IPR en MR ... 18
4.6. Waterwegen ... 21
4.7. Spoorwegen ... 25
4.8. Ondergrondse en bovengrondse buisleidingen ... 25
4.9. Hoogspanningsinfrastructuur ... 27
4.10. Industrie ... 28
5. Conclusies ... 30
Referenties ... 32
Bijlagen ... 33
B1 Parameters mogelijke turbines ... 33

1. Inleiding

Voor de bouw van windturbines bij in Oost Flevoland, tussen Lelystad, Swifterbant, Dronten en het Ketelmeer wordt een MER opgesteld. Dit onderzoek betreft het in kaart brengen van de externe veiligheidsrisico's. In de uitgangspuntennotitie [1] wordt, voor het aantal turbines en de turbinelocaties, uitgegaan van drie varianten: een basisvariant IR (60 turbines), en twee alternatieve varianten: variant IA met 63 turbines en variant IB met 62 turbines.

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de risicocriteria en rekenmethodiek beschreven die van toepassing zijn op het plangebied. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten. De resultaten van de risicoberekeningen worden getoond in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 staan de conclusie.

2. Criteria en rekenmethodiek

2.1. Toetsingscriteria

Een overzicht van alle geldende risicocriteria die de beheerders van infrastructurele werken hanteren is weergegeven in tabel 1. [2: paragraaf 3.4].

Onderdeel	Afstandseis	toetsing en normering
Bebouwing	beperkt kwetsbare objecten op ½ rotordiameter, Kwetsbare objecten op masthoogte + ½ rotordiameter of de maximale werpafstand bij nominaal toerental	PR: PR 10^{-5} en 10^{-6} voor resp. beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten
Rijksweg	½ rotordiameter uit de rand van de verharding met een minimum van 30 meter	IPR: 10^{-6} MR :2x10^{-3}
Waterweg	½ rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50m	IPR: 10^{-6} MR :2x10^{-3}
Spoorweg	7,85 meter + ½ RD uit het rand van het dichtstbijzijnde spoor minimum van 30m	IPR: 10^{-6} MR :2x10^{-3}
Ondergrondse buisleidingen	Hoogste waarde van: □ Maximale werpafstand bij nominaal toerental □ Ashoogte + ½ rotordiameter	additionele bezwijkkans: Eerste benadering: Max 10% toevoegen aan oorspronkelijke breukkans buisleiding voor deel binnen invloedsgebied windturbine
Hoogspannings-infrastructuur (ondergronds en bovengronds)	Hoogste waarde van: □ Maximale werpafstand bij nominaal toerental □ Ashoogte + ½ rotordiameter	additionele bezwijkkans: eerste richtlijn: max. 10% toevoegen aan autonome faalfrequentie hoog-spanningsverbinding. In overleg met TenneT.
Industrie	Afhankelijk van inrichting	PR van inrichting GRI van inrichting: PR 10^{-6} en PR 10^{-5} contour Geen norm maar oriëntatiewaarde

Tabel 1. Risicocriteria

Dit rapport bevat de resultaten van de volgende berekeningen:

1. De maximale werpafstanden van de verschillende turbinevarianten;
2. De plaatsgebonden risicocontouren (PR 10^{-6} en PR 10^{-5}); per turbinetype;
3. Het Individueel passantenrisico (IPR);
4. Het Maatschappelijk risico (MR);
5. De domino-effecten op het vervoer van gevaarlijke stoffen;
6. De trefkansen en toename faalfrequentie van ondergrondse aardgasleidingen;
7. De trefkansen van hoogspanningsinfrastructuur;
8. De trefkansen van industrie ;

Deze onderdelen worden in de komende paragrafen behandeld.

Opmerking: trefkansen worden in dit rapport genoteerd zoals het volgende voorbeeld:
3.4 x 10^{-6} wordt genoteerd als 3.4E-6

2.2. Maximale werpafstanden

Voor het bepalen van de externe veiligheidsrisico's zijn eerst voor elk turbinetype de maximale werpafstanden bepaald. Dit zijn de afstanden die door een afbrekend rotorblad overbrugd kunnen worden. Er wordt onderscheid gemaakt in een afstand bij een nominaal toerental en in overtoerensituatie. De maximale werpafstanden zijn bepaald voor alle mogelijke turbinetypen. Hierbij is uitgegaan van het ballistisch model zonder luchtkrachten ([2], paragraaf 2.1 van bijlage C). Na berekening van de werpafstanden wordt voor de overige berekeningen uitgegaan van het meest conservatieve scenario met betrekking tot de te kiezen windturbine.

2.3. Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans dat een persoon, die zich gedurende een jaar onafgebroken onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt, overlijdt als gevolg van een ongeval door een falende windturbine. Voor berekening van de PR afstanden is rekening gehouden met de volgende scenario's:

1. Bladbreuk (zowel nominaal als overtoeren)
2. Mastbreuk
3. Gondel en/of rotorafworp

Normen voor het plaatsgebonden risico mbt (beperkt) kwetsbare objecten
In Artikel 3.15a lid 1 van het Activiteitenbesluit is bepaald dat het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, niet hoger is dan 10^{-6} per jaar. De kans op overlijden is hier één op 1 miljoen per jaar. Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen beperkt kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 10^{-5} , dat wil zeggen één op honderdduizend, per jaar.

Met andere woorden: kwetsbare objecten zijn binnen de PR 10^{-6} contour niet toegestaan. Binnen de PR 10^{-5} contour zijn geen nieuwe beperkt kwetsbare objecten toegestaan.

2.4. Individueel passanten risico

Een deel van rijksweg A6 ligt binnen het invloedsgebied van de turbines. Daarnaast zijn er een aantal lokale wegen en/of fietspaden binnen het plangebied.

Het Individueel Passanten Risico (IPR) is de kans per jaar dat de passant met de langste verblijftijd overlijdt, als gevolg van een incident (mastbreuk, bladbreuk, gondel/rotorafworp) met één van de windturbines. Bij het berekenen van het IPR wordt een persoon te beschouwd die onbeschermd voorbij komt. Een autoweg heeft weinig tot geen passanten die volledig onbeschermd voorbijkomen. In dit geval wordt daarom een vrachtwagen beschouwd omdat deze zowel een lagere snelheid als een grotere omvang heeft dan een personenauto, waardoor het IPR een hogere (meer conservatieve) waarde

heeft. In het geval van een lokale weg waar zowel fietsers als gemotoriseerd verkeer toegestaan is, wordt voor beide vervoerstypen een IPR berekening uitgevoerd.

Aangenomen wordt dat de passant 365 dagen per jaar 2x per dag (heen- en terugweg) de route neemt. De toetswaarde voor het IPR is 10^{-6}. Elk risico kleiner dan 10^{-6} wordt beschouwd als aanvaardbaar.

2.5. Maatschappelijk risico

Het is een maat voor het verwachte aantal dodelijke slachtoffers per jaar en is een risicomaat voor de maatschappelijke beleving. De toetswaarde voor het MR is 2E-3 [2].

2.6. Domino effecten vervoer gevaarlijke stoffen

Rijkswegen
Er bevindt zich een weg (A6) binnen het invloedsgebied van de turbines, van zowel de referentiesituatie als de plansituatie, waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt.

Vaarwegen
Er bevindt zich een vaarwegroute die onderdeel is van het basisnet. De exacte ligging van de route is niet bekend (zie paragraaf 4.6). In de plansituatie is het zeer waarschijnlijk dat de invloedsgebieden van de turbiens over de vaarweg liggen. In de referentiesituatie ligt de vaarweg zeer waarschijnlijk buiten de invloedsgebieden van de turbines.

Spoorwegen
De spoorlijn Lelystad – Dronten loopt ten zuiden van het plangebied. Deze spoorlijn bevindt zich buiten het invloedsgebied van alle turbines. Dit is het geval in zowel de referentiesituatie als in alle varianten van de plansituatie.

Wanneer een windturbine wordt geplaatst in de nabijheid van een activiteit met gevaarlijke stoffen kunnen domino-effecten ontstaan. Dat kan gebeuren bij bovengrondse activiteiten (zoals vervoer gevaarlijke stoffen, opslagtank met gevaarlijke stoffen) en ondergrondse activiteiten (zoals buisleidingen). In het plangebied van windplan Blauw is er sprake van Rijksweg die deel uitmaakt van het basisnet. In het Handboek Risicozonering Windturbines [2] is aangegeven dat:

"Indien de windturbine niet substantieel bijdraagt aan een hoger risico van de transportroute zullen de voor de transportroute geldende afstanden tot beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten ook na plaatsing van de windturbine van kracht blijven. Om dit te toetsen kan in eerste instantie naar de toename van de faalfrequentie van het transport gekeken worden. Indien deze toename een bepaalde richtwaarde niet overschrijdt dan is plaatsing van de windturbine uit oogpunt van risicobeoordeling zondermeer toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde kan 10% worden gehanteerd. Indien de toename in de catastrofale faalfrequentie deze richtwaarde overschrijdt, is plaatsing van de windturbine niet uitgesloten, maar wel kan worden geëist dat door middel van een QRA wordt aangetoond dat de beschouwde transportroute ook na plaatsing van de windturbine nog voldoet aan de normen voor PR."

Met andere woorden: de toename van de faalfrequentie van het transport wordt bepaald. Als deze toename niet groter is dan 10% dan is de plaatsing van de windturbine met betrekking tot dit onderdeel zondermeer toegestaan.

Waterwegen

Het handboek [2] vermeld de volgende criteria met betrekking tot waterwegen:

Een halve rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50m.

Ongeacht deze afstand, moet het IPR en MR berekend worden. Wanneer er gevaarlijke stoffen over het water vervoerd worden, moet worden nagegaan of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico.

Kanttekening:
Er wordt in het handboek [2[niet specifiek ingegaan op windturbines die in het water geplaatst zijn. Aangenomen wordt dat de systematiek en faalfrequenties voor turbines op land ook van toepassing is op turbines die in zee geplaatst worden.

2.7. Trefkansen en toename van de faalfrequentie van ondergrondse aardgasleidingen

Er bevinden zich vier ondergrondse aardgasleidingen binnen het invloedsgebied van de turbines.

Voor zowel bovengrondse als ondergrondse buisleidingen wordt geadviseerd een afstand aan te houden waarbuiten geen significant additioneel risico van een windturbine te verwachten is. Door middel van het berekenen van trefkansen van de leidingen wordt gekeken wat toename op autonome faalfrequenties van de leidingen is. Voor de berekening van de trefkansen van de leiding is de methodiek gebruikt die beschreven is in [2: paragraaf 8.1 bijlage C]:

Per leiding is een tabel met leidinggegevens beschikbaar gesteld [7] waarin coordinaten, diepteligging, druk en materiaalspecificaties per leidingpunt zijn gegeven.

Breedte van de kritische strook van de leiding
Allereerst is de kritische afstand berekend. Dit is de afstand waarbinnen een door de grond aan de leiding doorgegeven schokgolf als gevolg van vallen van een windturbineonderdeel tot schade zal leiden aan de leiding. Dit is berekend met de vergelijking van paragraaf 8.1.1 (pagina Bijlage C-50). De kritische strook op maaiveldniveau is berekend zoals beschreven op pagina C-53. De berekening van de kritische afstand van de mast in het scenario mastbreuk is afhankelijk van de afstand van turbine tot het beschouwde leidingpunt. Voor berekening van de (potentiele) energie van de mast bij mastbreuk wordt aangenomen dat de massa van de mast uniform verdeeld is over de hoogte.

Trefkans per scenario
Per scenario en per leiding is de breedte van de kritische strook op maaiveldniveau bepaald. Per leidingdeel is (per scenario) de trefkans berekend door de trefkans per m2

van het leidingdeel te vermenigvuldigen met de lengte van het leidingdeel en de breedte van de kritische strook en de faalfrequentie van het scenario. De totale trefkans van het scenario is de sommatie van deze waarden. De trefkans per kilometer leiding is bepaald door correctie met de lengte van het deel van de leiding dat voor de betreffende locatie van de windturbine binnen het gebied van de maximale effectafstand overtoeren ligt.

2.8. Trefkansen van de hoogspanningsinfrastructuur

Er bevinden zich een aantal hoogspanningsmasten en –lijnen binnen het invloedsgebied van de turbines.

Het handboek beschrijft het volgende criterium met betrekking tot hoogspannings-infrastructuur: *'TenneT acht het risico van windturbines op hun infrastructuur aanvaardbaar wanneer wordt voldaan aan de volgende afstanden. TenneT adviseert daarom deze afstand aan te houden. Er dient een vrije ruimte aangehouden te worden die minimaal gelijk of groter is dan de maximale werpafstand bij nominaal toerental, of indien deze groter is ashoogte plus ½ rotordiameter, van de betreffende windturbine, zoals beschreven en aangeduid in tabel 2 van dit handboek (generieke waarden voor werpafstanden, zie ook bijlage B).'* Met andere woorden: buiten de PR 10^{-6} contour worden de risico's aanvaardbaar geacht. Er wordt een trefkansberekening uitgevoerd voor de turbines waarbij er hoogspanningsinfrastructuur binnen de PR 10^{-6} contour ligt.

2.9. Trefkansen van industrie

In de plansituatie bevindt er zich één bovengrondse propaantank van 8000 l binnen het invloedsgebied van één turbine. Deze tank bevindt zich ook in het invloedsgebied van een van de te saneren turbines. In de referentiesituatie bevinden er zich vier bovengrondse propaantanks binnen de invloedsgebieden van de dubbeldraaiturbines.

Voor niet-categoriale inrichtingen geldt het volgende criterium [2]:

Indien de windturbine niet substantieel bijdraagt aan een hoger risico van de inrichting zullen de voor de inrichting geldende afstanden tot beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten ook na plaatsing van de windturbine van kracht blijven. Om dit te toetsen, kan in eerste instantie naar de toename van de catastrofale faalfrequentie van risicovolle installaties behorende tot de inrichting gekeken worden. Indien deze toename een bepaalde richtwaarde niet overschrijdt dan is plaatsing van de windturbine uit oogpunt van risicobeoordeling toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde kan 10% worden gehanteerd. Handboek Risicozonering Windturbines (3.1) 43

Indien de toename in de catastrofale faalfrequentie deze richtwaarde overschrijdt, is plaatsing van de windturbine niet uitgesloten, maar wel kan worden geëist dat door middel van een QRA wordt aangetoond dat de beschouwde installatie ook na plaatsing van de windturbine(s) nog voldoet aan de normen voor PR. Toename van het risico van een inrichting kan echter leiden tot een vergroting van de risicoruimte van de inrichting, waardoor toekomstige uitbreiding kan worden bemoeilijkt. Dit kan een reden zijn voor de eigenaar van een inrichting om bezwaar te maken tegen plaatsing van de windturbine(s).

Om meer inzicht te krijgen op de kans op een domino-effect wordt in dit onderzoek de trefkans van de tank berekend.

3. Uitgangspunten

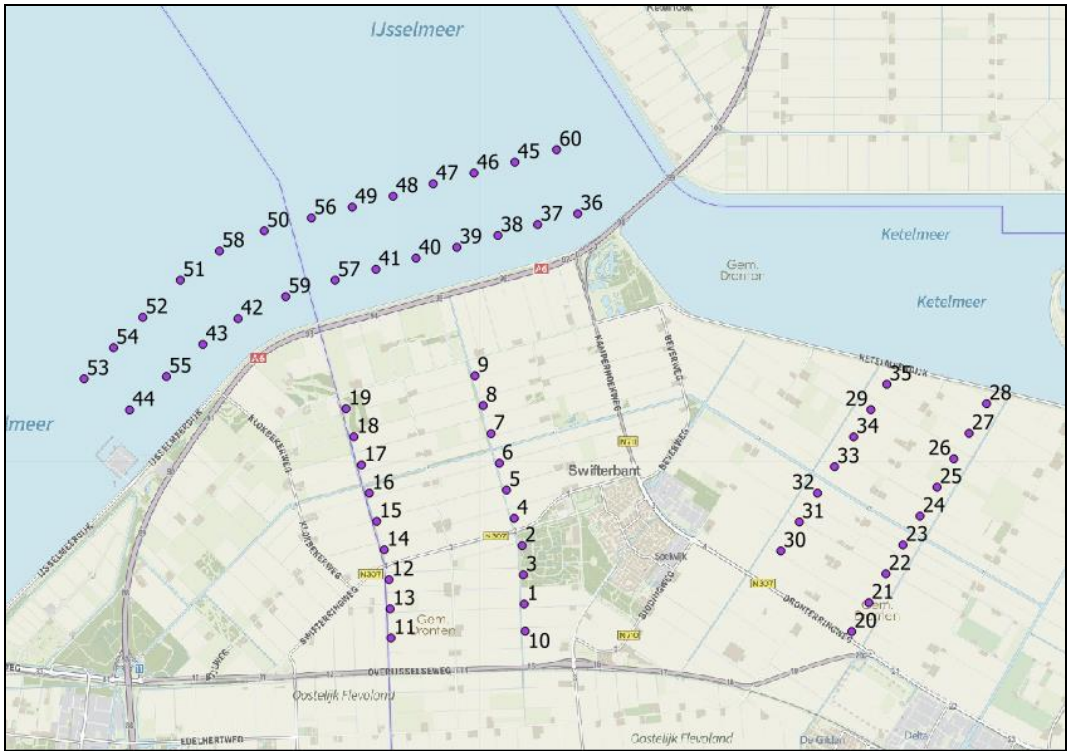
3.1. Turbines

3.1.1. Toekomstige turbines

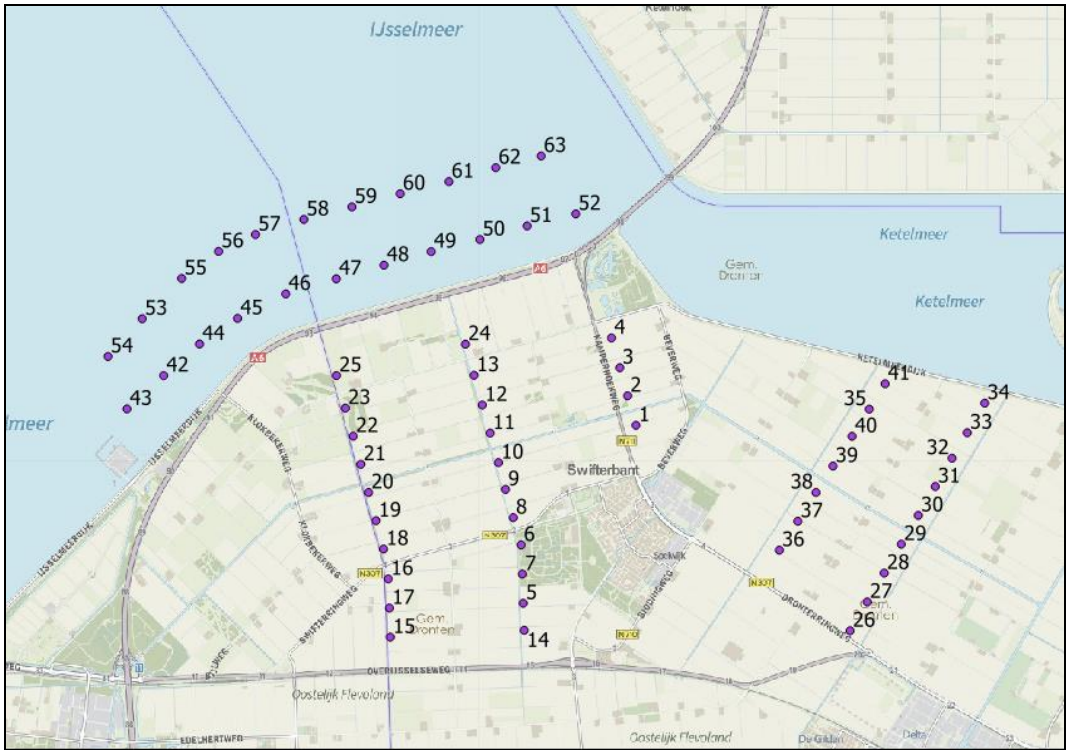
In de plannen wordt uitgegaan van drie varianten (basisalternatief IR, variant IA en IB). Het projectgebied is opgedeeld in drie deelgebieden, IJselmeer, west en oost.

- De ligging van de turbines in deelgebied Ijselmeer is verschillend in elke variant
- De ligging van de turbines in west is gelijk in de basisvariant en in variant B, in variant A worden daarnaast 6 extra turbines geplaatst.
- De ligging van de turbines in oost is gelijk in elke variant.

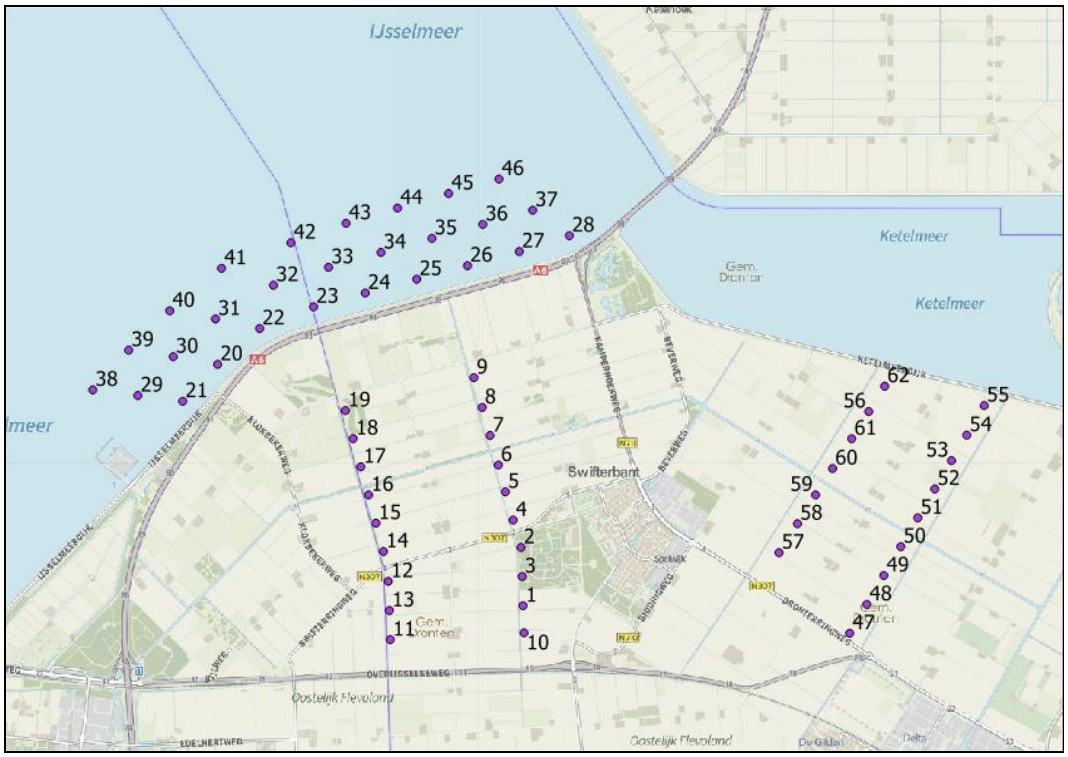
In figuur 1 t/m figuur 3 worden de locaties en nummering van de te realiseren windturbines weergegeven. De coördinaten zijn vermeld in het uitgangsdocument [1].



Figuur 1. Turbines Basisalternatief IR



Figuur 2 Turbines Variant IA



Figuur 3 Turbines variant IB

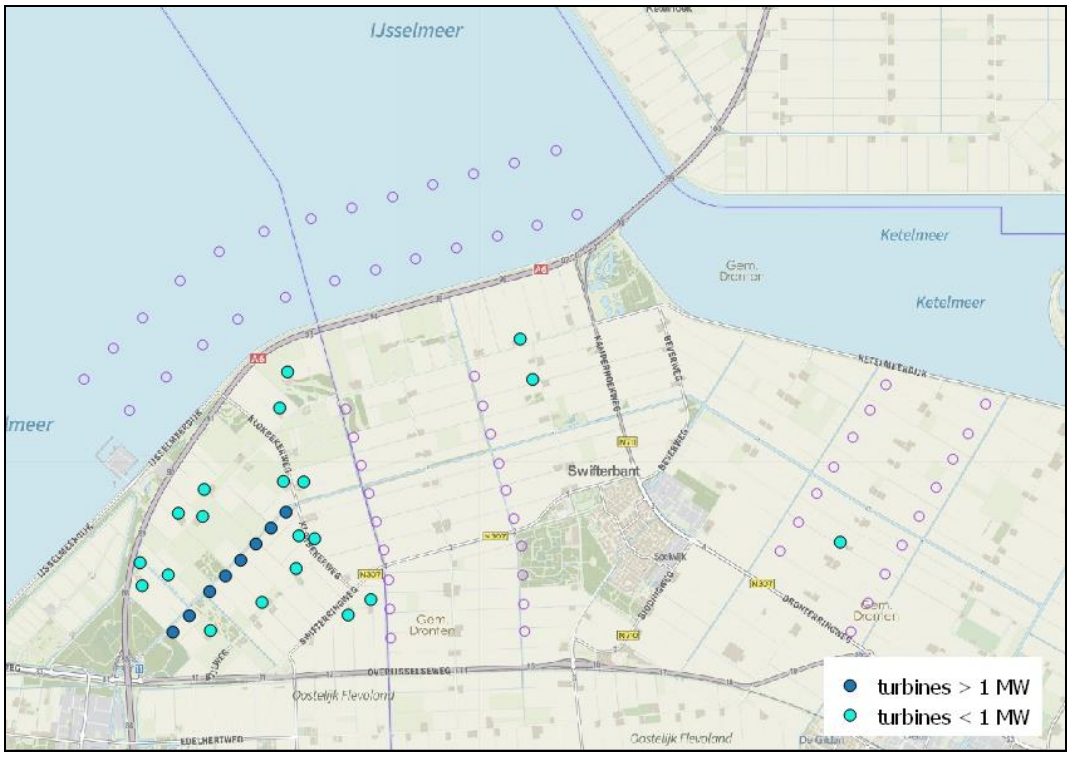
Er is een shortlist met mogelijk windturbine varianten beschikbaar gesteld [1]. Deze wordt weergegeven in bijlage B1. Allereerst is het turbinetype bepaald met de grootste maximale effectafstand bij nominaal toerental en bij overtoeren. De volgende aannames zijn hierbij gemaakt:

- De afstand van zwaartepunt ten opzichte van het rotorcentrum, de lengte en het kritiek oppervlak van het blad zijn benaderd met vergelijkingen uit [2] pagina B-9.
- Lengte gondel, hoogte gondel en diameter van de mast zijn benaderd met met gegevens uit tabel 13 bijlage B-13 van [2]. Het vermogen van de betreffende turbine is hierbij naar boven afgerond.
- Er is in het handboek geen methodiek beschreven voor turbines die in zee geplaatst worden, daarom wordt uitgegaan van de methodiek zoals op het land.

3.1.2. Reeds bestaande turbines

Alle bestaande turbines in het projectgebied worden gesaneerd [1]. Er wordt in het MER wel uitgegaan van een worst case benadering, dit betekent dat aangenomen wordt dat 29 turbines vijf jaar zullen dubbeldraaien. Het betreft in alle gevallen kleinere turbines met een ashoogte varierend tussen 34 en 67 meter, een rotordiameter tussen 18 en 72 meter en maximaal vermogen tussen 80 en 1750 kw. Het handboek [2] biedt faalfrequenties en risicomethodiek voor windturbines met een rotoroppervlak van meer dan 40 m2 en met een vermogen vanaf 1 MW. Slechts 8 van de bestaande turbines voldoen aan deze laatste eigenschap. De minimale afstand van een turbine met een vermogen hoger dan 1MW is 1269 meter.

Alle reeds bestaande turbines die in de dubbeldraaiperiode gesaneerd worden liggen buiten alle maximale werpafstand van de nieuwe turbines en worden daarom als niet relevant beschouwd. Dit wordt grafisch weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4. Turbines in dubbeldraaiperiode

4. Resultaten

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven als de turbines worden geplaatst op de gegeven locaties.

4.2. Maximale werpafstanden

Van alle gegeven turbinetypen zijn de maximale werpafstanden bij nominaal toerental en bij overtoeren bepaald. De fictieve turbines hebben, bij een toerental van 11 RPM de hoogste waarden voor de maximale werpafstand bij nominaal en overtoerental. Met deze configuraties worden de worst-case berekeningen in de rest van het rapport gerekend. De parameters deze turbinetypes worden weergegeven in tabel 2.

Turbineparameters	**WT1**	**WT2**	**Bron**
Nominaal Vermogen [MW]	5.0	5.0	Gegeven [1]
Ashoogte [m]	137	166	Gegeven [1]
Rotordiameter [m]	152	164	Gegeven [1]
Nominaal toerental [rpm]	10.05	9.32	mailwisseling [6]
Afstand zwaartepunt-rotorcentrum [m]	27.4	29.5	Aanname [2: bijlage B-8][1]
kritiek oppervlak	283.7	325.6	Aanname [2: bijlage B-9]
Bladlengte [m]	74.0	79.8	Aanname [2: bijlage B-9]
diameter mast [m]	10	10	aanname [2: bijlage B-13]
lengte gondel [m]	18	18	aanname [2: bijlage B-13]
hoogte gondel [m]	6	6	aanname [2: bijlage B-13]
massa mast [x 1000 kg] *	457	553	aanname [2: bijlage C-61]
massa gondel [x 1000 kg]	400	400	aanname [2: bijlage C-61]
massa blad [x 1000 kg]	20	20	aanname [2: bijlage C-61]

Tabel 2. Turbineparameters relevante turbinetypen

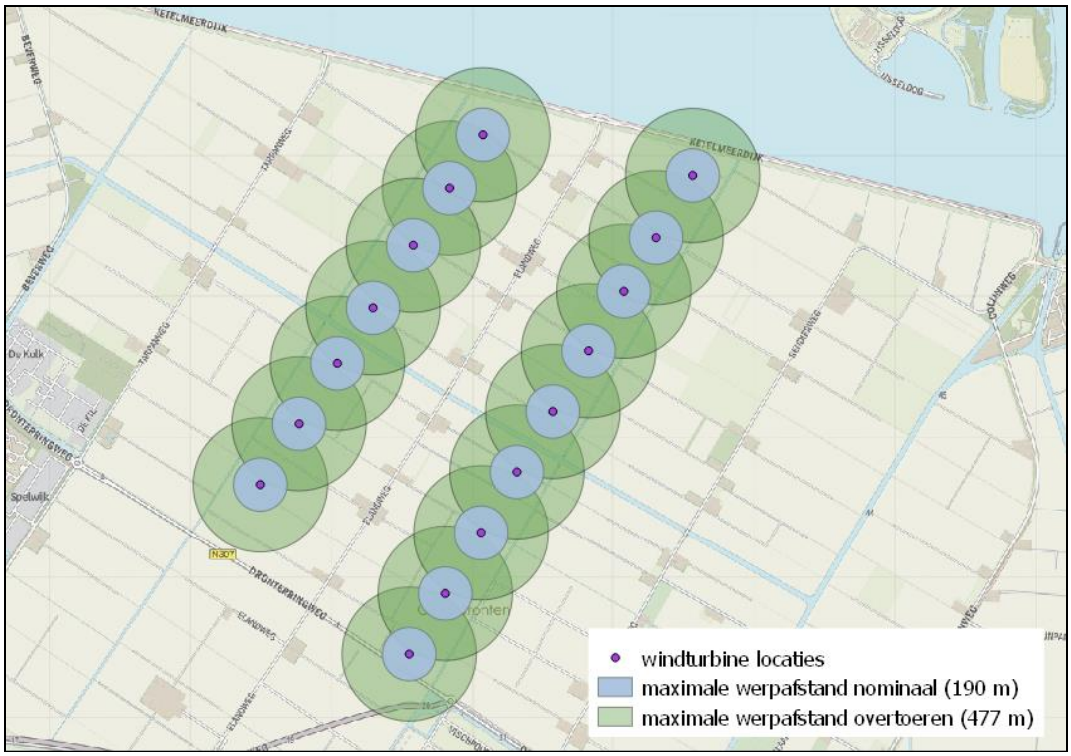
De fictieve turbine WT1 wordt toegepast op de turbinelocaties in deelgebied west en het Ijsselmeer. Turbine WT2 wordt toegepast op de turbinelocaties in deelgebied Oost. De maximale werpafstanden voor bij nominaal toerental en overtoeren zijn gegeven in tabel 3. In bijlage B1 zijn de werpafstanden van de overige turbinetypen gegeven.

Onderdeel	**WT1**	**WT2**
Deelgebied	west en Ijsselmeer	Oost
Max werpafstand nominaal (m)	176	190
Max werpafstand overtoeren (m)	456	477

Tabel 3. Maximale werpafstanden van relevante turbinetypen

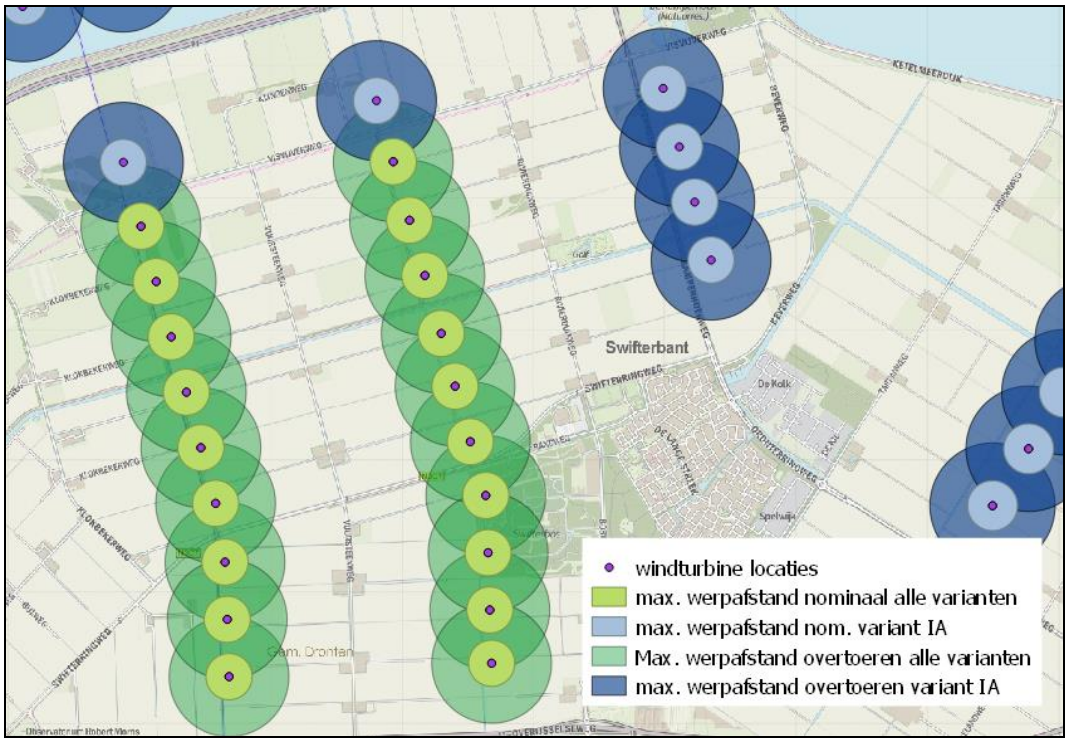
[1] [2: bijlage-8] = bijlage 8 van referentie 2. i.c. bijlage 8 van het Handboek Risicozonering Windturbines.

In het deelgebied oost liggen de turbines in alle varianten op dezelfde locatie. De maximale werpafstanden van dit deelgebied worden weergegegeven in figuur 5.



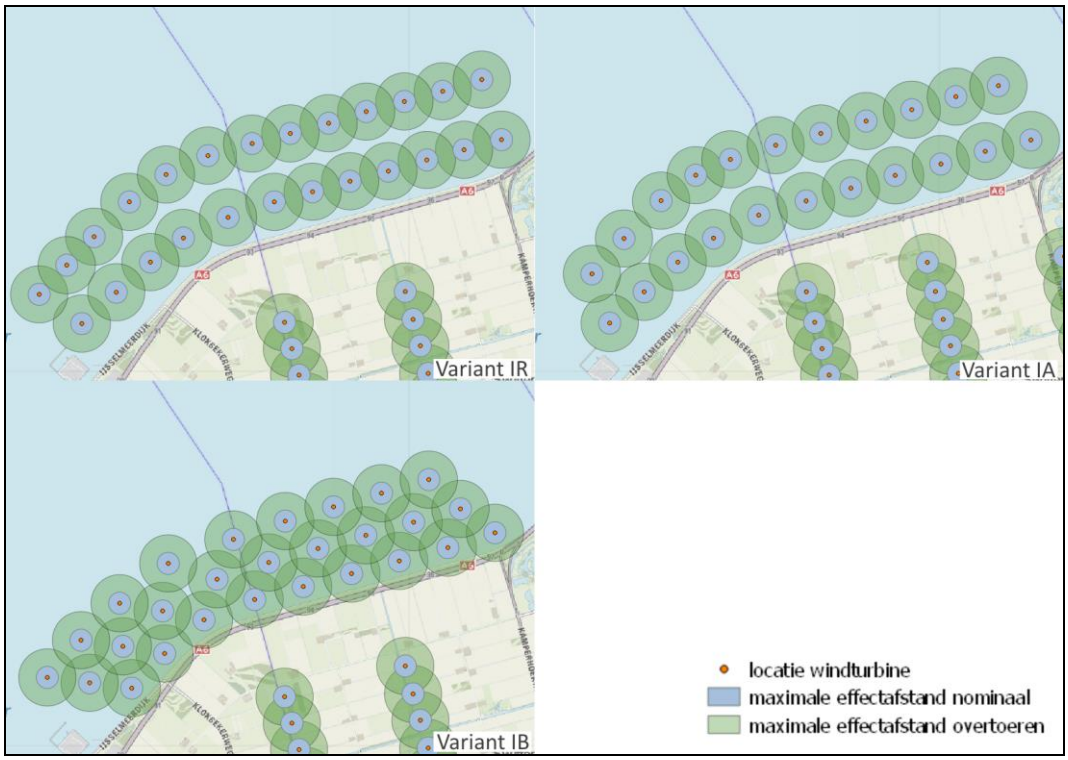
Figuur 5. Maximale werpafstanden van de turbines in deelgebied oost

Figuur 6 geeft de maximale werpafstanden in deelgebied west. De blauw gearceerde werpafstanden zijn alleen in variant IB.



Figuur 6. Maximale werpafstanden van de turbines in deelgebied West

Figuur 7 geeft de maximale werpafstanden van de turbines in het Ijsselmeer, voor de drie varianten afzonderlijk.



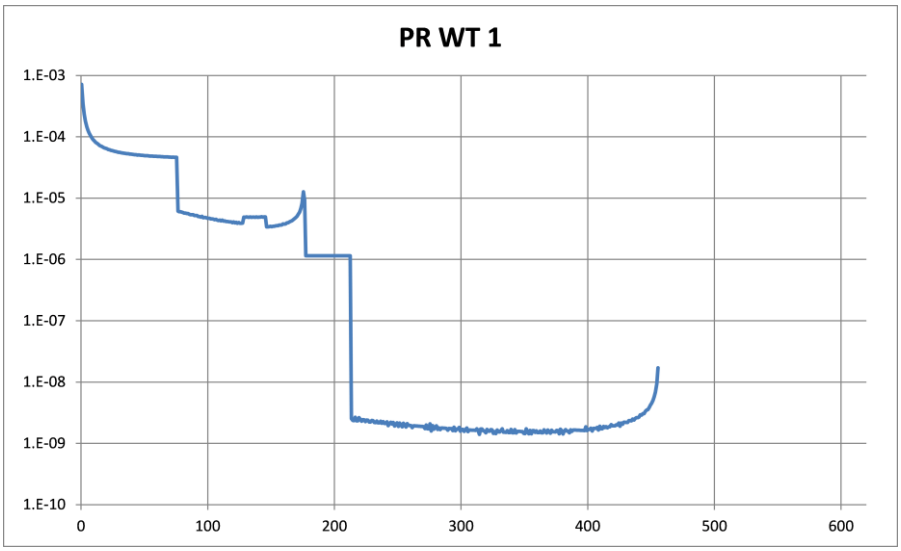
Figuur 7. Maximale werpafstanden van de turbines in deelgebied IJsselmeer

4.3. Plaatsgebonden risico

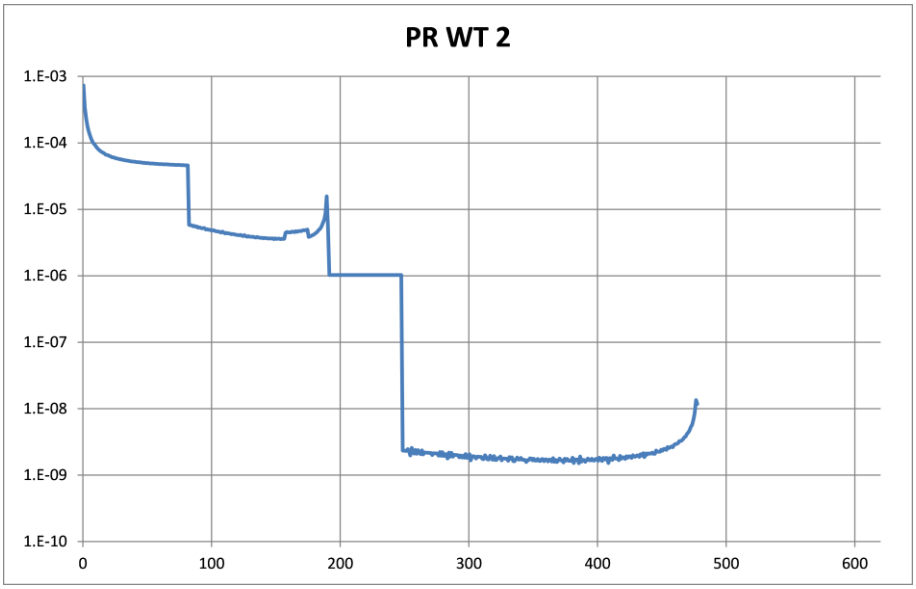
Het plaatsgebonden risico van WT1 en WT2 is berekend en is gegeven in tabel 4. Het PR als functie van de afstand is gegeven in Figuur 8 en Figuur 9.

	WT1	**WT2**
Deelgebied	West en IJsselmeer	Oost
PR 10^{-5} afstand (m)	76	82
PR 10^{-6} afstand (m)	213	248

Tabel 4. Plaatsgebonden risico van de fictieve turbines WT1 en WT2.



Figuur 8. PR als functie van de afstand (m) tot turbinetype WT1



Figuur 9. PR als functie van de afstand (m) tot turbinetype WT2

4.4. Bebouwing

Bij bebouwing kan onderscheid gemaakt worden tussen kwetsbare objecten (zoals woningen, ziekenhuizen en scholen) en beperkt kwetsbare objecten (verspreid liggende woningen en overige panden waar mensen verblijven). Met behulp van BAG [9] en de risicokaart [3] is onderzocht of er (beperkt) kwetsbare objecten bevinden binnen de 10^{-5} en 10^{-6} contouren.

Er bevinden zich enkele verspreid liggende woningen (beperkt kwetsbaar) en (onderdelen van) argrarische bedrijven (beperkt kwetsbaar) binnen de contouren voor de maximale werpafstanden. In de plansituatie (alle varianten) bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} contouren. In de referentiesituatie bevinden zich wel enkele beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contouren, maar buiten de PR 10^{-5} contouren van de dubbeldraaiperiodes.

Conclusie:
De gevolgen in de referentiesituatie zijn gelijk aan de plansituatie (alle varianten).

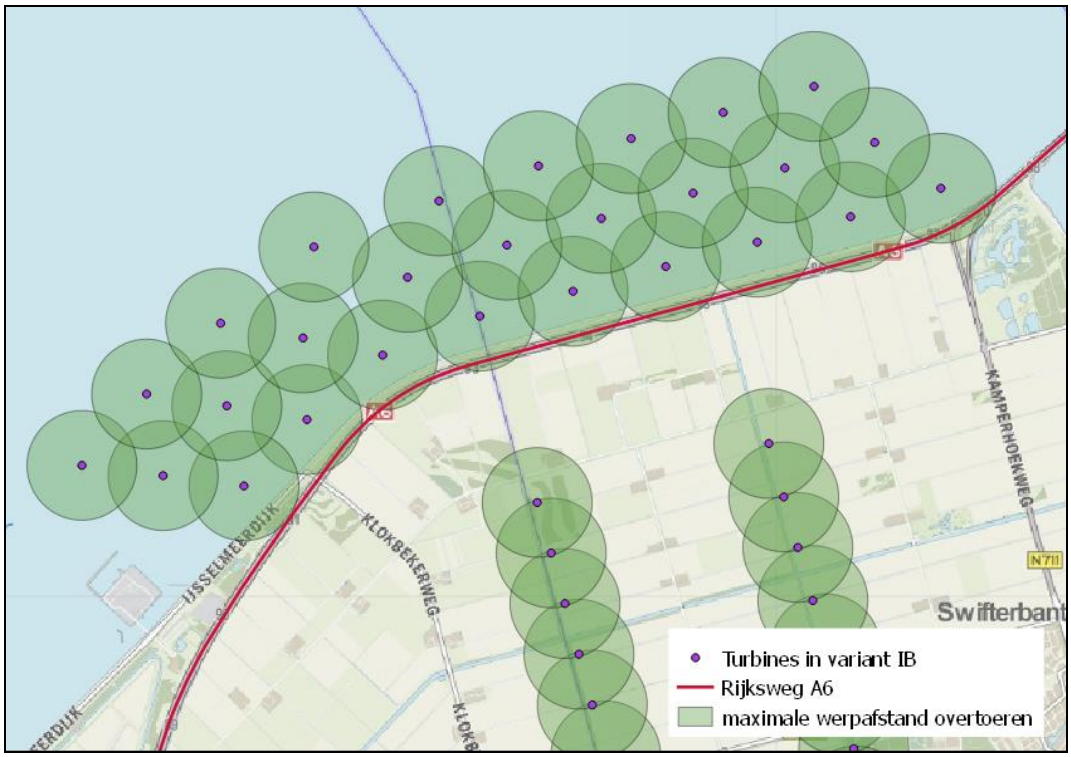
- Er bevinden zich geen kwetsbare objecten binnen maximale werpafstanden van alle turbines.
- Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR10^{-5} contour van alle turbines.

Hiermee wordt zowel in de referentiesituatie als de plansituatie aan de norm voldaan.

4.5. Rijkswegen

4.5.1. Transportroutes gevaarlijke stoffen

De A6 is een weg waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt en behoort tot het basisnet weg. De A6 ligt binnen het invloedsgebied, dat wil zeggen, de maximale werpafstand bij overtoeren, van een aantal turbines. Dit is vooral het geval bij variant IB waarbij sprake is van bolstapeling in drie lijnen met turbines in het IJsselmeer. In deze variant ligt de route binnen het invloedsgebied van alle negen turbine in de meest zuidelijke lijn van het Ijsselmeer. In variant 1A en het basisalternatief IR is er in beide gevallen slechts één turbine waarvan het invloedsgebied over de weg valt. De weg valt buiten de 10^{-6} contouren van alle turbines. Daarom is in deze situatie alleen het scenario bladbreuk bij overtoeren relevant. De situatie weergegeven in figuur 10.



Figuur 10. Rijksweg A6

We hebben de kans per jaar berekend dat een tankwagen met gevaarlijke stoffen getroffen wordt door een onderdeel van een turbine, en de toename op de ongevalsfrequentie. De turbines waarbij de A6 deels binnen de maximale werpafstand ligt, zijn weergegeven in tabel 5. Deze tabel geeft voor elke combinatie van turbinelocatie en routedeel de minimale afstand tot de route en de lengte van de betreffende route binnen het invloedsgebied (maximale werpafstand bij overtoeren) van de turbine.

De kans dat een passerende vrachtwagen met gevaarlijke stoffen wordt geraakt door een afbrekend blad wordt berekend met vergelijking uit het handboek [2: bijlage C paragraaf 3.2.2 vgl. 3.2.3]. Hierin wordt rekening gehouden met de lengte van de vrachtwagen (12 meter + 80 meter remweg), de breedte van de vrachtwagen (2.5 m) , de snelheid (80 km/uur) en met de kans dat het blad op een afstand van maximaal 2/3 van de bladlengte alsnog de vrachtwagen raakt. Tabel 5 geeft de totale trefkansen van de weg per turbine weer. De kans dat een passerende vrachtwagen geraakt wordt door het blad van een turbine is gegeven in kolom 4. De trefkans per kilometer is gegeven in kolom 5.

nr	Afstand tot A6 (m)	Weglengte binnen invloedsgebied turbine (m)	trefkans per passage	trefkans per voertuig km
IB.20	374	480	1.5E-14	3.2E-14
IB.22	363	510	1.7E-14	
IB.23	371	530	1.8E-14	3.3E-14
IB.24	364	550	1.9E-14	3.5E-14
IB.25	362	550	1.7E-14	3.5E-14
IB.26	356	570	2.0E-14	3.1E-14
IB.27	357	570	1.9E-14	3.5E-14
IB.28	328	690	2.1E-14	3.4E-14
Totaal			**1.5E-13**	**2.7E-13**

Tabel 5. Gemiddelde trefkansen per scenario voor de voor een kilometer route binnen invloedsgebied

Tabel 6 toont de transportgegevens voor het berekenen van het groepsrisico conform de Regeling Basisnet [3].

wegvak nummer	Basisnet route	Plafonds		PAG	GF3
		10^{-6}	10^{-7}		
F36	A6: afrit 11 (Lelystad Noord) - afrit 13 (Urk)	0	82	Nee	4000

Tabel 6. Transportgegevens basisnet A6 [10]

Er is sprake van een fysiek scheiding van de rijrichtingen. De weg wordt daarom in de risicoberekening daarom aangemerkt als snelweg. De gehanteerde ongevalsfrequentie voor snelwegen is 8,3 10^{-8} per voertuigkilometer. Uitgegaan wordt van een atmosferische tankwagen [11], hiervoor geldt een vervolgkans op een relevante uitstroming van meer dan 100 kg van 0.0156. Dit betekent dat de totale kans op een relevante uitstroming 1.3E-9 per voertuigkilometer is. Aangenomen wordt dat er altijd een relevante uitstroming plaatsvindt op het moment dat de tankwagen wordt getroffen door een afbrekend turbineblad. De toename van de trefkans met 2.7E-13 is dan 0.02 %.

Conclusie:
In variant IR en variant IA is er geen toename op de faalfrequentie.
In variant IB is de toename kleiner dan 10%. Dit betekent dat het vervoer van gevaarlijke stoffen over de A6 geen belemmering vormt voor de plaatsing van de windturbines.

4.5.2. IPR en MR

Het IPR voor de diverse routes is berekend. Uitgegaan wordt van een passant die 365 dagen per jaar lang de betreffende route twee maal per dag passeert: op de heenweg en de terugweg. De toetswaarde voor het IPR is 10^{-6}. Elk risico kleiner dan 10^{-6} wordt beschouwd als aanvaardbaar. De berekende waarde van het IPR is kleiner dan 10^{-6} en kan daarom worden beschouwd als aanvaardbaar.

A6

Voor berekening van het IPR wordt een persoon beschouwd die onbeschermd aanwezig is op de weg. Er is gekozen voor een vrachtwagen omdat het IPR van een vrachtwagen hoger is dan van een personenauto. Omdat formeel voor het IPR een onbeschermd persoon moet worden beschouwd, maar op autowegen meestal geen sprake is volledig onbeschermde personen, zijn hier twee berekeningen uitgevoerd:

1. IPR op basis van de kans dat een passerende vrachtwagen wordt geraakt door de turbine
2. IPR op basis van de kans dat een onbeschermd persoon wordt geraakt door de turbine.

Het verschil tussen beide berekeningen zit in de verblijfsfactoren. Dit wordt beschreven in [2], bladzijde C20-21 voor bladbreuk en C33-34 voor mastbreuk.

Voor een vrachtwagen wordt uitgegaan van een snelheid van 80 km/uur, een totale lengte van 92 meter (12 meter + 80 meter remweg) en een breedte van 2.5 meter.

Alleen in variant IB ligt de weg binnen de invloedsgebieden van enkele (8) turbines. Tabel 7 geeft de resultaten per turbine en het resulterende IPR van de weg weer.

Turbine	min. afstand tot weg	IPR obv vrachtwagen	IPR obv onbeschermd persoon
IB.20	374	1.72E-14	1.5E-15
IB.22	363	1.53E-14	1.34E-15
IB.23	371	1.78E-14	1.55E-15
IB.24	364	1.88E-14	1.64E-15
IB.25	362	1.99E-14	1.74E-15
IB.26	356	1.85E-14	1.61E-15
IB.27	357	1.84E-14	1.6E-15
IB.28	328	2.12E-14	1.85E-15
	IPR per passage	**1.5E-13**	**1.3E-14**
	IPR per jaar (2x 365 passages)	**1.1E-10**	**9.4E-12**

Tabel 7. IPR per turbine

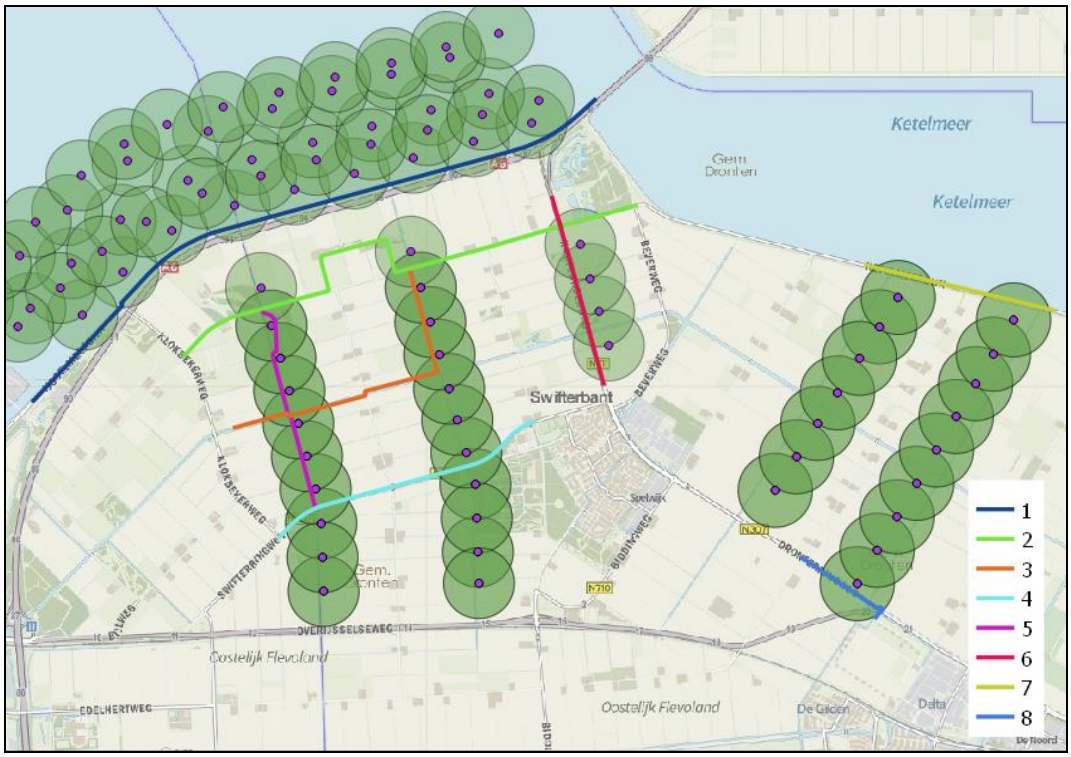
IPR is in beide gevallen kleiner dan 10^{-6} en dus aanvaardbaar.

Het maatschappelijk risico is het IPR van een passant die 1x per jaar de route aflegt vermenigvuldigd met het aantal passages (intensiteit) per jaar. Het gemiddeld aantal voertuigen in 2016 op de A6 is ongeveer 38.000 per dag [5]. Het MR is daarmee gelijk aan 2.0E-06. De toetswaarde voor het MR is 2E-3 [3]. Deze toetswaarde wordt niet overschreden. Het maximaal aantal passanten per jaar waarbij de toetswaarde van het MR wordt bereikt is 1.4E10 per jaar. Zolang het aantal passanten onder deze waarde blijft, zal de toetswaarde van het MR niet overschreden worden.

Overige wegen binnen het plangebied

Van de overige wegen die (deels) binnen het plangebied liggen is het IPR en MR bepaald. Er zijn acht routes geidentificeerd binnen het plangebied. Voor alle routes is het IPR van zowel een fietser als een vrachtauto berekend. Voor een fietser wordt een

onbeschermd persoon beschouwd. (vergelijkingen 3.2.4 en 5.2.5 van bijlage C van [2]), met een snelheid van 18 km/uur.



Tabel 8. IPR routes binnen plangebied

	invloedsgebied van turbines	**IPR fietser**	**IPR vrachtauto**
Route 1	IB.20 t/m IB.28	6.0E-11	n.v.t.
Route 2	IA.4 IA.13, IA.23 t/m IA.25	8.3E-11	3.3E-09
Route 3	IA.10 t/m IA.13, IA.20,IA.21 en IA.24	1.5E-08	n.v.t.
Route 4	IA.6, IA.8, IA.16,IA.18	2.0E-09	1.27E-08
Route 5	IA.16, IA.18 t/m IA.23 en IA.25	2.9E-08	n.v.t.
Route 6	IA.1 t/m IA.4	n.v.t.	1.7E-08
Route 7	IA.34 en IA.41	5.7E-11	3.01E-09
Route 8	IA.26	3.3E-09	1.46E-08

Tabel 9. IPR bij 2 x 365 passages per jaar

Het aantal passages van de wegen is niet bekend. Daarom is voor elke weg het aantal passages berekend waarbij de toetswaarde van 2E-3 wordt bereikt.

	Aantal Fietsers per dag	Aantal vrachtauto's per dag
Route 1	6.7E+07	n.v.t.
Route 2	4.8E+07	1.2E+06
Route 3	2.6E+05	n.v.t.
Route 4	2.0E+06	3.1E+05
Route 5	1.4E+05	n.v.t.
Route 6	n.v.t.	2.4E+05
Route 7	7.0E+07	1.3E+06
Route 8	1.2E+06	2.7E+05

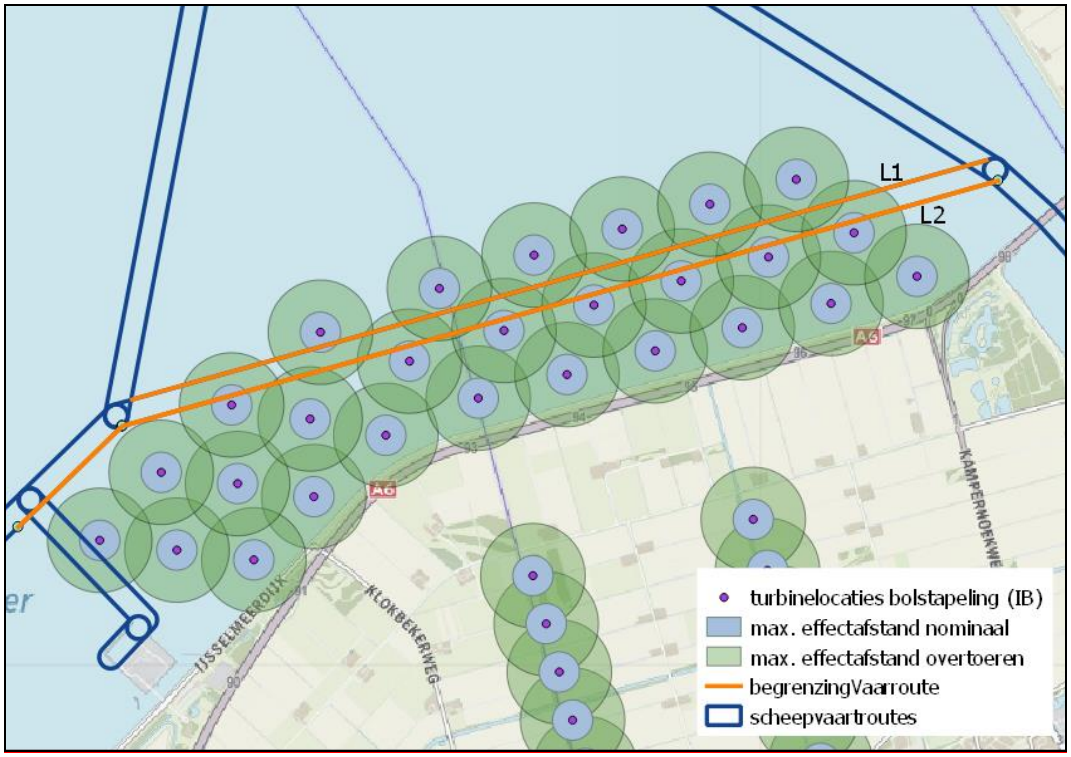
Tabel 10. Aantal passages per dag voor bereiken van MR van 2E-3 per jaar

Deze hoge aantallen zullen op deze routes niet voorkomen. Het betreffende risico is dus acceptabel.

4.6. Waterwegen

Er bevinden zich twee binnenvaart vaarroutes in de buurt van het plangebied dat onderdeel is van het basisnet water. Aangenomen wordt dat de vaarroutes liggen zoals de begrenzingen in figuur 11 (paarse en oranje lijnen) is weergegeven en dat de oranje vaarroute behoorte tot de corridor Amsterdam-Noord Nederland.

De breedte van deze routes is overal 200 meter. Alle turbines in alle varianten liggen meer dan een halve rotordiameter (76 meter) van deze vaarwegbegrenzingen. De minimale afstand is 79 meter, dit is het geval bij turbine IB.40. Hiermee wordt voldaan aan het criterium dat de turbines op minimaal een halve rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50m, moeten liggen.



Figuur 11. Vaarwegroute bij bolstapeling (variant IB)

Transport gevaarlijke stoffen

Omdat zowel uitgegaan wordt van vervoer van brandbare vloeistoffen als toxische gassen wordt voor beide stofcategorieen de toename op de faalfrequentie per voertuigkilometer berekend. Uitgegaan wordt van een scenario waarbij een kleine uitstroming plaatsvindt in het geval van een dubbelwandige container (bij LF). Verder wordt, bij gebrek aan statistische gegeven, aangenomen dat er altijd een relevante uitstroming plaatsvindt op het moment dat het binnenvaartschip wordt getroffen door een afbrekend turbineblad. Dit is een zeer conservatieve benadering. In werkelijkheid zal de kans op uitstroming lager zijn.

Tabel 11 toont de transportgegevens van de Regeling Basisnet en de scheepsschadefrequentie van het betreffende baanvak [11].

Corridor	Vaarroute	scheepsschade frequentie (1/vtgkm)	LF1	LF2	GT3
Rijn - Oost-Nederland	Ketelmeer (vanaf Keteldiep tot IJsselmeer)	3.6E-8	810	347	0
Amsterdam – Noord Nederland	IJsselmeer (vanaf Houtribsluizen tot Prinses Margrietkanaal)	3.5E-8	2786	1162	30

Tabel 11. Transportgegevens vaarroute basisnet [10]

Tabel 12 toont de scheepsschadefrequneties, de vervolgkansen op relevante uitstroming en de resulterende kans op uitstroming per voertuigkilometer.

stofcategorie	scheepsschade frequentie (1/vtg x km)	vervolgkans uitstroming	Totale kans uitstroming (1/vtg km)
brandbare vloeistoffen (LF1 en LF2)	3.5E-08	0.02	7.0E-10
Toxische gassen (GT3)	3.5E-08	0.0125	4.4E-10

Tabel 12. Scheepsschadefrequenties en kansen op uitstroming per stofcategorie

Tabel 13 toont de toename op de trefkans voor het vervoer van brandbare vloeistoffen en toxische gassen.

variant	Trefkans per passage per kilometer		Toename kans bij vervoer LF1 en LF2 (%)		Toename kans bij vervoer GT3 (%)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2
basisvariant IR	1.2E-10	1.1E-10	17.2	15.9	27.5	25.4
Variant IA	1.1E-10	9.7E-11	16.1	13.8	25.7	22.1
Variant IB	1.1E-10	7.7E-10	15.9	110.7	25.5	177.1

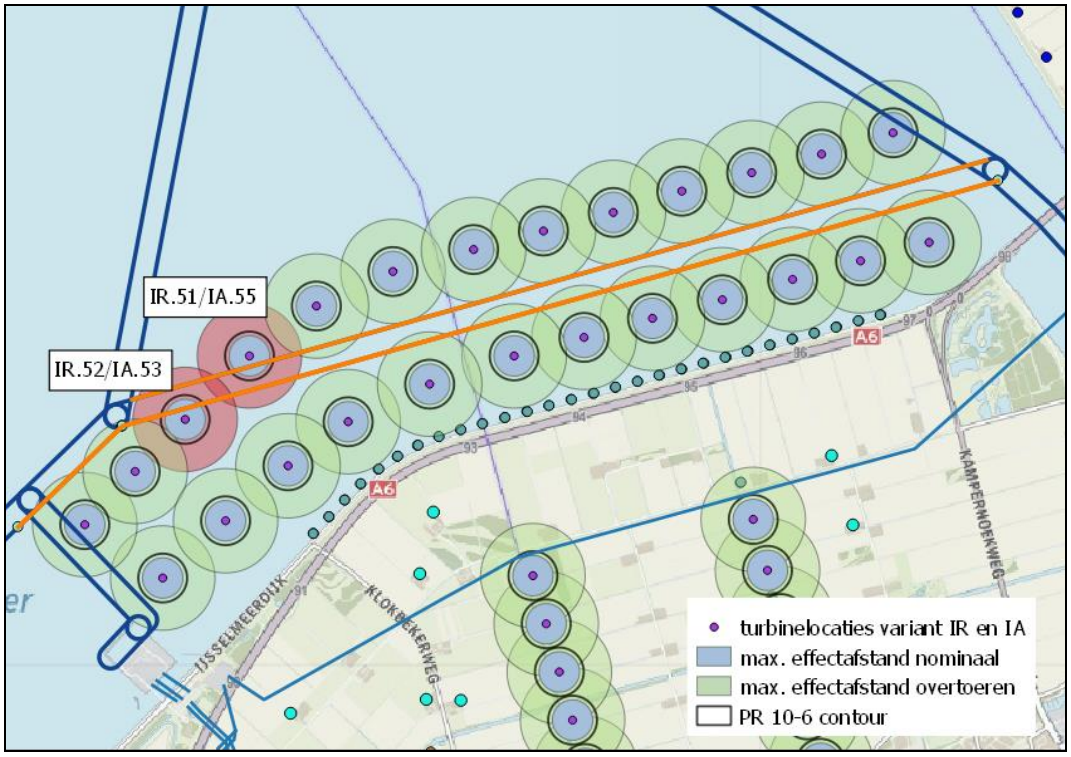
Tabel 13. Toename trefkans

De toename van de kans op uitstroming neemt in alle gevallen met meer dan 10% toe Dit wordt veroorzaakt door enkele turbines. Bij de turbines waarbij de route binnen het invloedsgebied van bladworp met nominaal toerental ligt heeft zowel het scenario mastbreuk als bladworp bij nominaal toerental een grote impact op de toename. Voor de varianten IR en IA (figuur 12) en variant IB (figuur 13) zijn de maximale werpafstanden bij overtoeren van de turbines die zorgen overschrijding weergegeven in met een rode kleur.

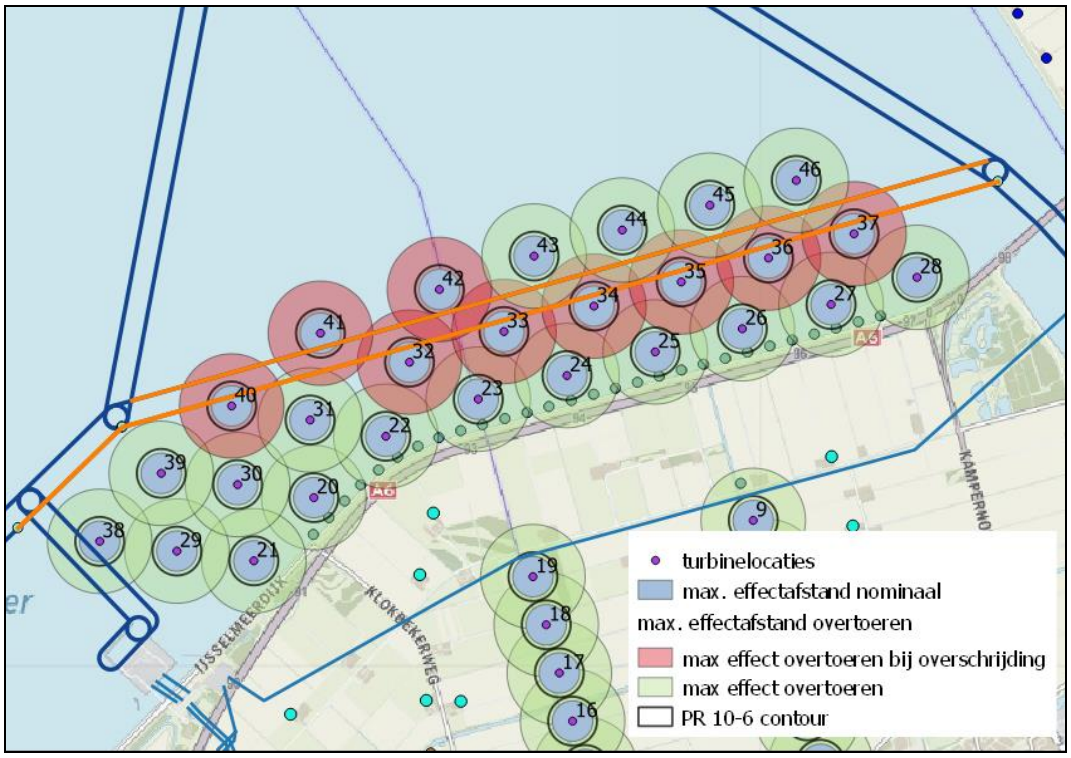
De toename in de catastrofale faalfrequentie overschrijt de richtwaarde (10% toename). Plaatsing van de windturbine is echter niet uitgesloten, maar er kan worden geëist dat (door middel van een QRA) wordt aangetoond dat de beschouwde transportroute ook na plaatsing van de windturbine nog voldoet aan de normen voor het plaatsgebonden risico. De normen voor het plaatsgebonden risico zijn dat:

1. Er geen kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contour van de vaarweg mogen liggen en
2. Er geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-5} contour van de vaarweg mogen liggen.

De huidig PR-contour van de corridoren Amsterdam - Noord-Nederland en Rijn – Oost-Nederland is 0 meter [10]. Beide normen zullen na plaatsing van de windturbines niet overschreden worden gezien de afstand van het dichtsbijzinde kwetsbaar object ten opzichte van de vaarweg bijna 5 kilometer is (woningen in Swifterband). De vrijstaande boerderijen zijn beperkt kwetsbaar en liggen op minimaal 2 kilometer van de vaarweg.



Figuur 12. Turbines die zorgen voor overschrijding van meer dan 10% uitstromingsfrequentie VGS in varianten IR en IA.



Figuur 13. Turbines die zorgen voor overschrijding van meer dan 10% uitstromingsfrequentie VGS in variant IB

IPR en MR

Van de oranje vaarroute uit de figuur is, per variant, de trefkans van een binnenvaartschip, het IPR en het maximaal aantal passages voor bereiken van de toetswarade van het MR, berekend. De hoogste trefkans wordt bereikt als een binnenvaartschip aan de randen van de begrenzing vaart. Aangenomen wordt dat de schip een lengte + remweg heeft van 150 meter, een breedte heeft van 10 meter en een snelheid van 25 km/uur. Er worden in de berekeningen twee situaties onderscheiden:

- L1: schip vaart aan rand van de noordzijde van de vaarwegbegrenzing;
- L2: schip vaart aan rand van de zuidzijde van de vaarwegbegrenzing.

variant	**IPR**		**max MR**	
	L1	**L2**	**L1**	**L2**
basisvariant IR	2.9E-09	2.5E-09	5.1E+08	5.7E+08
Variant IA	2.6E-09	2.2E-09	5.5E+08	6.7E+08
Variant IB	2.2E-09	1.8E-08	6.8E+08	8.2E+07

Tabel 14. Trefkans, IPR en maximaal aantal passages per jaar voor MR

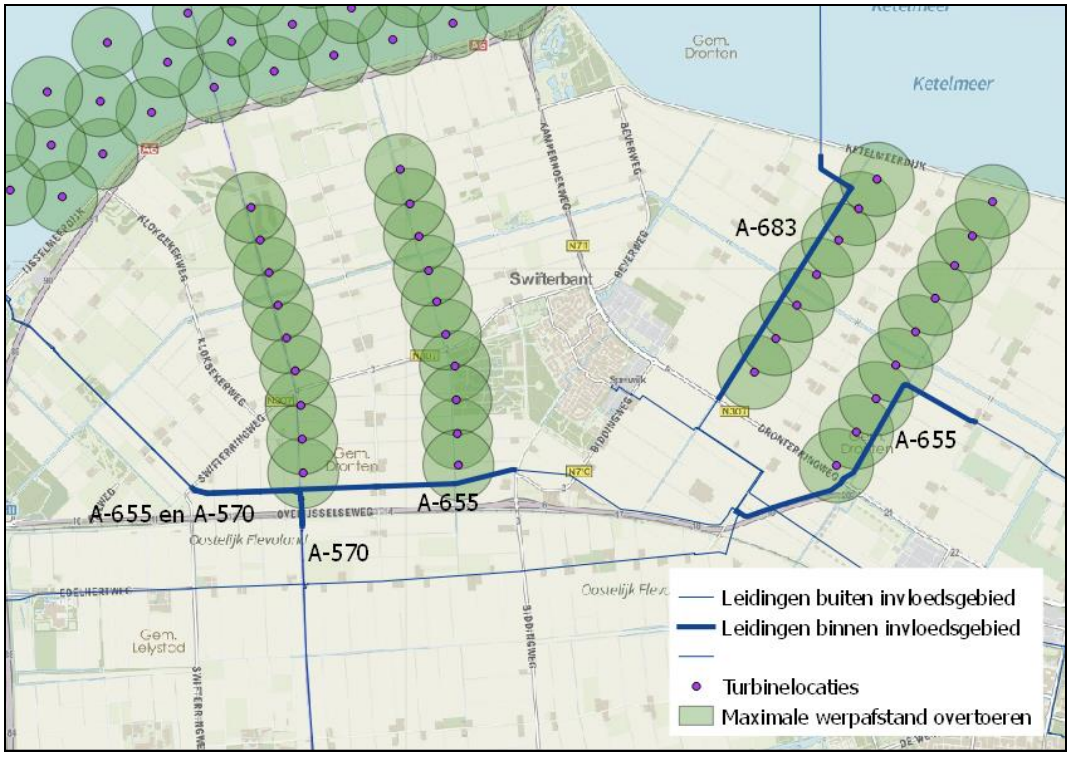
Er wordt zowel aan de normen van het IPR als het MR voldaan.

4.7. Spoorwegen

De te realiseren windturbines liggen in de buurt van de spoorroute Weesp-Hattem. Deze spoorroute maakt die onderdeel uit van het basisnet spoor. De dichtbijzijnde turbine is turbine die in alle varianten voorkomt en wordt aangeduid als IR 11 (basisvariant), IA 11 (variant A) en IB15 (variant B)) De turbine ligt op 537 meter van de rand van het spoor. De worst-case maximale werpafstand bij overtoeren van de een turbine op deze locatie is in dit geval 456 meter. Dit betekent dat de spoorlijn buiten het invloedsgebied van de alle windturbines in alle varianten valt en daarom geen belemmering vormt.

4.8. Ondergrondse en bovengrondse buisleidingen

Er zijn geen bovengrondse buisleidingen in en rondom het plangebied. Alle ondergrondse buisleidingen vallen buiten de PR 10^{-5} contour, dit betekent dat het scenario rotorafworp niet relevant is. De aargasleidingen worden weergegeven in figuur 14.



Figuur 14. Aardgasleidingen in het invloedsgebied

Leiding	Rekgrens	gasdruk	diameter	wanddikte	gem. diepte	autonome faafreq.
	pa	bar	mm	mm	m	1/ (km*jaar)
A-655 (west)	414E6	80	610	11.1	1.93	2.979E-07
A570 (zuid)	414E6	66.2	457	8.3	6.68	4.766E-06
A570 (west)	386E6	66.2	457	9.65	1.27	4.500E-06
A-683	414E6	66.2	406.4	6.2	1.94	3.864E-06
A-655 (oost)	414E6	80	610	11.1	2.00	2.507E-07

Tabel 15. Parameters aardgasleidingen

Tabel 16 geeft de leidinglengte binnen het invloedsgebied van de turbines, de trefkans (totaal en per kilometer) en de toename van de trefkans op de autonome faalfrequentie van de leiding.

Leiding	leiding lengte	Trefkans	Trefkans	toename op ff
	m	1/jaar	1/(km x jaar)	%
A-655 (west)	1629	3.6E-08	2.2E-08	+ 7%
A570 (zuid)	573	0 *)	-	-
A570 (west)	441	1.0E-08	2.3E-08	+ 1%
A-683	3320	1.5E-07	4.6E-08	+ 1%
A-655 (oost)	2144	7.2E-08	3.4E-08	**+ 13%**

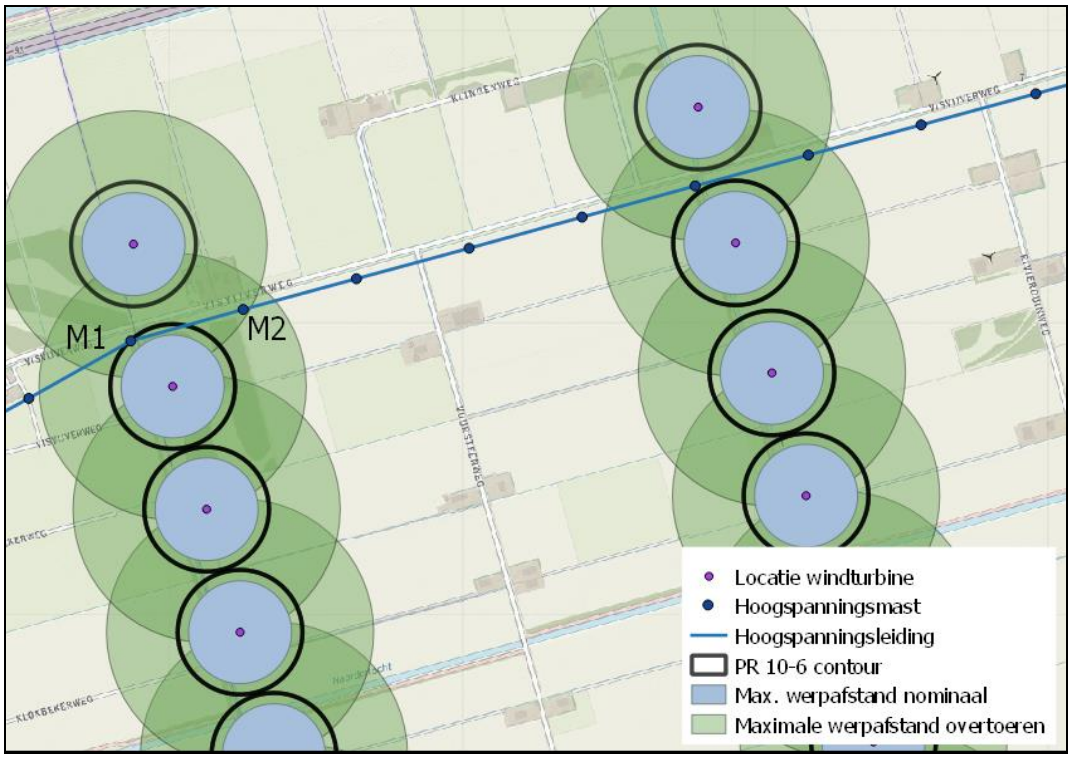
Tabel 16. Trefkansen aardgasleidingen

Dit betekent dat voor deze laatste leiding niet aan de richtlijn van maximaal 10% wordt voldaan. Er moet, in overleg met de Gasunie, nader onderzoek gedaan worden of de 13% toename van leiding A655 leidt tot een PR 10^{-6} contour die buiten de buisleiding ligt.

*) De leiding ligt zo diep dat de breedte van de kritische stroken van de scenario's bladworp nominaal en overtoeren gelijk is aan nul. De breedtes van kritische stroken van de scenario's mastbreuk en gondelafworp zijn groter dan nul, maar dit deel van de leiding ligt buiten het invloedsgebied van deze scenario's.

4.9. Hoogspanningsinfrastructuur

In het plangebied bevinden zich enkele bovengrondse hoogspanningsleidingen en -masten. Figuur 15 geeft deze hoogspanningsleidingen weer. Er is één set van turbines (IR.19, IA.23 en IB.19) waarbij hoogspanningsleidingen en masten binnen de PR 10^{-6} contour liggen. Het invloedsgebied van deze turbines overlapt met het invloedsgebied van turbine IA.25 (turbine linksboven), daarom wordt deze turbine ook meegenomen in de trefkansberekeningen.



Figuur 15. Hoogspanningsmasten en –leidingen binnen maximale werpafstand

Van deze turbines is de trefkans op de hoogspanningsleiding en -masten bepaald. Alle hoogspanningsinfrastructuur ligt buiten de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Dit betekent dat twee scenario's relevant zijn: mastbreuk en bladworp in overtoerensituatie. De linkermast (M1) heeft een hoogte van 45 meter en de rechtermast (M2) van 48 m. [4]. Aangenomen wordt dat beide masten 5 meter lang en breed zijn. De bladlengte waarmee gerekend wordt is 74 meter. De effectieve breedte van de masten wordt berekend door aan beide zijden 2/3 van de bladlengte bij de breedte op te tellen.

Dit betekent dat er gerekend wordt met een breedte van 103.7 m. Bij de hoogte van de mast wordt 2/3 van de bladlengte (aan de bovenkant) opgeteld. Dit betekent dat gerekend wordt met een effectieve masthoogte van 94.3 meter voor M1 en 97.3 meter voor M2. Voor berekening van de trefkansen van de mast en leidingen is aangesloten bij de methodiek beschreven in [2] waarbij uitgegaan wordt van bladafworp op basis van een vertikaal oppervlak ([ref] paragraaf 7.1.2). Voor berekening van de hoekfracties zijn goniometrische formules gebruikt.

In tabel 17 zijn per hoogspanningsmast (M1 en M2) en per turbine de trefkansen voor de twee scenario's gegeven. Bij het scenario mastbreuk is alleen de hoekfractie van belang waarbij falen van de mast leidt tot het treffen van de mast en/of hoogspanningslijn. De trefkans voor dit scenario is berekend met vergelijkingen in paragraaf 5.2 van bijlage C van [2], waarbij de minimale afstand tussen turbine en hoogspanningslijn is bepaald op 188 meter.

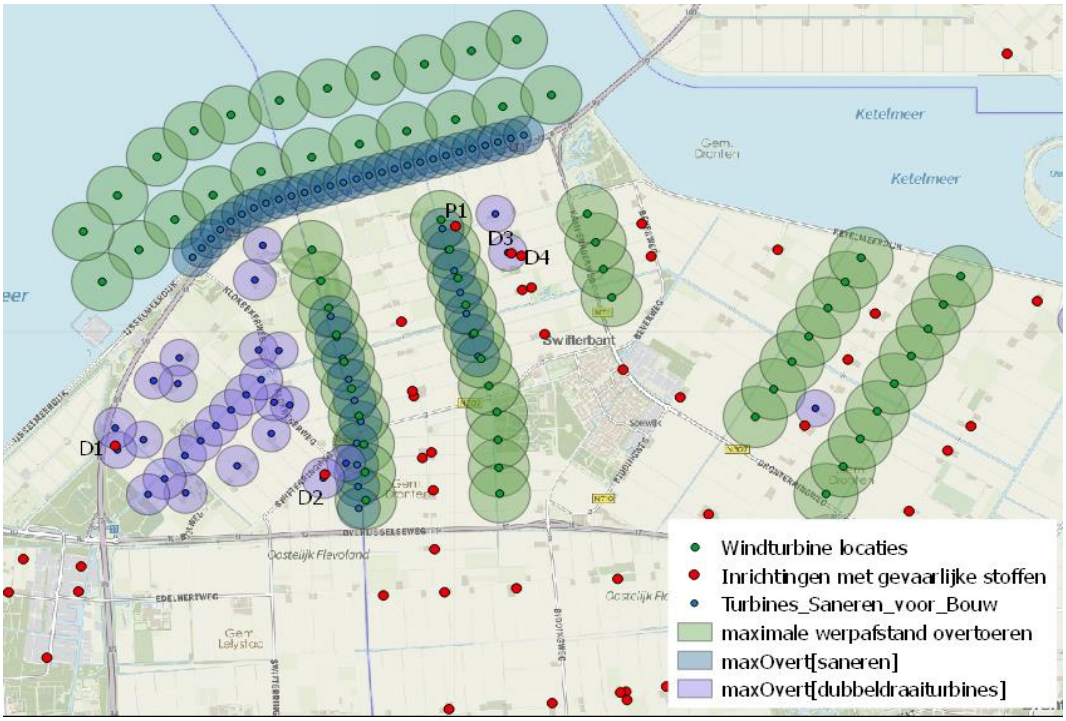
	trefkansen bladbreuk overtoeren			**trefkans mastbreuk**	**TOTAAL**
	masten			**mast + lijnen**	
	M1	**M2**	**lijnen**	**M1**	
IA.25	2.1E-08	1.3E-08	9.9E-08	-	1.3E-07
IR.19, IA.23 en IB.19	4.5E-08	1.9E-08	2.0E-07	4.5E-05	4.5E-05
Totaal					**4.5E-5**

Tabel 17. Trefkansen per jaar per scenario

De totale trefkans is 4.5E-5 per jaar en wordt bepaald door het scenario mastbreuk. Er moet in overleg met Tennet getreden worden hierover.

4.10. Industrie

Voor inventarisatie van de inrichtingen met gevaarlijke stoffen is de risicokaart [3] geraadpleegd. Een overzicht is weergegeven in figuur 16.



Figuur 16. Inrichtingen met gevaarlijke stoffen

Er bevinden zich vijf bovengrondse propaantanks binnen het invloedsgebied van een aantal turbines.

Turbines	situatie	Inhoud (L)
P1	2x planturbine + 1x saneerturbine	8000
D1	2x dubbeldraaiturbines	8000
D2	1xdubbeldraaiturbines	3000
D3	1xdubbeldraaiturbines	3000
D4	1xdubbeldraaiturbines	5000

Er bevindt zich één bovengrondse propaantank van 8000 l binnen het invloedsgebied van een aantal turbines in de plansituatie [3]. De tank ligt buiten de PR 10^{-6} (213 m) van alle turbines, en daarom is alleen het scenario bladbreuk in overtoerensituatie relevant. Om na te gaan wat het indirecte risico is dat de propaantank wordt getroffen door een een blad van de windturbine, is de indicatieve trefkans bepaald. Uitgegaan wordt van een diameter van 1.5 meter, een lengte van 5 meter en een hoogte van 2 meter. Voor de bepaling van de trefkans is uitgegaan van de methodiek die beschreven is in Bijlage C paragraaf 3.3.2, omdat het object een beperkte hoogte heeft. In deze methode wordt rekening gehouden met de hoogte van de tank en de mogelijkheid dat het zwaartepunt van het blad terechtkomt binnen een afstand van 2/3 van de lengte van het afgebroken blad tot de betreffende installatie. De raakfrequenties worden weergegeven in Tabel 18tabel 18. Dit is inclusief de initiële faalfrequentie voor het scenario bladbreuk bij overtoeren (5E-6) per turbine per jaar.

Turbines	Afstand	Trefkans
IR.9 en IA.13 en IB.9	374 m	1.1E-08
IA.24	239 m	1.5E-08

Tabel 18. Trefkansen propaantank

5. Conclusies

Algemeen
Hieronder zijn per subonderwerp de conclusies weergegeven.

Worst-case turbine
De turbinetypes met de hoogste waarde voor de maximale werpafstand in overtoerensituatie zijn de fictieve turbines [1] WT1 en WT2 bij een toerental van 10.05 resp. 9.32 RPM.

De maximale werpafstand voor WT1 is 176 meter bij nominaal toerental en 456 meter bij overtoeren. De maximale werpafstand voor WT2 is 190 meter bij nominaal toerental en 477 meter bij overtoeren.

Plaatsgebonden risico
De PR 10^{-6} voor WT1 ligt 213 meter en voor WT2 op 248 meter van de turbines.
De PR 10^{-5} voor WT1 ligt 76 meter en voor WT2 op 82 meter van de turbines.

Onderdeel Bebouwing
Er bevinden zich enkele verspreid liggende woningen (beperkt kwetsbaar) en (onderdelen van) argrarische bedrijven (beperkt kwetsbaar) binnen de contouren voor de maximale werpafstanden. Er bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} contouren van de windturbines. Hiermee is aan dit criterium voldaan.

Onderdeel Wegen
Rijksweg A6
De turbines bevinden zich op meer dan een halve rotordiameter van de weg. De toename op de faalfrequentie voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is 0.002 %, dit is ruim minder dan 10%.

Het berekende IPR is gelijk aan 1.1E-10. Dit is ruim lager dan de maximaal toegestane IPR van 1E-6.

Bij 38.000 voertuigen over de A6 per dag is de waarde van het MR gelijk aan 2.0E-06 per jaar. Dit is ruim lager dan de toetswaarde voor het MR van 2E-3.

Overige wegen
Het IPR en MR van de overige wegen en fietspaden is berekend. In alle gevallen is het IPR en de verwachting van het MR ruim lager dan de toetswaarde.

Onderdeel waterwegen
Er bevinden zich twee binnenvaart vaarroutes in de buurt van het plangebied dat onderdeel is van het basisnet water.

De turbines bevinden zich op meer dan een halve rotordiameter van de weg. De toename op de faalfrequentie voor het vervoer van brandbare vloeistoffen is maximaal 177 %, dit is fors meer dan 10%. De toename in de catastrofale faalfrequentie overschrijdt dus de richtwaarde (10% toename). Hierdoor kan worden geëist dat wordt aangetoond dat de beschouwde transportroute ook na plaatsing van de windturbine nog voldoet aan de

normen voor het plaatsgebonden risico. De normen voor het plaatsgebonden risico zijn dat:

1. Er geen kwetsbaar object binnen de PR 10^{-6} contour van de vaarweg mag liggen en
2. Er geen beperkt kwetsbaar object binnen de PR 10^{-5} contour van de vaarweg mag liggen.

De huidig PR-contour van de corridoren Amsterdam - Noord-Nederland en Rijn – Oost-Nederland is 0 meter. Beide normen zullen na plaatsing van de windturbines niet overschreden worden gezien de afstand van het dichtsbijzinde kwetsbaar object ten opzichte van de vaarweg bijna 5 kilometer is (woningen in Swifterband). De vrijstaande boerderijen zijn beperkt kwetsbaar en liggen op minimaal 2 kilometer van de vaarweg.

Onderdeel spoorwegen
Alle spoorlijnen liggen buiten het invloedsgebied van alle windturbines in alle varianten vormen daarom geen belemmering.

Onderdeel ondergrondse buisleidingen
Er liggen vier delen van buisleidingen binnen het invloedsgebied van de turbines. In drie van de vier gevallen is de berekende toename op de autonome faalfrequentie kleiner dan 10%. In één geval (het oostelijk deel van buisleiding A-655) is de toename 13%. Dit betekent dat voor deze laatste leiding niet aan de richtlijn van maximaal 10% wordt voldaan. Er moet, in overleg met de Gasunie, nader onderzoek gedaan worden of de 13% toename van leiding A655 leidt tot een PR 10^{-6} contour die buiten de buisleiding ligt.

Onderdeel hoogspanningsinfrastructuur
Er bevindt zich een hoogspanningslijn en enkele hoogspanningsmasten binnen het invloedsgebied. Er bevindt zich één hoogspanningsmast binnen de PR10^{-6} contour van één turbine. De totale trefkans is 4.5E-5 per jaar en wordt bepaald door het scenario mastbreuk. Er moet in overleg met Tennet getreden worden hierover.

Onderdeel industrie
Er bevindt zich één propaantank van 8000 liter binnen het invloedsgebied van twee turbines. De trefkansen zijn 1.1E-8 en 1.5E-8 per jaar.

Referenties

nr	datum	Omschrijving referentie
[1]	1-8-2017	Witteveen+Bos Referentie: UT615-46/17-011.048 MER Windplan Blauw Technische uitgangspunten onderzoeken MER fase 2 Nuon Wind development B.V. en Windvereniging SwifterwinT B.V.
[2]	2014	DNV GL, i.o.v. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Handboek Risicozonering Windturbines, 3e geactualiseerde versie mei 2013 en herziene versie 3.1 september 2014.
[3]	2017	Risicokaart: website: http://www.risicokaart.nl
[4]	2017	hoogspanningsnetkaart versie 6.0 http://webkaart.hoogspanningsnet.com
[5]	2017	GIS portal verkeersintensiteiten https://gisportal.anteagroup.nl/HTML5/INWEVAIntensiteiten/Mobiel
[6]	15-8-2017	mailwisseling met opdrachtgever
[7]	16-8-2017	Mailwisseling met Gasunie: leidinggegevens van de ondergrondse aardgasleidingen
[8]	25-8-2017	Mailwisseling met Gasunie: autonome faalfrequenties van de aardgasleidingen
[9]	2017	BAG-Populatieservice, https://populatieservice.demis.nl
[10]	2014	Ministerie I&M Regeling Basisnet Staatscourant 19 maart 2014, nr. 8242
[11]	11-1-2017	Handleiding Risicoanalyse Transport versie 1.2, RIVM

Bijlagen

B1 Parameters mogelijke turbines

					max. effectafstand		PR	
type	**as hoogte**	**rotor diam**	**vermogen (kW)**	**toerental (RPM)**	**nom inaal**	**over toeren**	**10^{-5}**	**10^{-6}**
shortlist								
Gamesa G132-5.0	120	132	5	12	175	469	66	186
	140	132	5	12	185	484	66	206
Lagerwey L136-4.5	120	136	4.5	11	163	428	68	188
	132	136	4.5	11	169	437	68	200
	140	136	4.5	11	173	443	68	208
	166	136	4.5	11	185	462	68	234
Enercon E141-EP4-4.2	129	141	4.2	11	175	460	71	200
	135	141	4.2	11	178	465	71	206
	159	141	4.2	11	190	483	71	230
fictief								
WT1	137	152	5.0	10.05	176	456	76	213
WT2	166	164	5.0	9.32	190	477	82	248

Tabel 19

III

BIJLAGE: KWANTITATIEF ONDERZOEK SCHEEPVAARTVEILIGHEID

Aanvaar- en aandrijffrequenties windpark Blauw

Conceptrapport

Rapport Nr. : 30475-1-MSCN-rev.1
Datum : 4 oktober 2017

Paraaf Management:

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 47 99 11
T +31 317 49 39 11

E mscn@marin.nl
I www.marin.nl

Aanvaar- en aandrijffrequenties windpark Blauw

Opdrachtgever : Witteveen+Bos
K.R. Poststraat 100-3
8441 ER HEERENVEEN

Revisie nr.	Status	Datum	Auteur	Voor gezien
0	Concept	29 sept. 2017	Y. Koldenhof	
1	Concept	4 okt. 2017	N. Hobo Y. Koldenhof	

INHOUDSOPGAVE

Page

1 INLEIDING 4

2 DOELSTELLING VAN DE STUDIE 5

3 WERKWIJZE 6
3.1 AIS-analyse 6
3.2 SAMSON 6
3.2.1 SAMSON-model 6
3.2.2 Contact model 6
3.3 Ongevallen IJsselmeer 8

4 IDENTIFICEREN VAN DE MOGELIJKE RISICO'S 9
4.1 Situatie schets / toelichting varianten 9
4.2 Eerste inschatting mogelijke risico's 12
4.3 Situatie voor Ketelbrug 12

5 VERKEERSANALYSE IJSSELMEER 14
5.1 AIS-analyse 14
5.2 BIVAS gegevens 16
5.3 Routes door het park 17

6 ANALYSE VAN DE RISICO's 19
6.1 Aanvaar/aandrijfkansen beroepsvaart: SAMSON 19
6.2 Aanvaarkansen recreatievaart 22
6.2.1 Aanvaren/aandrijven turbine 22
6.2.2 Gevolgen aanvaring/aandrijving 22
6.2.3 Schatten van het aandrijffrequentie een klein schip 22
6.2.4 Gebruik windturbines in geval van ongeval 23
6.3 Verkeersituatie 24

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 26
7.1 Conclusies/samenvatting 26
7.2 Aanbevelingen 27

REFERENTIES 28

BIJLAGE A: Aantallen BIVAS 29

BIJLAGE B: MEMO MARIN 34

1 INLEIDING

Witteveen+Bos werkt aan het opstellen van de MER voor windpark Blauw, waarvan een aantal turbines in het IJsselmeer zullen komen te staan. Hierdoor ontstaan risico's voor de passerende scheepvaart, welke beschreven moeten worden in de MER.

De aanvaarrisico's zijn gekwantificeerd door berekeningen uit te voeren met het SAMSON (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea). De berekening zijn vergelijkbaar zijn met de studies uitgevoerd voor windpark Noordoostpolder en Fryslan.

In de eerste fase zullen 4 inrichtingsvarianten onderzocht worden, wat moet leiden tot een VKA. Uiteindelijk is er voor gekozen voor twee inrichtingsvarianten de berekeningen uit te voeren met twee verschillende verkeersdatabases.

Leeswijzer

De doelstelling van de studie wordt kort toegelicht in hoofdstuk 2. De werkwijze wordt toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de mogelijke risico's beschreven. Belangrijke onderdeel van de studie is de verkeersanalyse, de resultaten hiervan staan in hoofdstuk 5, de resultaten van SAMSON worden gegeven in 6. Tenslotte worden de conclusies en aanbevelingen gegeven in hoofdstuk 7

Gebruikte afkortingen in de rapportage

AIS	: Automatic Identification System
MARIN	: Maritime Research Institute Netherlands
MMSI	: Maritime Mobile Service Identity
SAMSON	: Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea
VKA	: VoorKeursAlternatief

2 DOELSTELLING VAN DE STUDIE

Het bepalen van de risico's voor de scheepvaart van de aanwezigheid van de windturbines in het IJsselmeer van Windpark Blauw. Daarbij gaat het om de kans dat de turbines worden aangevaren en de mogelijke daaruit volgende milieuschade.

Figuur 2-1 Deelgebieden windpark Blauw

3 WERKWIJZE

3.1 AIS-analyse

Op basis van AIS-data over 2016 is gekeken naar het scheepvaartverkeer in het gebied. De dekking van de AIS in dit gebied is niet goed, maar het geeft een goed eerste beeld van de routes die schepen varen in het gebied. De resultaten van de analyse zijn weergegeven in hoofdstuk 5.1

3.2 SAMSON

De kans op een aanvaring/aandrijving 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 3.2.1. In 3.2.2 wordt het contact-model binnen het SAMSON model beschreven.

3.2.1 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.

3.2.2 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 vaarroute een schip het object zal raken als er wel iets “mis” gaat. Hieruit volgt dus het aantal kritische mijlen (kilometers) van een vaarroute. 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 vaarroute 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 3.3).

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 vaarroute 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 ongevallendatabase, dus de invloed van de eigenschappen van het gebied zoals stroming, wind, golfklimaat zitten “in” de ongevalskans.

3.3 Ongevallen IJsselmeer

Voor de studie naar het effect van windpark Fryslan, ook op het IJsselmeer [1] is een uitgebreide analyse van de ongevallen op het IJsselmeer uitgevoerd. Hierbij is gekeken naar de ongevallen in de periode 2001-2012, gebaseerd op de SOS-database van RWS. Hierbij is een selectie toegepast voor de relevante vaarwegen op het IJsselmeer. Het uiteindelijke doel van de analyse was om te komen tot basis ongevalskansen voor het IJsselmeer die nodig zijn binnen de berekeningen met SAMSON.

"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[1]), nodig binnen het SAMSON model, wordt 7,82E-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." [1]

	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

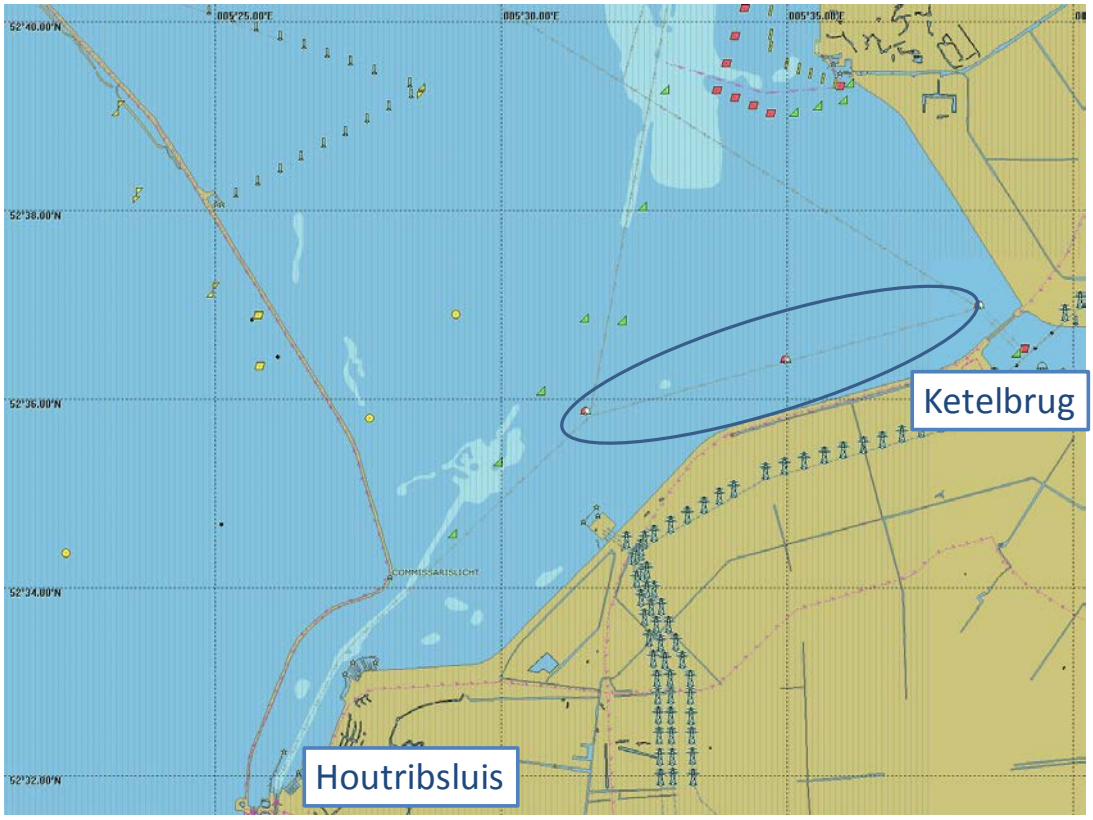
Om de aanvaarfrequenties voor Windpark Blauw te bepalen is geen update uitgevoerd van de ongevalskans. De verwachting is dat zowel in de verkeersintensiteit als in het aantal ongevallen geen significante wijzigingen zijn, dus dat de basis ongevalskans ook niet significant anders zal zijn.

[1] nm = nautische mijl; 1 nm = 1852 m = 1.852km

4 IDENTIFICEREN VAN DE MOGELIJKE RISICO'S

4.1 Situatie schets / toelichting varianten

De analyse binnen deze studie bekijkt alleen de risico's voor de turbines die in het water staan. De turbines zullen in het IJsselmeer komen te staan langs de gemarkeerde vaarroute tussen de Ketelbrug en de Houtribsluis. De vaarweg is gemarkeerd doormiddel van drie boeien (zie Figuur 4-1)



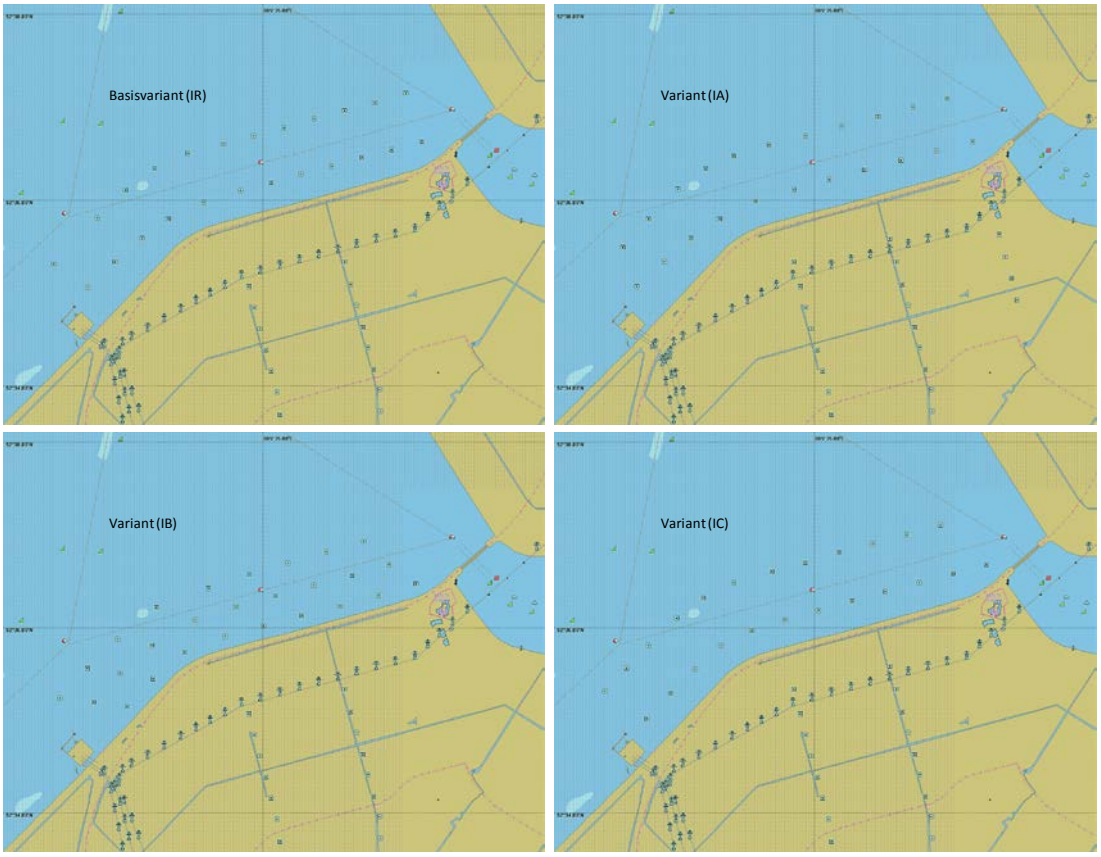
Figuur 4-1 Overzicht huidige situatie op de locatie van WP Blauw

Een belangrijk uitgangspunt bij het inrichten van het park is dat de gemarkeerde vaarroute tussen de Ketelbrug en de Houtribsluis gehandhaafd blijft. En dat de turbines voldoende ver uit elkaar staan dat het mogelijk is voor schepen tussen de turbines in het park te varen.

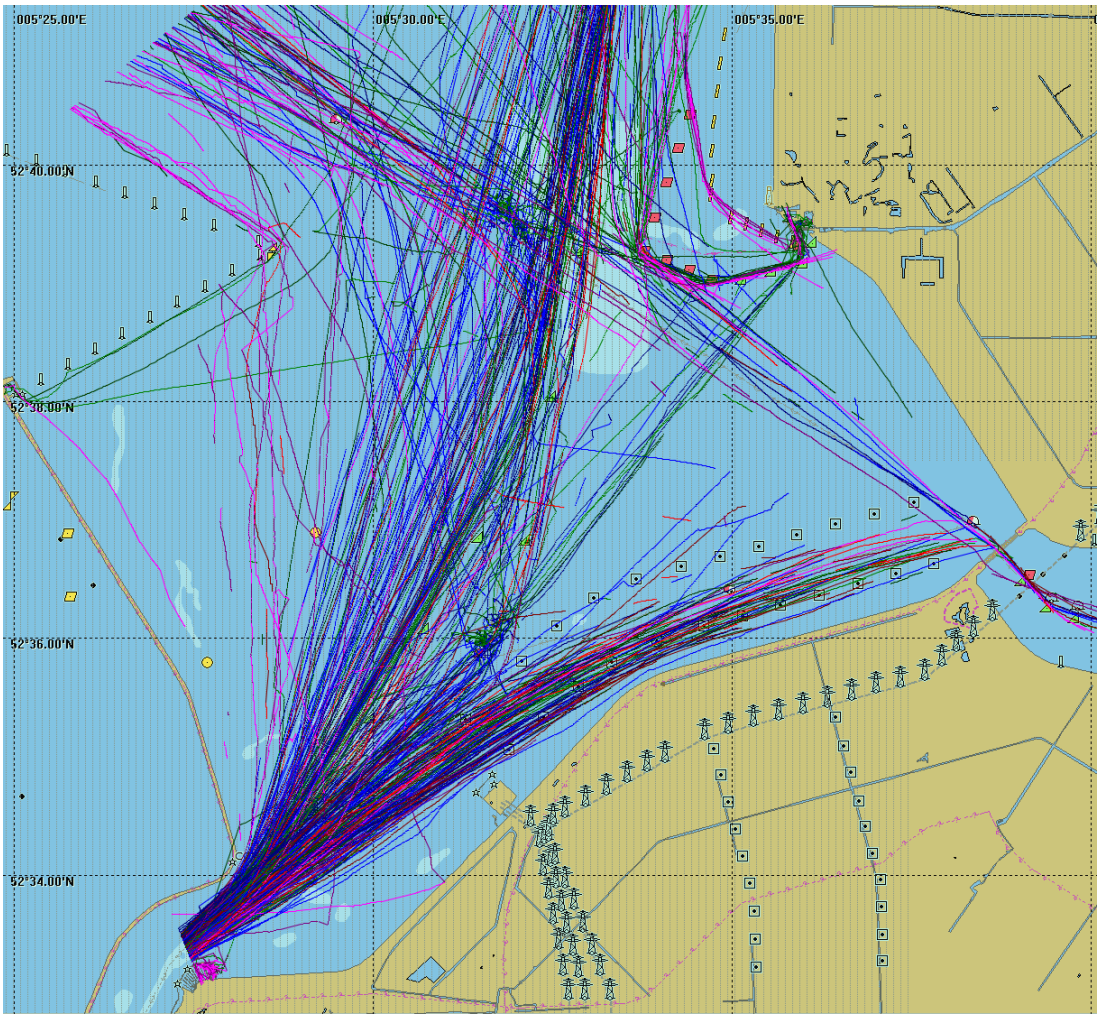
In totaal heeft dit 4 verschillende inrichtingsvarianten opgeleverd.

Variant	Totaal aantal turbines in het IJsselmeer	Aantal rijen turbines
Basisvariant (IR)	24	2
Variant IA	22	2
Variant IB	27	3
Variant IC	24	2

Een eerste kwalitatieve beschouwing van de resultaten is uitgevoerd als voorbereiding voor een overleg tussen Witteveen+Bos en RWS. Deze eerste analyse is opgeleverd in een memo, deze is bijgevoegd als bijlage. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit uitgevoerd is voor dat de detail verkeersgegevens bekend waren en voordat de berekeningen met SAMSON uitgevoerd zijn.



Figuur 4-2 Overzicht van de 4 inrichtingsvarianten.



Figuur 4-3 Tracks van 1 week in april 2016, gebaseerd op AIS-data

Figuur 5-1 laat nogmaals de inrichting van de basisvariant zien, in de figuur zijn ook de track weergegeven gebaseerd op1 week AIS-data in april 2016. Hierin zijn alleen de tracks van schepen zichtbaar die AIS aanboord hebben. De kleinere recreatievaartuigen zonder AIS- zijn niet zichtbaar op de figuur. In hoofdstuk 5.1 zal meer in detail in gegaan worden op de verkeerssituatie ter plaatse.

4.2 Eerste inschatting mogelijke 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 of dat routes door de aanwezigheid van de turbines verplaatsten. 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. Of dat de verkeerssituatie complexer wordt, of juist niet. 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, is in deze situatie aanwezig. Dit risico zal gekwantificeerd worden met behulp van SAMSON.

Als voorbereiding op de SAMSON-sommen en onderliggende rapportage is een korte memo opgeleverd waarin een eerste inschatting gemaakt is van de meest risico volle turbines. Bij het opstellen van de memo was variant IC nog niet bekend en is dus niet mee genomen. Ook waren nog niet alle details bekend over de verkeersstromen (aantallen vanuit BIVAS), dus dit is ook niet mee genomen in de eerste analyse. De memo is toegevoegd als Bijlage B.

Het effect van veranderende verkeersstromen zal op een meer kwalitatieve wijze aan de orde komen en is in meet detail beschreven in hoofdstuk 5.3.

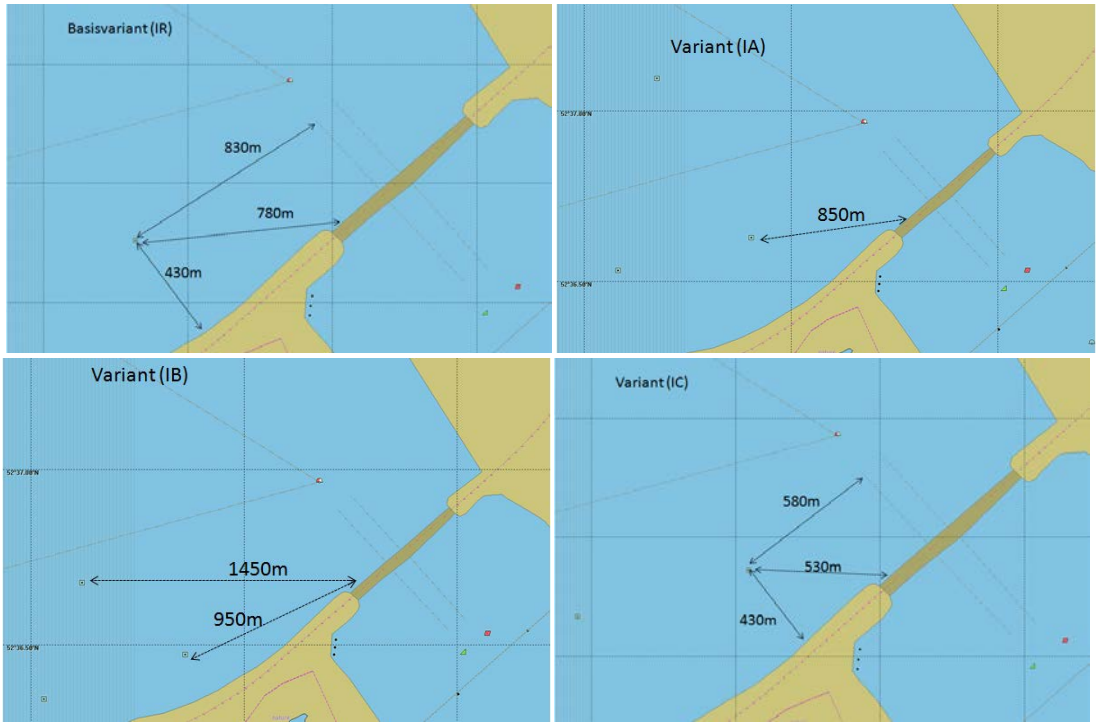
4.3 Situatie voor Ketelbrug

De Ketelbrug is een 800 meter lange verbinding tussen de Noordoostpolder (Zwolsehoek) en Oostelijk Flevoland (Kamperhoek) over het Ketelmeer. Over deze brug lopen twee wegen, de autosnelweg A6 en een secundaire weg. De Hoofddoorvaarthoogte is 12,70 meter boven NAP. De hoofddoorvaartbreedte 18 meter, dit betekend dat de meeste schepen de brug zonder opening kunnen passeren. Alleen hoge (staande mast) zeilschepen moeten gebruik maken van een beweegbare opening aan de zuidzijde van de brug.
In de zomermaanden is er ongeveer 2 keer per uur een opening voor de scheepvaart. Dit betekent dat er regelmatig enkele schepen liggen te wachten aan de zuidoostkant van de vaarroute.

In geval van de basis variant (IR) is de afstand tussen de meest oostelijke turbine (aan de zuid rij) en de opening van de brug ongeveer 780m. Voor de variant IA is dit ongeveer 800m, voor variant IB is dit 950 voor de meest zuidelijke rij turbines en ruim 1400m voor de middelste rij en tenslotte voor variant IC is dit 530m. Schepen die daar liggen te wachten zullen dit doen door rondjes te varen of zich te laten “dobberen/driften”. De verwachting is dat niet veel schippers gebruik zullen maken van een anker op deze locatie. Op de locatie ligt men onbeschermd tegen wind en golven.

De onderstaande analyse is gedaan met het oog op de grotere bruine vloot schepen. De kleinere recreatievaartuigen zullen minder ruimte nodig hebben. Een recreant zal naar verwachting 100m van de turbines willen blijven of van de kade. Dit betekent dat er ongeveer 300m “manoeuvreerruimte” overblijft bij variant IC. Wanneer een schip ligt te wachten zou ze dit doen met een “driftsnelheid” van rond de 2kn (≈ 1m/s). Dit betekent wanneer een schip er maximaal 15 tot 20min ligt te wachten het een afstand “aflegt” van 900 tot 1200m. Dit zal niet in een rechte lijn gebeuren, maar geeft wel aan dat er voldoende manoeuvreerruimte moet zijn tussen de palen en de brug. De ruimte varieert bij de verschillende alternatieven tussen de 750 en 300m. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat schepen zullen proberen zoveel mogelijk stil te liggen ofwel op een plek te blijven. Daarnaast wordt de brug op vaste tijden bediend, dit betekent dat schepen weten wanneer de brug opening zal zijn en hier dus rekening mee kunnen houden in hun reis.

Een aanbeveling is om het aspect van voldoende wachtruimte in het vergunningentraject verder te onderzoeken en eventueel aanvullende maatregelen te definiëren. Aanbevolen wordt om dit tijdens het vergunningentraject hierover af te stemmen tussen de initiatiefnemer en het bevoegd gezag.

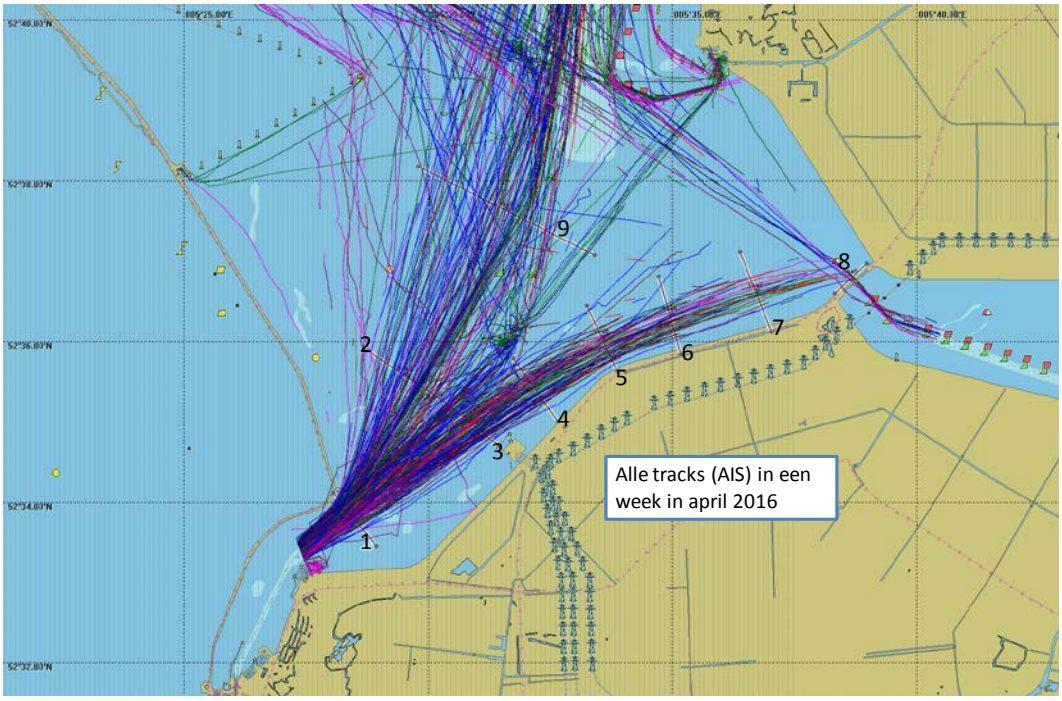


Figuur 4-4 Afstanden tot de Ketelbrug voor verschillende varianten

5 VERKEERSANALYSE IJSSELMEER

5.1 AIS-analyse

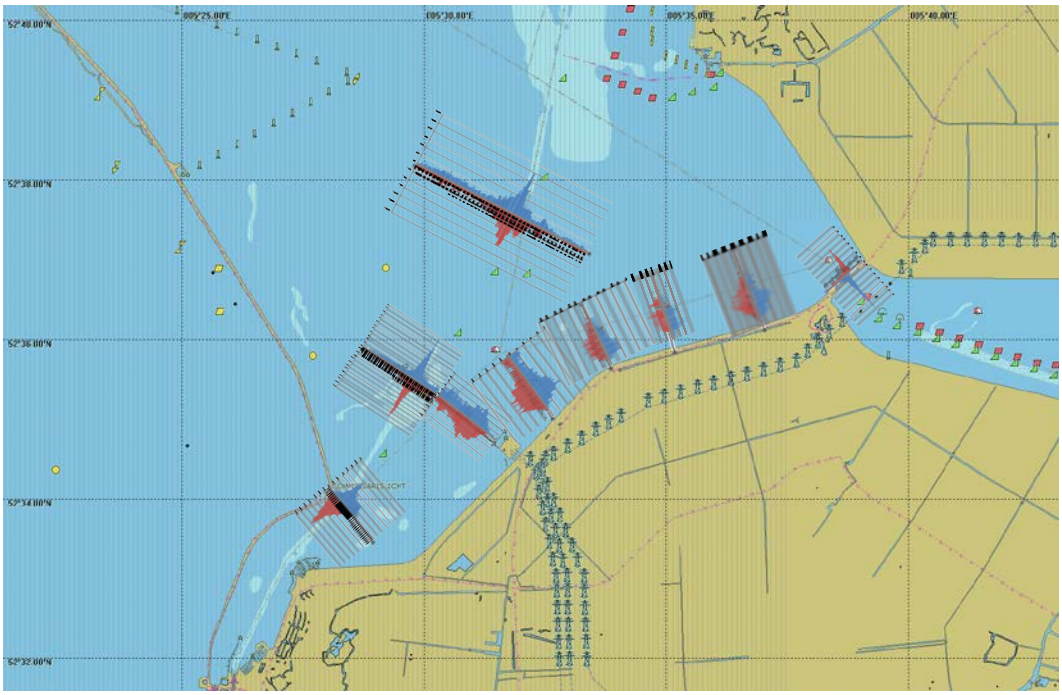
Op basis van AIS-data over 2016 is gekeken naar het scheepvaartverkeer in het gebied. De dekking van de AIS in dit gebied is niet goed, maar het geeft een goed eerste beeld van de routes die schepen varen in het gebied.



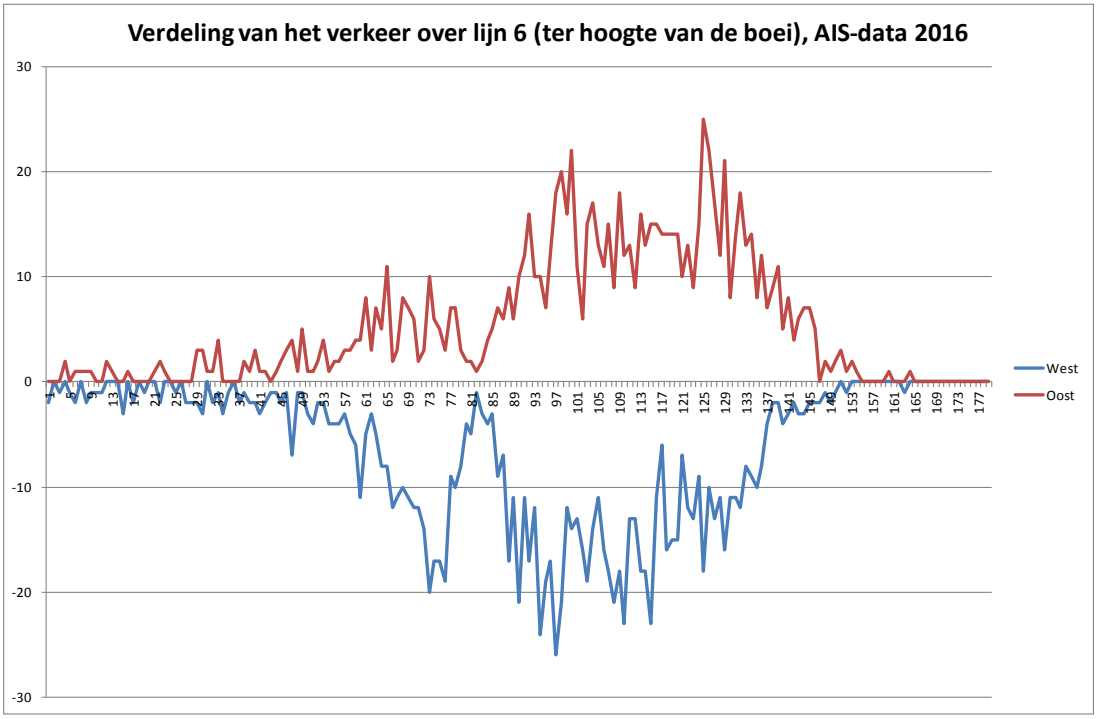
Figuur 5-1 Tracks van schepen waargenomen op basis van AIS, 1 week in april 2016.

Duidelijk zichtbaar is dat schepen in de huidige situatie niet volledig de aangegeven (en gemarkeerde) vaarroute volgen, maar de bocht enigszins afsnijden. Echter laat de figuur ook zien dat de dekking van de AIS niet goed is nabij de Ketelbrug. De AIS-data die gebruikt is in de analyse is aangeleverd door de Kustwacht, vanuit het systeem dat zij gebruiken om de Noordzee te monitoren, het betekend dus alleen dat de dekking binnen dit systeem op deze locatie niet goed is.

Naast de tracks is ook gekeken naar een aantal zogenaamde “crossinglines”, hierbij is voor een aantal gedefinieerde lijnen het aantal passages geteld, met daarbij de locatie waarover de schepen de lijnen passeren. Op basis hiervan kan een verdeling over de vaarbaan weergegeven worden. In Figuur 5-2 is het resultaat hiervan weergegeven.



Figuur 5-2 Verdeling over de verschillende stukken van de verkeersroutes.



Figuur 5-3 Verdeling van de beroepsvaart ter hoogte van lijn 6 (locatie van een boei om de verkeersbaan te markeren)

5.2 BIVAS gegevens

Voor de berekeningen met SAMSON is als input geen gebruik gemaakt van AIS-data omdat de dekking in dit gebied niet voldoende is om een goed en betrouwbaar beeld van het verkeer te creëren. Daarom is gebruikgemaakt van verkeersaantallen uit BIVAS2.
In het systeem zijn de aantallen voor 4 routes gebruikt. De aantallen zijn opgeleverd door RWS per scheepstype (binnenvaarttypen). De totalen per route zijn opgenomen in Bijlage A. Op basis van de lengte van de verschillende scheepstypes zijn de schepen ingedeeld in grootte klassen die gebruikt kunnen worden binnen SAMSON.

In Tabel 5-1 is het totaal aantal passages (totaal beide richtingen) per route weergegeven. Hieruit volgt dat per jaar een kleine 14.000 beroepsvaartuigen de locatie van de turbines zal passeren, dit is gemiddeld 62 schepen per dag (14.000 / (5dagen*45weken). En langs het meest westelijke deel passeren ruim 38.500 schepen per jaar (171 per dag).

Tabel 5-1 Totaal aantal passages (totaal beide richtingen) voor de verschillende routes (gebaseerd op BIVAS)

	Totaal aantal passages (beide richtingen)
4141: Houtrib - EZ5	38.668
4096: EZ5 - Urk	24.944
4103: EZ5-Ketelbrug	13.725
4102: Ketelbrug-Urk	3.752

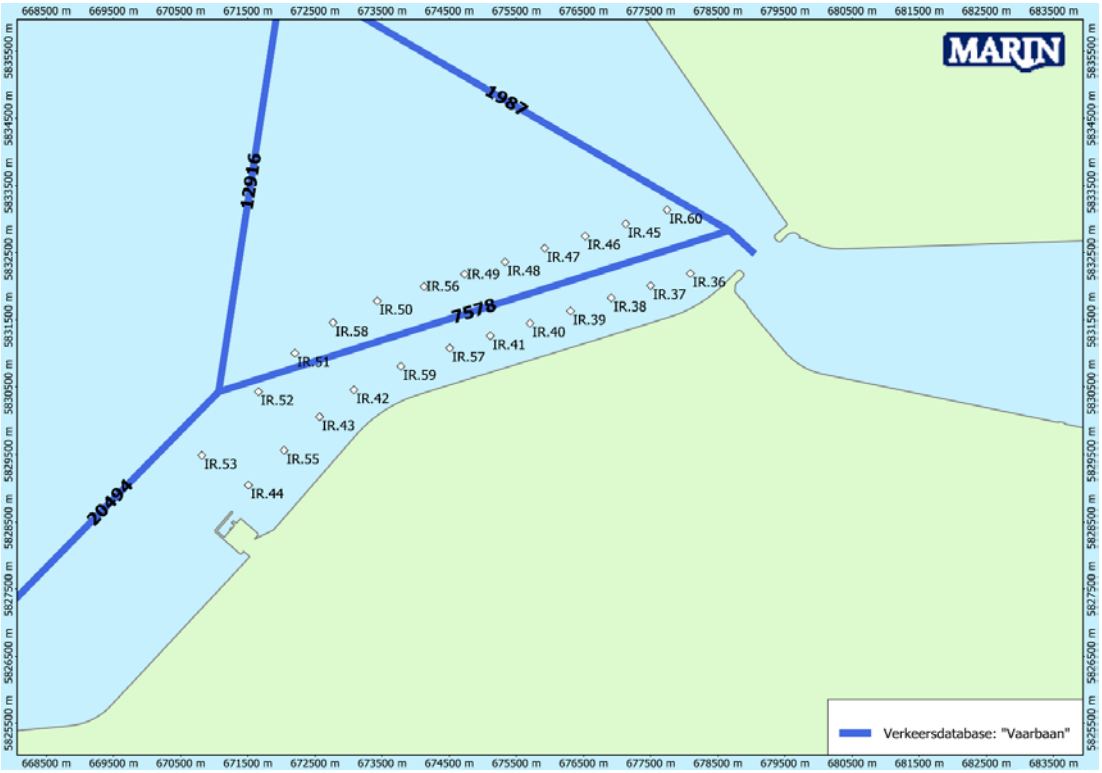
Figuur 5-4 Overzicht van de verschillende routes in de gegevens van BIVAS.

[2] BInnenVaart Analyse Systeem

5.3 Routes door het park

De huidige gemarkeerde vaarweg loopt door het park, de schepen verlaten het park tussen turbines IR.51 en IR.52. Omdat schepen nu ook al de “bocht afsnijden” is er voor gekozen ook nog een andere route mee te nemen als mogelijke toekomstige vaarroute. Hierbij zullen de schepen de lijn van de turbines blijven volgen en pas tussen turbine IR.53 en IR.44 het park aan de zuidkant verlaten.

Situatie 1: huidige verkeersroute (verkeersbaan)
In Figuur 5-5 is schematisch weergegeven hoe de verkeersdatabase voor de situatie “vaarbaan” eruit ziet. In de figuur zijn ook de aantallen voor 1 richting weergegeven.



Figuur 5-5 Verkeersdatabase waarbij de huidige gemarkeerde vaarweg is aangehouden als vaarroute van de schepen (beroepsvaart)

Nadelen:
- Relatief korte afstand tussen de turbines waartussen het park binnengevaren worden (of verlaten wordt) aan de zuidwest zijde
- Schuine hoek tussen de turbines bij de “uitgang”/”ingang” aan de westzijde

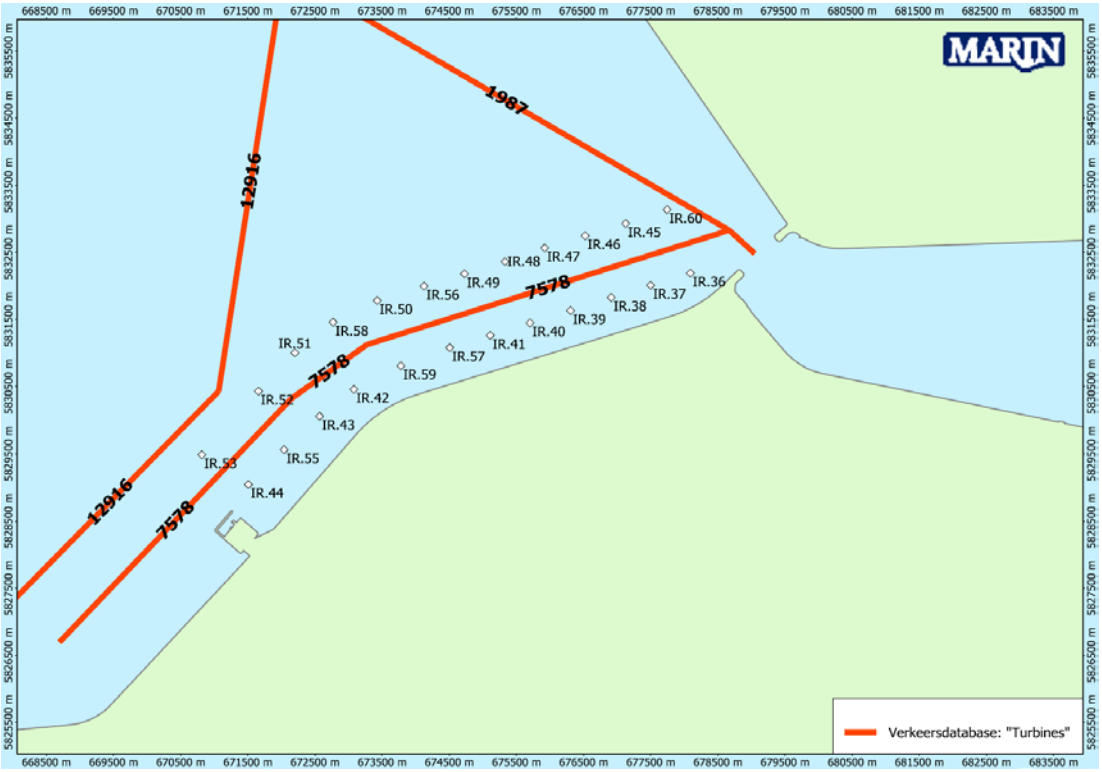
Voordelen:
- Geen route tussen de turbines aan de zuidzijde
- De vaarweg hoeft niet aangepast te worden

Situatie 2: Vaarroute geheel door het park

In Figuur 5-6 is schematisch weergegeven hoe de verkeersdatabase voor de situatie “turbines” eruit ziet. In de figuur zijn ook de aantallen voor 1 richting weergegeven. Hierbij zijn duidelijk de twee routes langs het park zichtbaar aan de zuidzijde van het park.

Nadelen:
- Schepen varen langer tussen twee rijen turbines door

Voordelen:
- Duidelijk waar de “ingang”/”uitgang” van het park is



Figuur 5-6 Verkeersdatabase waarbij de schepen de lijn van de turbines aanhouden als vaarroute (beroepsvaart)

6 ANALYSE VAN DE RISICO'S

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de aanvaar en aandrijfkansen voor de varianten IR en IC weergegeven in paragraaf 6.1. Dit betreft alleen de aanvaarfrequenties door de beroepsvaart. De aanvaarrisico's voor de recreatievaart wordt weergegeven in paragraaf 6.2. Tenslotte wordt kort ingegaan op de mogelijke effecten van de verandering van de verkeersroutes door de aanleg van het park, dit wordt kort toegelicht in paragraaf 6.3.

6.1 Aanvaar/aandrijfkansen beroepsvaart: SAMSON

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 aanvaar- als de aandrijffrequenties zijn.

De kans op het aanvaren/aandrijven van een windturbine is bepaald voor de twee inrichtingsvarianten elk voor twee verkeersdatabases. In Tabel 6-1 is een overzicht gegeven van de totale verwachte aanvaar/aandrijffrequentie per jaar voor de eerste vier situaties.

Tabel 6-1 Totale en gemiddelde aanvaar/aandrijffrequentie voor de vier verschillende inrichtingsvarianten.

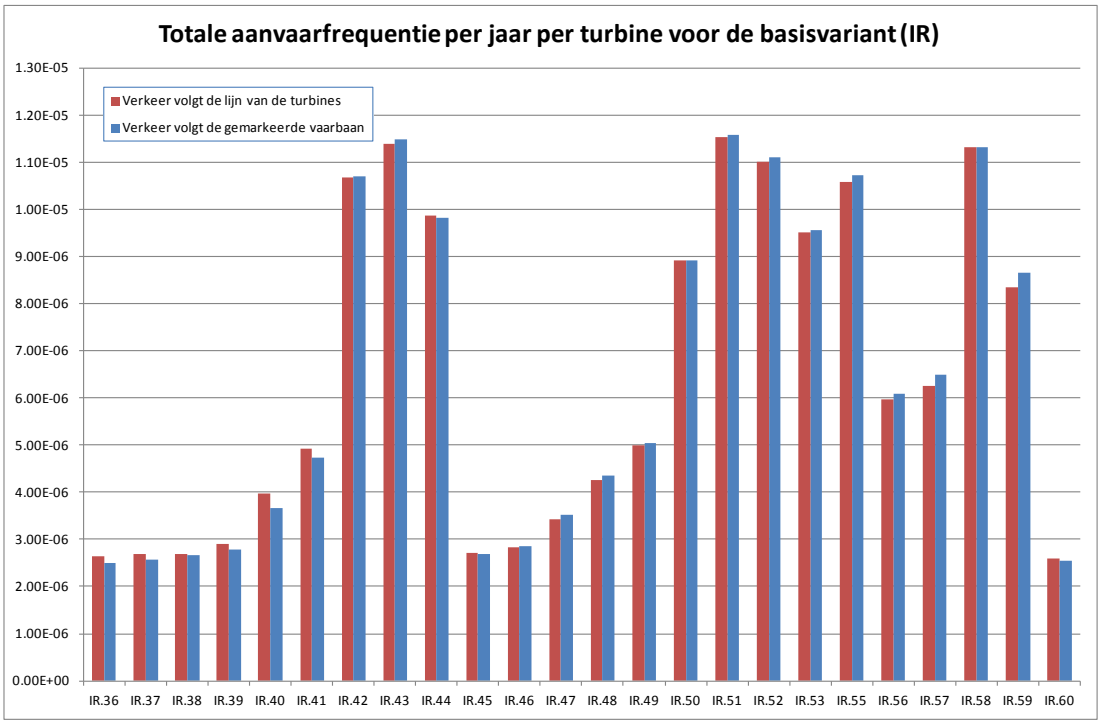
Inrichtings variant	Verkeers database	Totale Frequentie	Gem. eens per … jaar	Gem. kans per turbine	Frequentie turbine met max. freq	Turbine met hoogste frequentie
Basis variant	Vaarbaan	1.56E-04	6395	6.52E-06	1.16E-05	IR.51
Basis variant	Turbines	1.56E-04	6412	6.50E-06	1.15E-05	IR.51
Variant IC	Vaarbaan	1.65E-04	6050	6.89E-06	1.16E-05	IC.51
Variant IC	Turbines	1.65E-04	6070	6.86E-06	1.15E-05	IC.51

In de tabel is de naast de totale frequentie voor het hele park, ook de gemiddelde aanvaarkans per turbine weergegeven. In de zesde kolom is de frequentie weergegeven van de turbine met de hoogste aanvaarfrequentie binnen die variant.

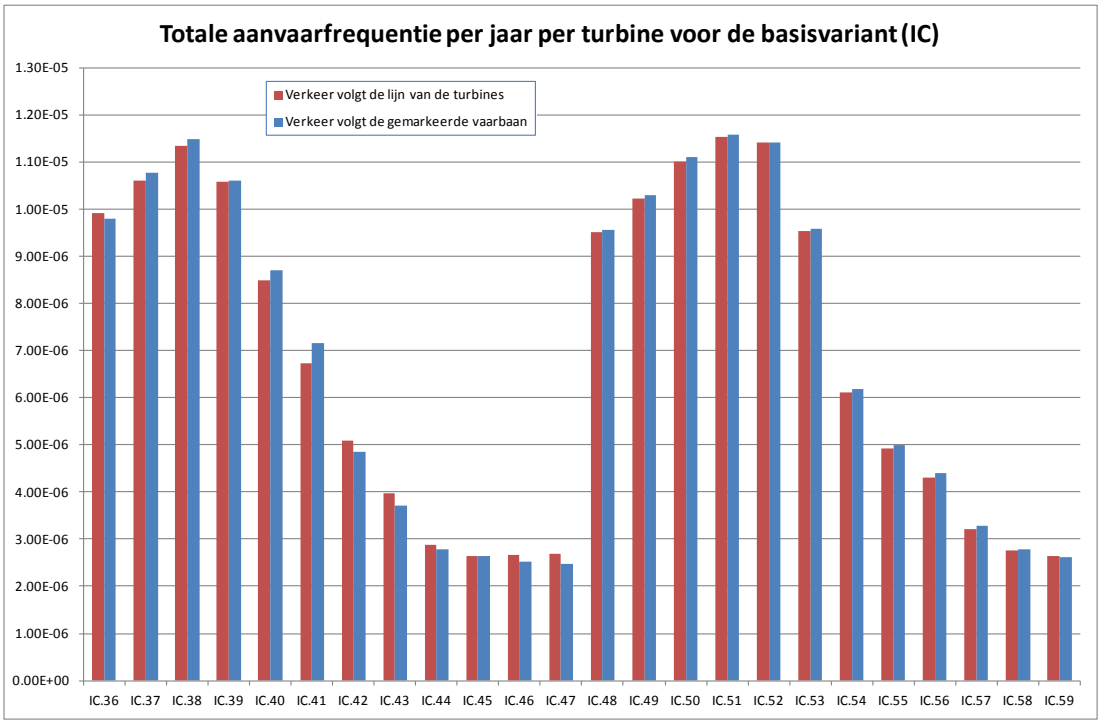
De totale aanvaar kans voor alle turbines samen ligt voor de IC variant iets hoger dan voor de Basisvariant (IR). De totale kans voor de IC variant is 1.65E04, dit is eens in de 6050 jaar (voor de verkeersdatabase waarbij de schepen de vaarbaan volgen). De totale kans voor de IR variant is 1.56E-4, eens in de 6395 jaar. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat er meer turbines aan de zuid kant van het park liggen. De turbines in de "bocht" hebben een relatief hogere aanvaar kans, dit omdat ook de verkeersstroom vanuit het noorden een "bedreiging" vormt voor deze turbines.

De verschillen tussen de aanvaar/aandrijfkansen voor de beide verkeersdatabases is erg klein. Dit komt omdat het grootste bijdrage geleverd wordt door de verkeersstroom tussen de palen en de verkeersstroom komende vanuit het noorden (Urk) richting de Houtribsluis. Op dit traject varen per jaar een kleine 25.000 schepen. Deze verkeersstoom is in beide situaties gelijk.

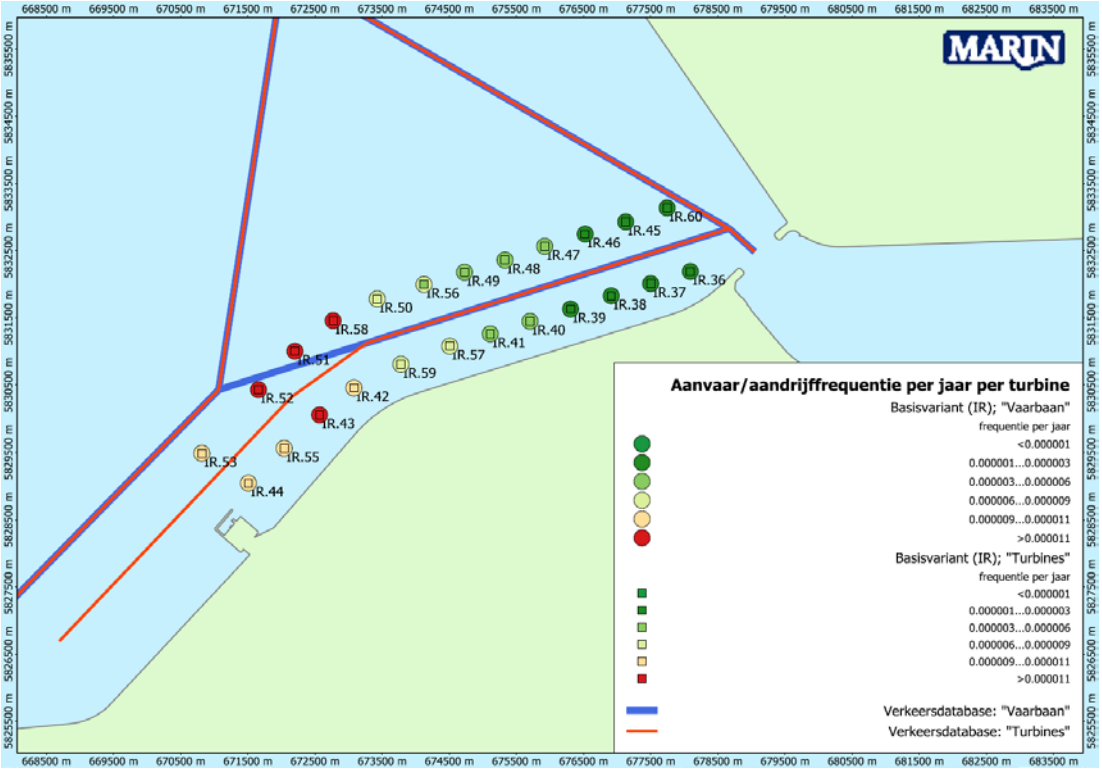
Verwacht was op voorhand dat de turbine aan de noordoost hoek van het park (IR.60) een grote bijdrage zou hebben (wellicht de grootste), dit volgt niet uit de berekeningen. Dit komt omdat de verkeersstroom tussen Urk en de Ketelbrug kleiner is dan in eerste instantie aangenomen. OP de verkeersstroom tussen Urk en de Ketelbrug varen een kleine 4.000 schepen per jaar, terwijl op het deel vanuit Urk richting de Houtrib een kleine 25.000 schepen per jaar varen. Deze verkeersstroom heeft dus een significant hogere bijdrage op de aanvaar/aandrijfkans dan de route tussen Urk en de Ketelbrug.



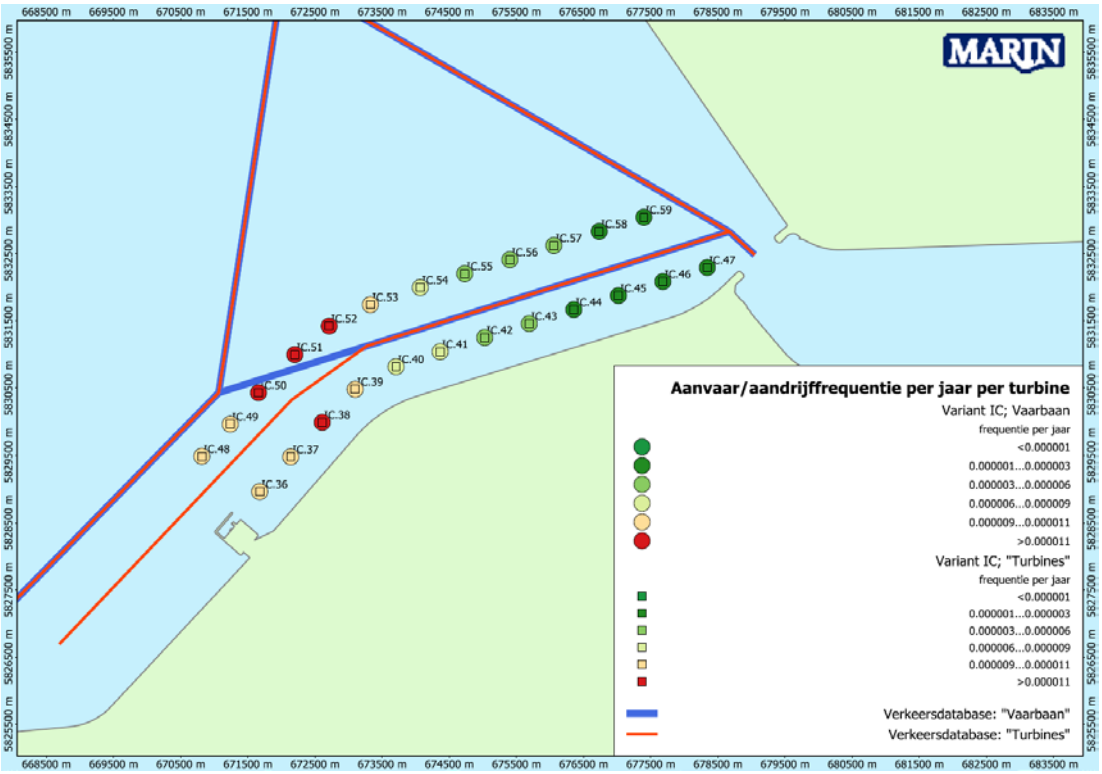
Figuur 6-1 Totale aanvaar/aandrijffrequentie per turbine basisvariant (IR)



Figuur 6-2 Totale aanvaar/aandrijffrequentie per turbine variant IC



Figuur 6-3 Aanvaar/aandrijffrequentie per turbine voor de basisvariant (IR)



Figuur 6-4 Aanvaar/aandrijffrequentie per turbine voor variant IC

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.

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 [1] 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 (800 - 1000m) 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 voor komen.

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

6.2.3 Schatten van het aandrijffrequentie een klein schip

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. Ook de aanwezigheid van kabels tussen de turbines kan het ankeren beïnvloeden.

Uitgangspunt bij het bepalen van de kans op een incident waarna het schip op drift raakt zijn de acties van de KNRM [1]. Er zijn gemiddeld 544 relevante incidenten met recreatievaart per jaar op het IJsselmeer gemeld in de periode 2010-2015. 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.

Het oppervlakte van het park is ongeveer 6 km^2, dit is 0.3% van het totale oppervlakte van het IJsselmeergebied (1.800 km^2). Als er aangenomen wordt dat het recreatieverkeer uniform verdeeld is over het IJsselmeer betekent dit dat er gemiddeld maximaal 0,78 incident als gevolg van averij plaatsvinden in het windpark (0.3% van 260 incidenten met recreatievaart veroorzaakt door averij). In totaal worden er dus gemiddeld per jaar 0,78 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. Echter het verkeer over het IJsselmeer zal niet uniform verdeeld zijn, dus het aantal zal iets hoger liggen dan 0,78. Schepen omdat er ook delen zijn waar de dichtheid veel lager is. Daarom wordt in de verdere analyse uitgegaan van 1 recreatieschip met averij in het park gemiddeld per jaar.

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 de variant met twee rijen turbines de maximale verwachte kans dat het schip een windturbine raakt (20m (= lengte van het schip) + 10m (= diameter windturbine)) /(800m (= ruimte tussen de turbines) + 10m (=diameter van windturbine)), dus 30/810 =0,037. Vanuit het de vaarroute tussen de turbine rijen door zal een vaartuig slechts 1 rijen turbines passeren. De kans op het schadevrij bereiken van het gebied buiten het park gelijk aan $(1-0{,}037)^1$ =0,963 , dus de kans op het raken van minstens 1 windturbine gelijk aan 0,037.

Bij de gemiddeld 1 incidenten per jaar in een windpark wordt de kans op het raken van een turbine 1*0,037=0,037. Dit betekent dus gemiddeld eens in de 27 jaar een incident waarbij een recreatievaartuig dat zich in het park bevindt tegen een turbine aandrijft als gevolg van averij.

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.

6.2.4 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 6-5 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.

Figuur 6-5 Foto van een funderingspaal van een turbine in het Prinses Amalia park (foto van website: http://www.prinsesamaliawindpark.eu/)

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.

6.3 Verkeersituatie

In deze paragraaf wordt kort een analyse gegeven van de effecten van de verschillende verkeersstromen door het park. Met SAMSON is de verandering in de onderlinge aanvaarfrequenties voor de schepen niet bepaald. Er is voor gekozen de aanvaar- en aandrijffrequenties voor de turbines te bepalen voor twee verschillende verkeerssituaties. Er kan nu niet bepaald worden welke vaarroute in de toekomst gaan nemen.

Korte analyse van de effecten op de veranderende verkeerssituatie:

- Er kunnen twee verkeersroutes gaan ontstaan (vaarbaan / turbines), dit kan onduidelijke situaties veroorzaken in de interactie tussen de beroepsvaart onderling omdat men niet van elkaar kan inschatten welke route aangehouden wordt. Als ook voor de interactie tussen recreatievaart en beroepsvaart, omdat of voor de recreant hier duidelijk is wat de beroepvaart zal doen en voor de beroepsvaart omdat recreanten wellicht minder zichtbaar zijn door de aanwezigheid van de palen.

- Schepen zouden het park tussen verschillende turbines kunnen verlaten of binnen komen. Nu wordt ook al niet de gemarkeerde vaarweg gevolgd. Hierdoor ontstaan dus verschillende “in- en uitgangen”

- Door de aanwezigheid van de palen worden de uitwijk mogelijkheden van schepen in geval van een mogelijk incident beperkt.

- Geen “bestemming” voor recreatievaart aan de zuidzijde (dijk), dus geen rede om de kruisen. Recreatie zal in dit gedeelte veelal de doorgaande vaarweg volgen.

De combinatie van de aanwezigheid van de turbines en de verschillende mogelijke routes door het park maakt dat de verkeersituatie met name in de bocht van het park complexer wordt. Dit zou de kans op een aanvaring tussen schepen kunnen verhogen. Een aanbeveling is om een duidelijke gemarkeerde vaarweg tussen de turbines aan te geven. En hierbij ook aangeven waar de “in-en uitgangen” zijn. Dit zou bijvoorbeeld op de turbines kunnen worden aangegeven.

De aanvaarfrequenties voor de turbines veranderen nauwelijks door de aanpassing van de vaarroute door het park. Dus voor de aanvaarkans van turbines is er geen duidelijke voorkeur voor de keuze van de verkeersbaan door het park.

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 Conclusies/samenvatting

Beschouwde varianten
Een belangrijk uitgangspunt bij het inrichten van het park is dat de gemarkeerde vaarroute tussen de Ketelbrug en de Houtribsluis gehandhaafd blijft. En dat de turbines voldoende ver uit elkaar staan dat het mogelijk is voor schepen tussen de turbines in het park te varen. Dit heeft uiteindelijke geleidt tot 4 inrichtingsvarianten. Uiteindelijk zijn de varianten eerst kwalitatief beschouwd en uiteindelijk zijn alleen voor variant IR (Basisvariant) en IC de aanvaar- en aandrijffrequenties bepaald.

Verkeersanalyse
Uit de analyse van het huidige verkeer volgt dat schepen nu niet de gemarkeerde vaarbaan volledige volgen, maar de bocht afsnijden richting de Houtrib (en andersom).

Het totaal aantal passages per jaar is gebaseerd op de gegevens verkregen uit BIVAS. Hieruit volgt dat per jaar een kleine 14.000 beroepsvaartuigen de locatie van de turbines zal passeren, dit is gemiddeld 62 schepen per dag (14.000 / (5dagen*45weken). En langs het meest westelijke deel passeren ruim 38.500 schepen per jaar (171 per dag).

Uiteindelijk zijn er twee mogelijke vaarroute door het park mogelijk. Eén optie (“vaarbaan”), waarbij de schepen de gemarkeerde vaarweg blijven volgen en het park aan de noordwest kant tussen twee turbines schuin verlaat (of binnenvaart). De tweede optie is dat de schepen tussen de twee rijen turbines blijft varen en pas aan de zuidwest kant het park verlaat (of binnen vaart).

Aanvaar/aandrijffrequenties (SAMSON)

De totale aanvaar kans voor alle turbines samen ligt voor de IC variant iets hoger dan voor de Basisvariant (IR). De totale kans voor de IC variant is 1.65E04, dit is eens in de 6050 jaar (voor de verkeersdatabase waarbij de schepen de vaarbaan volgen). De totale kans voor de IR variant is 1.56E-4, eens in de 6395 jaar. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat er meer turbines aan de zuidoost kant van het park liggen. De turbines in de “bocht” hebben een relatief hogere aanvaar kans, dit omdat ook de verkeersstroom vanuit het noorden een “bedreiging” vormt voor deze turbines.

De verschillen tussen de aanvaar/aandrijfkansen voor de beide verkeersdatabases is erg klein. Dit komt omdat het grootste bijdrage geleverd wordt door de verkeersstroom tussen de palen en de verkeersstroom komende vanuit het noorden (Urk) richting de Houtribsluis. Op dit traject varen per jaar een kleine 25.000 schepen. Deze verkeersstoom is in beide situaties gelijk.

De aanvaar kansen voor de turbines veranderen nauwelijks door de aanpassing van de vaarroute door het park. Dus voor de aanvaarkans van turbines is er geen duidelijke voorkeur voor de keuze van de verkeersbaan door het park.

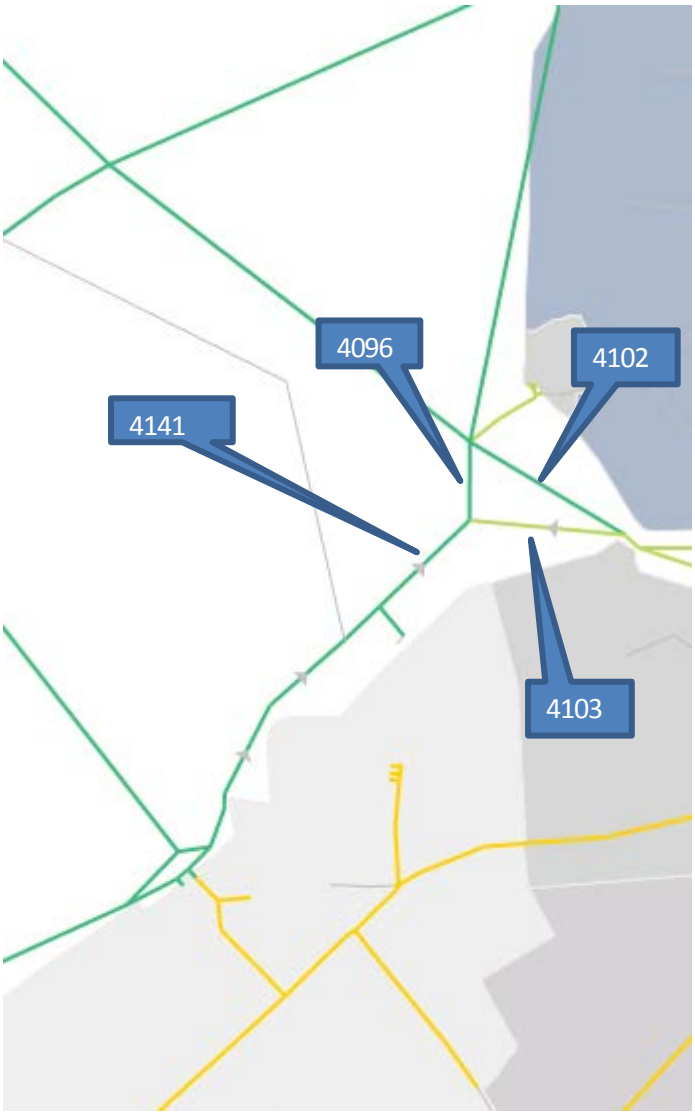
7.2 Aanbevelingen

- Creëren van duidelijke verkeersbaan door het park door markering. Er moet een duidelijke keuze gemaakt worden in de voorkeursroute om de complexiteit van de situatie te beperken. Of de verkeersbaan verleggen zodat de lijn van de turbines gevolgd wordt of duidelijk de “uit- en ingang van het park markeren mbv boeien, zodat duidelijk is tussen welke turbines de vaarbaan loopt.
- Markering van de turbines met licht voor nacht en mist situatie. Lichten op “ooghoogte” op alle turbines.

REFERENTIES

[1] Y. Koldenhof, D Looije
Invloed windpark Fryslan op scheepvaartveiligheid
MARIN, 26897-1-MSCN-rev.7, 10 december 2014

BIJLAGE A: Aantallen BIVAS



4141: Houtrib - EZ5	North-East		North-East Total	South-West		South-West Total	Grand Total
Scheepstype	empty	loaded		empty	loaded		
BI	34	145	179	117	14	131	**311**
BII-1	95	933	1028	528	44	572	**1600**
BII-2B	3	21	24	38	2	40	**64**
BII-2L	7	349	356	164	3	167	**523**
BII-4	1	7	8	4		4	**12**
BII-6B							
BII-6L							
BO1	17		17	27		27	**44**
BO2	27	3	30	30	3	33	**63**
BO3	15	59	74	58	6	64	**138**
BO4	57	22	79	54	34	88	**167**
C1b		1	1				**1**
C1l	2	1	3				**3**
C2b	4	2	6	7	2	9	**15**
C2l	12	7	19	10	10	20	**39**
C3b		5	5	1		1	**6**
C3l	2	105	107	96	14	110	**217**
C4							
M0	38	100	138	46	85	131	**269**
M1	14	47	61	41	5	46	**107**
M10	25	29	54	31	62	93	**147**
M11	1	2	3	2	1	3	**6**
M12	3		3	2	1	3	**6**
M2	311	1063	1374	1131	352	1483	**2857**
M3	625	1860	2485	1819	875	2694	**5179**
M4	1188	1108	2296	1043	1925	2968	**5264**
M5	836	950	1786	780	1549	2329	**4115**
M6	1093	2296	3389	1594	2347	3941	7330
M7	26	373	399	285	194	479	**878**
M8	903	3251	4154	1976	2968	4944	**9098**
M9	12	84	96	93	19	112	**209**
Grand Total	**5351**	**12824**	**18175**	**9977**	**10517**	**20494**	**38668**

4096: EZ5 - Urk	North		North Total	South		South Total	Grand Total
Scheepstype	empty	loaded		empty	loaded		
BI	23	28	51	35	12	47	**98**
BII-1	53	509	562	260	34	294	**856**
BII-2B	1	20	21	25	1	26	**47**
BII-2L	4	229	233	81		81	**314**
BII-4		7	7	4		4	**11**
BII-6B							
BII-6L							
BO1	12		12	18		18	**30**
BO2	12	2	14	18	2	20	**34**
BO3	5	50	55	48	4	52	**107**
BO4	15	1	16	11	4	15	**31**
C1b							
C1l	2	1	3				**3**
C2b	3		3	4	2	6	**9**
C2l	9	5	14	5	10	15	**29**
C3b		5	5	1		1	**6**
C3l		41	41	28	4	32	**73**
C4							
M0	29	61	90	32	61	93	**183**
M1	1	38	39	10	2	12	**51**
M10	24		24	1	60	61	**85**
M11					1	1	**1**
M12	2		2	2	1	3	**5**
M2	247	558	805	480	297	777	**1581**
M3	552	650	1202	370	778	1148	**2351**
M4	1107	681	1788	412	1850	2262	**4050**
M5	761	754	1515	315	1454	1769	**3284**
M6	944	1643	2587	755	2068	2823	5409
M7	14	241	255	92	156	248	**503**
M8	776	1892	2668	913	2182	3095	**5764**
M9	3	13	16	6	7	13	**29**
Grand Total	**4599**	**7429**	**12028**	**3926**	**8990**	**12916**	**24944**

4103: EZ5-Ketelbrug	East		East	West		West	Grand Total
Scheepstype	empty	loaded	Total	empty	loaded	Total	
BI	11	117	128	82	2	84	**212**
BII-1	42	425	467	268	10	278	**745**
BII-2B	2	1	3	13	1	14	**17**
BII-2L	3	120	123	83	3	86	**209**
BII-4	1		1				**1**
BII-6B							
BII-6L							
BO1	5		5	9		9	**14**
BO2	15	1	16	12	1	13	**29**
BO3	10	9	19	10	2	12	**31**
BO4	42	21	63	43	30	73	**136**
C1b		1	1				**1**
C1l							
C2b	1	2	3	3		3	**6**
C2l	3	2	5	5		5	**10**
C3b							
C3l	2	64	66	68	10	78	**144**
C4							
M0	9	39	48	14	24	38	**86**
M1	13	9	22	31	3	34	**56**
M10	1	29	30	30	2	32	**62**
M11	1	2	3	2		2	**5**
M12	1		1				**1**
M2	64	505	569	651	56	707	**1276**
M3	73	1210	1283	1449	97	1546	**2829**
M4	81	427	508	631	76	707	**1214**
M5	75	196	271	465	95	560	**831**
M6	149	653	802	839	280	1119	1921
M7	12	132	144	193	38	231	**375**
M8	127	1358	1485	1063	786	1849	**3334**
M9	9	72	81	87	13	100	**180**
Grand Total	**752**	**5395**	**6147**	**6051**	**1527**	**7578**	**13725**

4102: Ketelbrug-Urk	North-West		North-West Total	South-East		South-East Total	Grand Tota
Scheeptype	empty	loaded		empty	loaded		
BI	7	4	11	15		15	**26**
BII-1	20	19	39	29	10	39	**78**
BII-2B				1		1	**1**
BII-2L							
BII-4							
BII-6B							
BII-6L							
BO1	2		2	6		6	**8**
BO2	5		5	9	1	10	**15**
BO3	5	1	6	9		9	**15**
BO4	9		9	20	1	21	**30**
C1b							
C1l							
C2b							
C2l	1		1				**1**
C3b							
C3l		1	1				**1**
C4							
M0	6		6	7		7	**13**
M1	5	3	8	3		3	**11**
M10	3		3				**3**
M11							
M12							
M2	79	106	185	126	44	170	**355**
M3	211	103	314	142	194	336	**649**
M4	168	65	233	117	85	202	**435**
M5	73	92	165	133	69	202	**367**
M6	186	231	417	255	117	372	789
M7	16	5	21	31	2	33	**54**
M8	157	403	560	149	189	338	**898**
M9					1	1	**1**
Grand Total	**953**	**1034**	***1987***	**1052**	**713**	***1765***	**3752**

BIJLAGE B: MEMO MARIN

Toevoegen:
30475_MEMO_eersteAnalyseNautischerisico_WPBlauw_MARIN_v1_CONCEPT.pdf

MEMO

Aan	:	**Jimme Zoete, Jaap de Boer**
Van	:	**Yvonne Koldenhof**
CC	:	
Datum	:	**13 sept 2017**
Project nr.	:	**30475**
Onderwerp	:	**Eerste analyse van de verwachte aanvaar- en aandrijfkansen voor WP Blauw**

1 INLEIDING/AANLEIDING

Witteveen+Bos werkt aan het opstellen van de MER voor windpark Blauw, waarvan een aantal turbines in het IJsselmeer zullen komen te staan. Hierdoor ontstaan risico's voor de passerende scheepvaart, welke beschreven moeten worden in de MER.
Uiteindelijk zullen de risico's gekwantificeerd worden door berekeningen uit te voeren met het SAMSON (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea), zodat de verwachte aanvaar- en aandrijfkansen voor de turbines vastgesteld kunnen worden. De berekening zullen vergelijkbaar zijn met de studies uitgevoerd voor windpark Noordoostpolder en Fryslan.

In de eerste fase zullen 3 inrichtingsvarianten onderzocht worden, wat moet leiden tot een VKA. Omdat de berekeningen met SAMSON niet voor het keuze moment klaar zullen zijn heeft Witteveen+Bos gevraagd een eerste inschatting van de mogelijke aanvaarkansen te geven, waarbij met name de verschillen tussen de drie varianten belicht zullen worden.

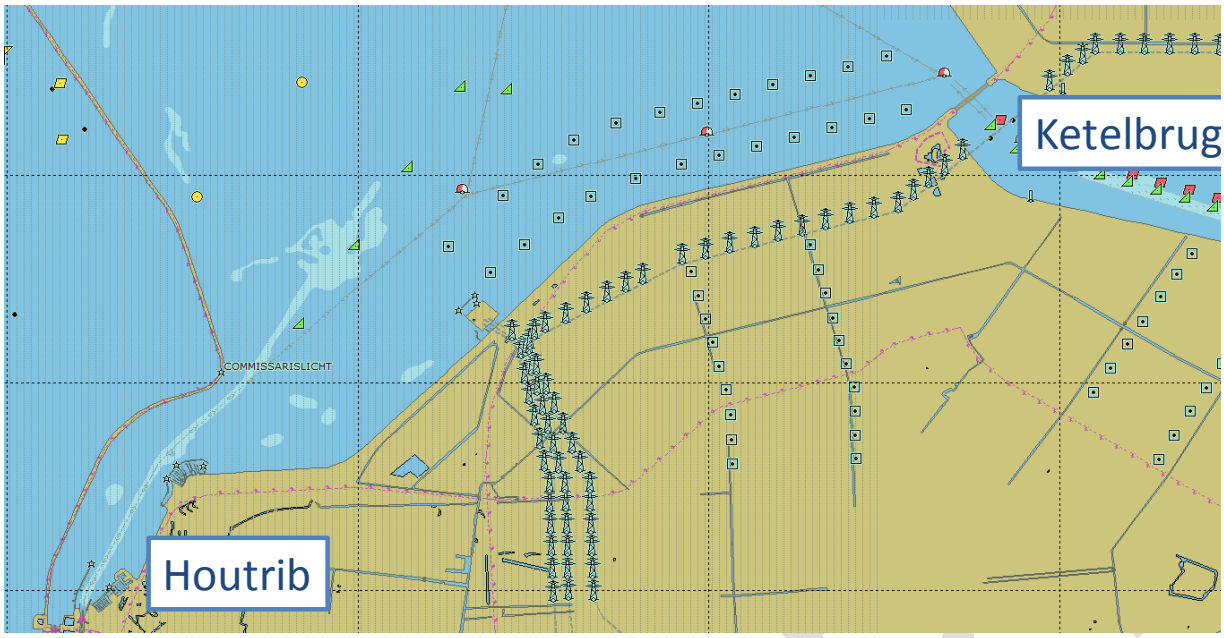
Deze memo bevat een korte beschrijving van de analyses van AIS-data die als voorbereiding zijn uigevoerd en daarnaast een eerste kwalitatieve risico inschatting van de drie varianten.

2 LOCATIES

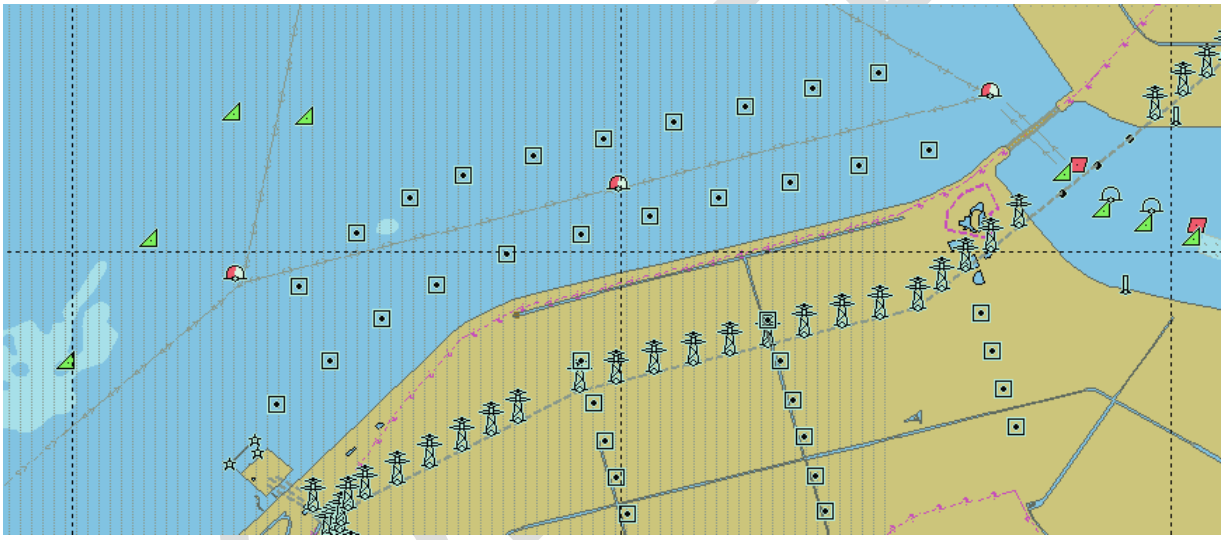
In deze fase van het onderzoek zijn nog 3 inrichtingsvarianten beschikbaar. Het uitgangspunt voor alle varianten is dat de scheepvaart tussen de turbines door mag varen en dat de vaarbaan zoals deze nu op de kaart staat aangegeven intact blijft.

De basisvariant bestaat uit 24 turbines in twee rijen van 12 turbines. Variant 1A bestaat ook uit 21 turbines met 10 aan de noordzijde en 11 aan de zuidzijde. Tenslotte variant 1B bestaat uit 27 turbines in drie rijen van ieder 9 turbines.

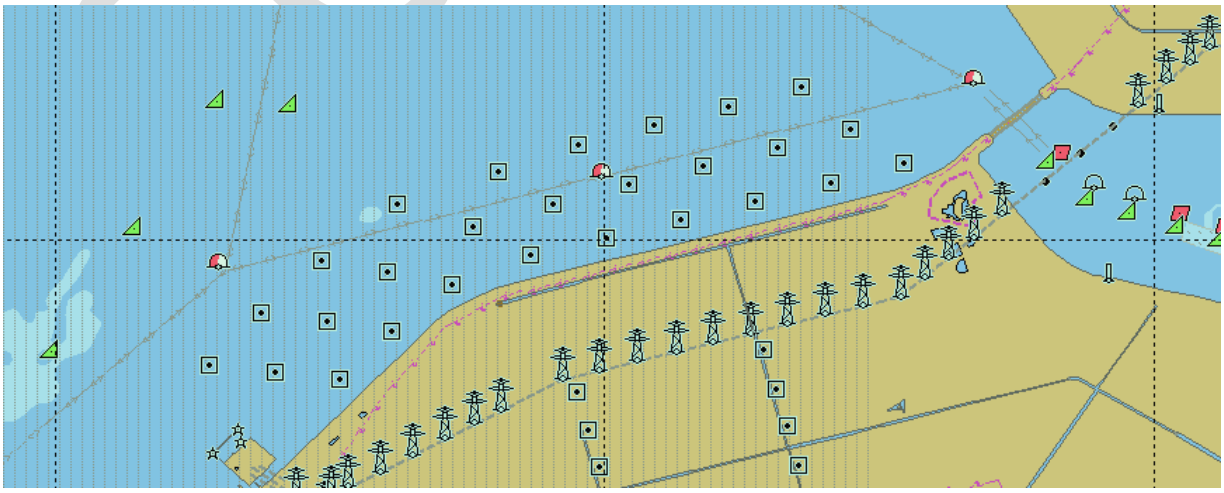
CONCEPT



Figuur 2-1 De basis inrichtingsvariant.



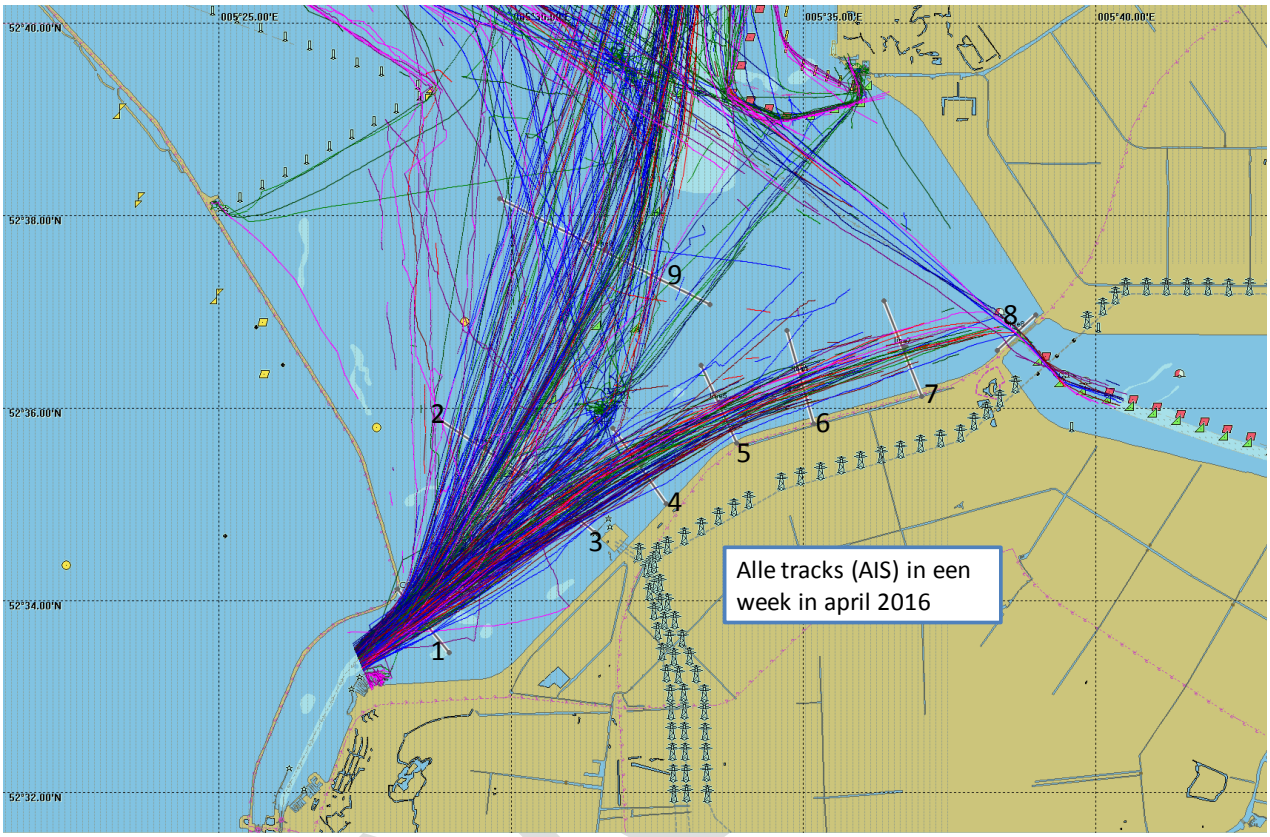
Figuur 2-2 Inrichtingsvariant 1A



Figuur 2-3 Inrichtingsvariant 1B

3 AIS-ANALYSE

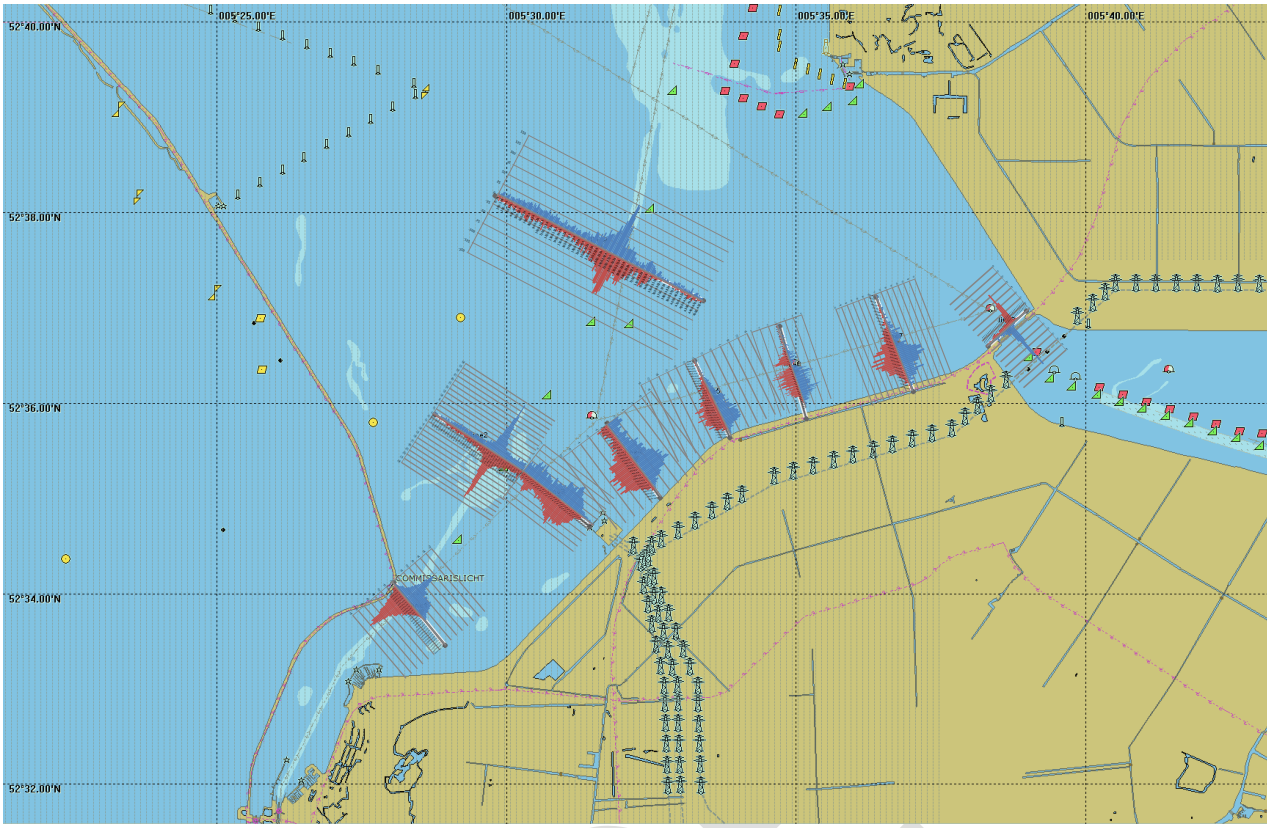
Op basis van AIS-data over 2016 is gekeken naar het scheepvaartverkeer in het gebied. De dekking van de AIS in dit gebied is niet goed, maar het geeft een goed eerste beeld van de routes die schepen varen in het gebied.



Figuur 3-1 Tracks van schepen waargenomen op basis van AIS, 1 week in april 2016.

Duidelijk zichtbaar is dat schepen in de huidige situatie niet volledig de aangegeven (en gemarkeerde) vaarroute volgen, maar de bocht enigszins afsnijden.

CONC


005°25.00'E
005°30.00'E
005°35.00'E
005°40.00'E
52°40.00'N
52°38.00'N
52°36.00'N
52°34.00'N
52°32.00'N
COMMISSARIELICHT

CONCE

4 KWALITATIEVE BEOORDELING

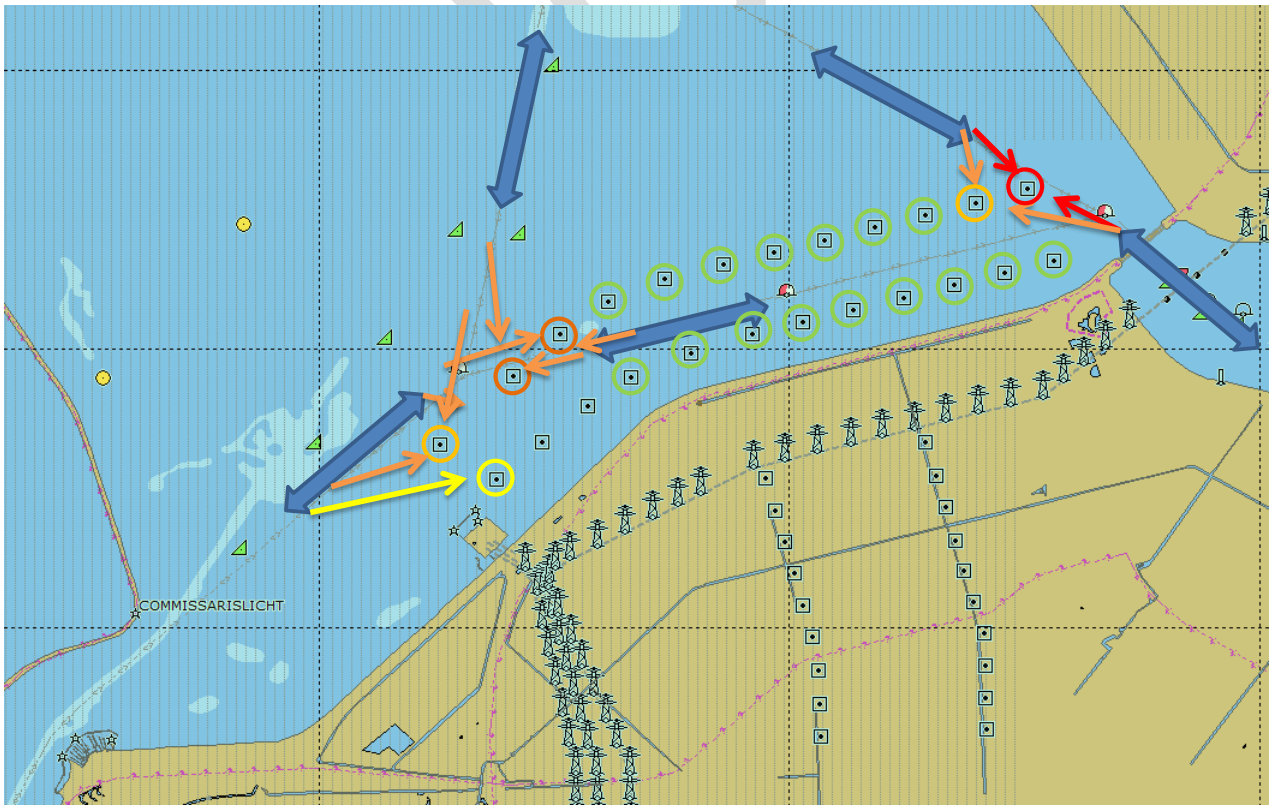
4.1 Basisvariant

Aantal turbines: 24.
Twee mogelijke verkeersstromen:

1. Schepen volgende de reeds gemarkeerde verkeersbaan en verlaten het park tussen twee turbines om daarna aan de noordkant van het park in zuidelijke richting af te buigen (of vice versa, schepen varen eerst aan de noordkant langs 2 turbines om vervolgens tussen twee turbines door in oostelijke richting door het park te varen).

2. Schepen volgen vanuit de Ketelbrug in westelijke richting de gemarkeerde vaarroute , maar verlaten het park niet en varen mee met de bocht tussen de twee rijen en verlaten het park pas een de “zuid” zijde. In dit geval varen ze de route zoals ze die nu ook varen.

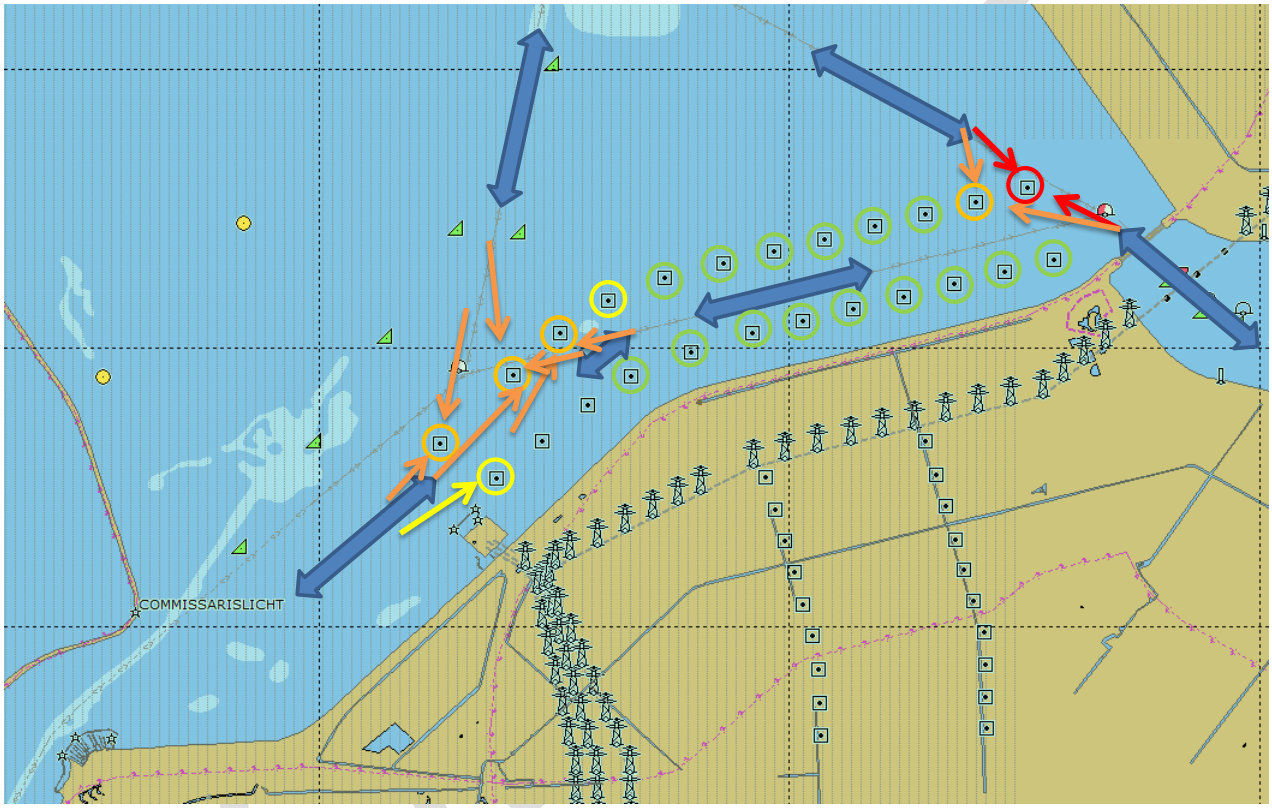
Situatie 1
In Figuur 4-1 is een schets van de situatie gegeven waarbij het uitgangspunt is dat de schepen de vaarbaan volgen zoals deze gemarkeerd is en dus tussen twee turbines het park verlaten. Met de blauwe pijlen zijn de verschillende verkeersstromen weergegeven. Met rode, oranje en gele pijlen zijn de “bedreigingen” voor een aantal kritieke turbines weergegeven. Hierbij is ook voor de verschillende turbines een eerste inschatting van de aanvaar/aandrijf kans weergegeven. Hierbij in rood de turbine met de hoogste verwachte kans, oranje een iets lagere kans, geel weer iets lager en met groen is aangegeven welke turbines relatief lager zullen “scoren” in termen van aanvaarrisico.
De meest kritieke turbine is de turbine aan de noordoostzijde van het park. Dit komt mede door de twee verkeersstromen die langs deze turbine passeren. Daarnaast zijn de verwachte aanvaarkansen voor de beide turbines waar tussen de schepen het park verlaten/binnen komen ook relatief hoger dan voor de andere turbines.



Figuur 4-1 Basisvariant, situatie 1: schepen volgen de gemarkeerde vaarroute

Situatie 2

In de tweede situatie is het uitgangspunt dat schepen in het park blijven en de bocht mee volgen tussen de twee rijen turbines. In Figuur 4-2 is voor deze situatie een vergelijkbare figuur weergegeven. Ook hierbij is de meest kritische turbine die aan de noordoost kant van het park. De turbines in de “buitenbocht” van het park zullen een nog steeds een hoger aanvaarrisico hebben ten opzichte van de overige turbines. Dit wordt veroorzaakt door de schepen die tussen de rijen door varen en “uit de bocht” kunnen varen. Daarnaast is er ook een verkeersstroom vanuit het noorden die een van de turbines zou kunnen aanvaren. De verwachte aanvaarkans van deze turbines in situatie 2 is wel lager dan die in situatie 1, omdat bij situatie 1 de afstanden kleiner zijn tot de turbine. Echter de verwacht aanvaarkans voor een turbine aan de oostkant van deze twee turbines zal iets hoger liggen in situatie 2 tov situatie 1 omdat deze nu ook in de bocht ligt.



Figuur 4-2 Basis variant, situatie 2: schepen volgen de bocht tussen de twee rijen turbines

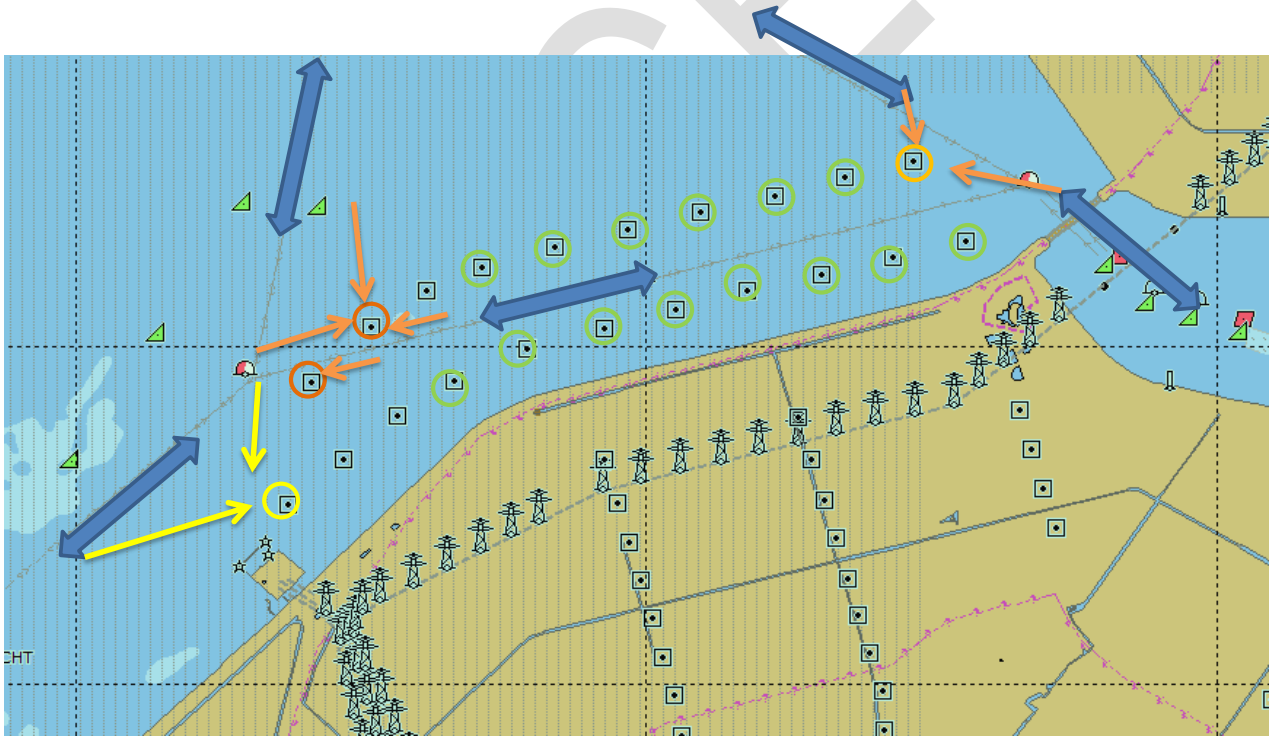
4.2 Inrichtingsvariant 1A

Aantal turbines: 21.
Twee mogelijke verkeersstromen (gelijk aan basisvariant):

1. Schepen volgende de reeds gemarkeerde verkeersbaan en verlaten het park tussen twee turbines om daarna aan de noordkant van het park in zuidelijke richting af te buigen (of vice versa, schepen varen eerst aan de noordkant langs 2 turbines om vervolgens tussen twee turbines door in oostelijke richting door het park te varen).

2. Schepen volgen vanuit de Ketelbrug in westelijke richting de gemarkeerde vaarroute , maar verlaten het park niet en varen mee met de bocht tussen de twee rijen en verlaten het park pas een de “zuid” zijde. In dit geval varen ze de route zoals ze die nu ook varen.

Doordat bij inrichtingsvariant 1A de meest noordoostelijke turbine verder van de verkeersbanen afstaat is de verwachte aanvaarkans voor deze lager dan voor de meest noordoostelijke turbine van de basisvariant. Verder is de beschouwing van de kritieke turbines en het verschil tussen situatie 1 en 2 vergelijkbaar met die van de basisvariant.
Omdat de schepen uiteindelijk minder turbines passeren, twee rijen van 12 turbine bij de basis variant tegen een rij van 10 en een van 11 bij variant 1A, zal de totale aanvaarkans van het totale park lager zijn. Maar omdat de afstanden tot de palen vrijwel gelijk is, zal de aanvaarkans van de individuele turbines niet veel afwijken ten opzichte van de basisvariant, met uitzondering van de meest noordoostelijke turbine.



Figuur 4-3 Inrichtingsvariant 1A, situatie 1: schepen verlaten het park en volgen de gemarkeerde route.

4.3 Inrichtingsvariant 1B

Aantal turbines: 27
Bij inrichtingsvariant 1B zijn de turbines in drie rijen geplaatst van ieder 9 turbines. Per passage passeren de schepen dus het minst aantal turbines (op korte afstand), echter de afstand tot de turbines is kleiner, dus op voorhand kan niet gezegd worden dat de totale aanvaarkans voor het hele park kleiner zal zijn. De verlaging van het aantal turbines langs de vaarweg hoeft niet op te wegen tegen de verhoging van de individuele aanvaarkans van de turbines, dit zal uit de berekeningen van SAMSON moeten blijken.

Door deze inrichting zijn drie mogelijke verkeersituaties denkbaar, waarbij situatie 1 en 2 gelijk zijn aan de situaties bij de basisvariant en inrichtingsvariant 1A.

1. Schepen volgende de reeds gemarkeerde verkeersbaan en verlaten het park tussen twee turbines om daarna aan de noordkant van het park in zuidelijke richting af te buigen (of vice versa, schepen varen eerst aan de noordkant langs 2 turbines om vervolgens tussen twee turbines door in oostelijke richting door het park te varen).

2. Schepen volgen vanuit de Ketelbrug in westelijke richting de gemarkeerde vaarroute , maar verlaten het park niet en varen mee met de bocht tussen de twee rijen en verlaten het park pas een de “zuid” zijde. In dit geval varen ze de route zoals ze die nu ook varen.

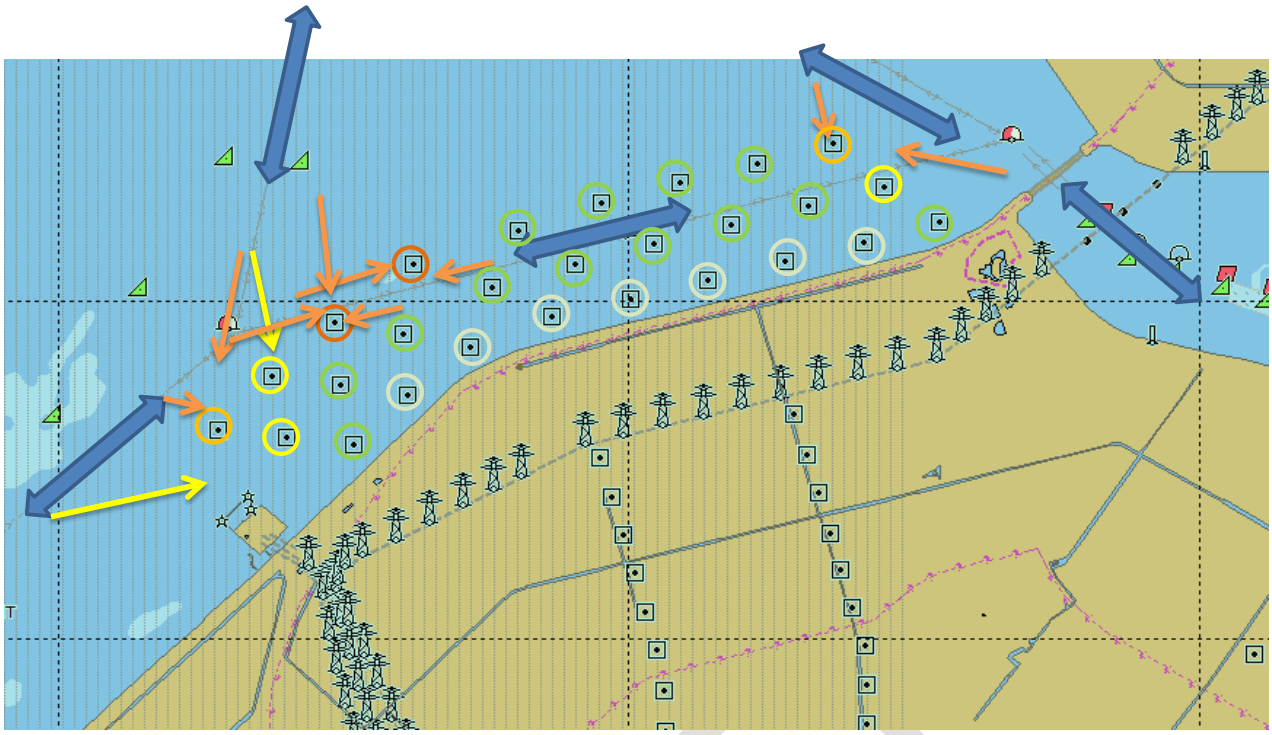
3. Schepen kiezen ervoor om geheel aan de noordkant van het park te gaan varen

Voor situatie 1 is in Figuur 4-4 een situatie schets gegeven. De analyse van de situatie en de verwachte aanvaarkansen voor de verschillende turbines is vergelijkbaar met de analyse voor de basisvariant en variant 1A. De hoogste verwachte aanvaarfrequenties liggen bij de meest noordoostelijke turbine en de beide turbines waartussen de schepen het park verlaten. De kansen voor de individuele turbines zullen wel hoger liggen, aangezien de afstand tot de palen kleiner is dan bij de basisvariant en variant 1A. De kansen voor de meest zuidelijk rij turbines zullen lager liggen door de grotere afstand en de afscherming van de middelste rij turbines.

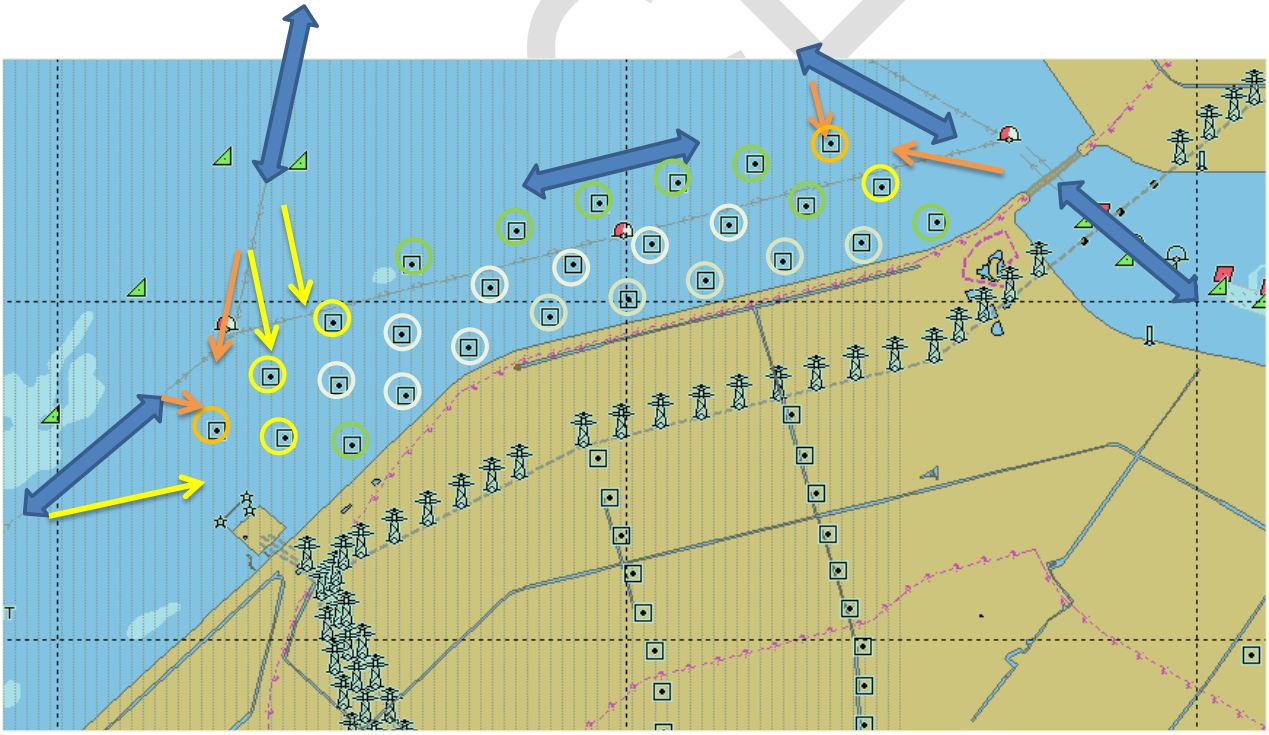
Er is geen situatieschets opgenomen voor situatie 2, de situatie waarbij de schepen de bocht tussen de palen volgen, deze is vergelijkbaar met de situatie voor de basisvariant. Ook de analyse van de verschillen is vergelijkbaar.

In Figuur 4-5 is de situatie weergegeven dat de schepen de route door het park vermeiden en aan de noordkant langs het park varen. Hierdoor verschuift de individuele aanvaarkans voor de turbines naar met name de noordelijke rij. De totale aanvaarfrequentie voor het gehele park zal lager zijn dan voor de situaties waarbij de schepen tussen de turbines door varen

CONCEPT



Figuur 4-4 Inrichtingsvariant 1B, situatie 1: schepen volgende de gemarkeerd vaarroute en verlaten het park.



Figuur 4-5 Inrichtingsvariant 1B, situatie 3: schepen kiezen een route aan de noordkant van het park.

4.4 Opmerkingen

In de analyses is nu uitgegaan van verschillende situaties/scenario's voor het verkeer. Uiteindelijk zal het weerlicht een "mix" van verkeerssituaties zijn. Dit levert wel een complexe situatie op met betrekking tot de aanvaarkansen tussen schepen onderling.
Het is dus aan aanbeveling uiteindelijk een duidelijke route door of lang het park aan te bevelen, zodat er niet onnodig een complexere verkeerssituatie ontstaat.

CONCEPT