



Windplan Blauw

Aanvullingen MER betreffende nautische veiligheid

SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development

4 mei 2018

Project Windplan Blauw
Opdrachtgever SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development

Document Aanvullingen MER betreffende nautische veiligheid
Status Definitief 03
Datum 4 mei 2018
Referentie UT615-46/18-006.890

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 vervaardigd 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	Leeswijzer	3
2	HUIDIGE SITUATIE	4
2.1	Beroepsvaart	5
2.2	Recreatievaart	10
3	AUTONOME EN GERELATEERDE ONTWIKKELINGEN	12
3.1	Autonome ontwikkeling: Haven Flevokust	12
3.2	Autonome ontwikkeling: Verdieping vaargeul van het Molenrak	13
3.3	Onderdeel van Windplan Blauw: Rustgebied voor de Fuut	13
4	BESCHRIJVING WINDPARK	14
4.1	Windpark lay-out	14
4.2	Fundatietypes	15
4.2.1	Monopile	15
4.2.2	Alternatieve funderingen	17
5	EFFECTEN OP (ALLE) SCHEEPVAART: TIJDELIJKE AFSLUITING VAARGEBIED	21
5.1	Tijdelijke afsluiting in aanleg en sloopfase	21
5.2	Tijdelijke afsluiting bij incidenten	22
6	EFFECTEN OP BEROEPSVAART	23
6.1	Effect op kruisend verkeer bij Flevokust Haven	23
6.2	Kwantitatieve incidentfrequentie met schepen tegen een windturbine	27
6.3	Incidenten met schepen onderling (schip-schip)	27
6.4	Effecten van instelling Rustgebied voor de Fuut	31
6.5	Effect op scheepsradar	31

7	EFFECTEN OP RECREATIEVAART	34
7.1	Wachtruimte bij de Ketelbrug	34
7.2	Rustgebied voor de fuut	36
7.2.1	Beoordelingsmethodiek van scheiding grote en kleine schepen	37
7.2.2	Beoordeling van het VKA ten aanzien van scheiding grote en kleine schepen	38
7.2.3	Invulling van het rustgebied in relatie tot de scheiding van grote en kleine schepen	38
7.2.4	Rustgebied Fuut: Uitgangspunten voor het Vaarwegmarkeringsplan	40
7.3	Kwantitatieve incidentfrequentie	41
8	VISUALISATIES	42
8.1	Visualisaties zonder andere schepen	42
8.1.1	Visualisatie vanaf positie 1: Komend vanaf de Houtribsluizen	42
8.1.2	Visualisatie vanaf positie 2: Komend vanaf de Houtribsluizen, vlak vóór de splitsing richting Ketelbrug of richting Lemmer	43
8.1.3	Visualisatie vanaf positie 3: Komend vanaf de Houtribsluizen, vlak ná de splitsing richting Ketelbrug of richting Lemmer	44
8.1.4	Visualisatie vanaf positie 4: Varend door het windpark in oostelijke richting, de Ketelbrug naderend	45
8.1.5	Visualisatie vanaf positie 5: Komend vanaf de Ketelbrug in westelijke richting	45
8.1.6	Visualisatie vanaf positie 6: Varend door het windpark in westelijke richting	46
8.1.7	Visualisatie vanaf positie 7: Varend door het windpark in westelijke richting, de 'doorgang' naderend	47
8.2	Visualisaties met andere schepen	47
8.2.1	Visualisaties vanaf positie 2	47
8.2.2	Visualisaties vanaf positie 7	49
9	OVERIG GERELATEERDE ONDERWERPEN	52
9.1	Mogelijke invloed op waterstanden bij de balgstuw Ramspol	52
9.1.1	Mogelijke extra opstuwing van water	52
9.1.2	Mogelijke blokkade van de waterstromen	54
9.2	Elektrische aansluitkabels in relatie tot ankeren	57
10	SAMENVATTING VAN EFFECTBEOORDELING EN MITIGATIE VOOR HET VKA	58
10.1	Effectbeoordeling van het VKA	58
10.2	Mitigatie van effecten voor het VKA	60
11	UITGANGSPUNTEN VOOR VAARWEGMARKERINGSPLAN	61
12	REFERENTIES	63

Laatste pagina

63

Bijlage(n)

Aantal pagina's

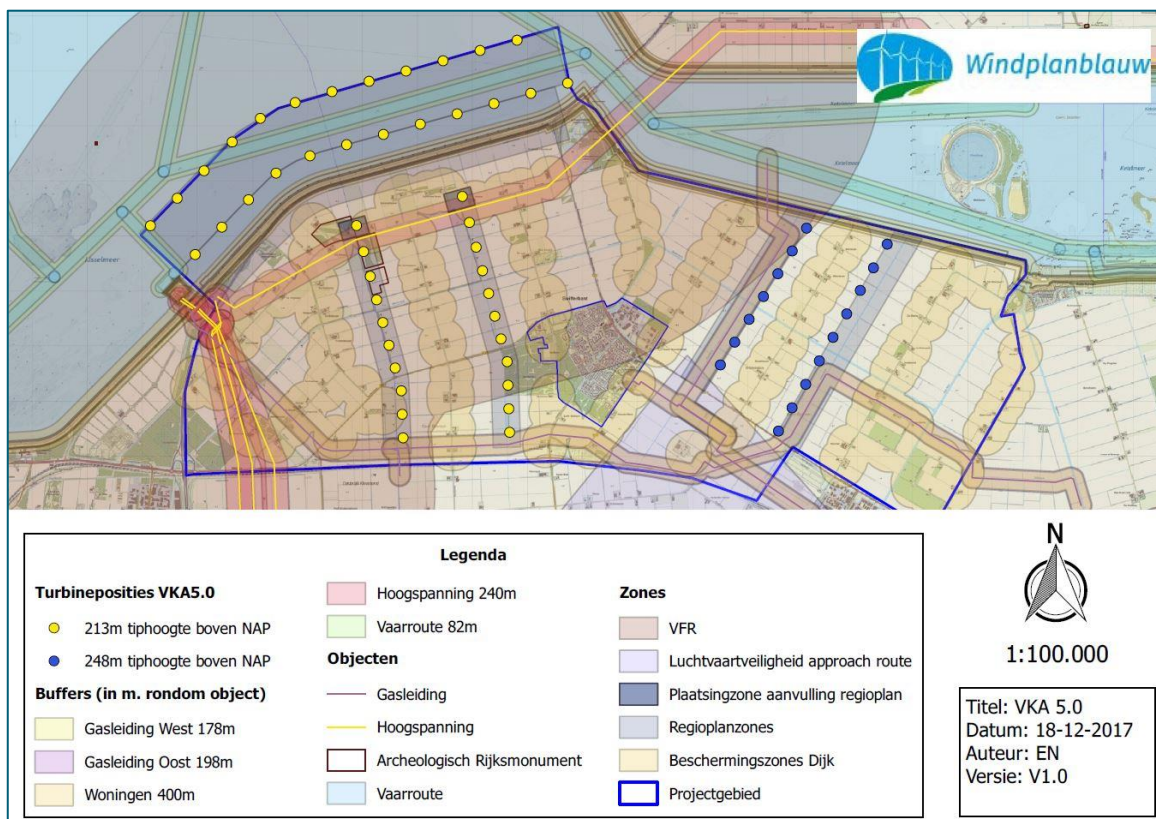
I	Turbinenummering - turbines in het VKA	1
II	Verlichtingsplan	29
III	Kwantitatief onderzoek scheepvaartveiligheid	46

1

INLEIDING

Het voorkeursalternatief (VKA) van Windplan Blauw bestaat uit 61 nieuwe windturbines, waarvan 24 in het IJsselmeer. In afbeelding 1.1 is het VKA weergegeven. Het project bevat ook een saneringsopgave van 74 turbines die nu aanwezig zijn in het projectgebied, waarvan 28 turbines langs de IJsselmeerdijk.

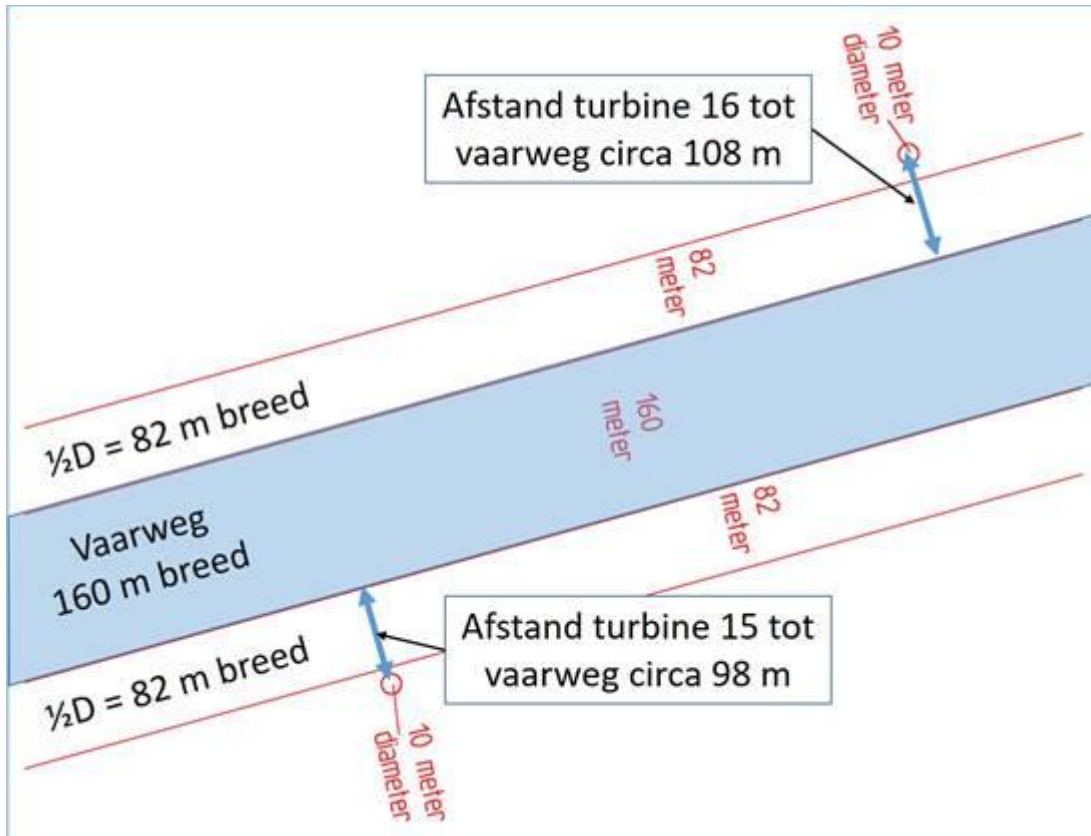
Afbeelding 1.1 Voorkeursalternatief Windplan Blauw



Het deelgebied van Windplan Blauw op het IJsselmeer wordt ook gebruikt door scheepvaart. Door dit gebied loopt een vaarweg, met de naam: Het Molenrak. Het uitgangspunt van Windplan Blauw is dat deze vaarweg bevaarbaar blijft na ontwikkeling van het windpark.

De plaatsing van deze windturbines heeft invloed op de nautische veiligheid. Door het toevoegen van obstakels (windturbines) nabij de vaarweg leidt de aanwezigheid van de windturbines immers tot een zeker risico op een aanvaring of aandrijving.

Afbeelding 1.2 Minimale afstand turbines tot de vaargeul Molenrak (turbines BU15 en BU16)



De maatgevende turbines binnen Windplan Blauw, met de kortste afstand ten opzichte van de vaargeul, zijn de turbines BU13, BU15 en BU16 (zie bijlage I voor turbinenummering). In afbeelding 1.2 is inzichtelijk gemaakt wat de minimale afstand is, van het middelpunt van de windturbines BU15 en BU16 tot de vaargeul Molenrak. De afstand van de maatgevende turbines BU13, BU15 en BU16 tot het Molenrak is groter dan de toetsafstand van een halve rotordiameter¹ (halve rotordiameter is 82 meter in voornemen Windplan Blauw).

Voor de bepaling van de afstand van de turbine tot de vaargeul is niet alleen de turbinepositie relevant, maar ook de omvang van de turbinefundering tot de vaarweg. In tabel 1.1 is aangegeven wat de afstand is van de worst-case turbinefundering van turbines BU13, BU15 en BU16 tot het Molenrak. De omvang van de turbinefundering wordt nader toegelicht in hoofdstuk 4 van dit rapport.

Tabel 1.1 Afstand maatgevende turbines Windplan Blauw tot de vaarweg Molenrak

Turbine	Afstand middelpunt turbine tot rand vaarweg	Afstand buitenrand worst-case fundering tot rand vaarweg
BU13	114 meter	99 meter
BU15	98 meter	83 meter
BU16	108 meter	93 meter

In tabel 1.1 wordt aangetoond dat de maatgevende turbines, ook met de worst-case fundering voldoen aan het toetsafstand van een halve rotordiameter, uit de "Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken".

¹ Toetsafstand halve rotordiameter: Bron, "Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken".

De effecten van het windpark op nautische veiligheid zijn beschreven in het MER, deelrapport Veiligheid [ref. 1]. Voor het VKA is aanvullend onderzoek gedaan naar het de nautische veiligheid in het kader van de vergunbaarheid en uitvoerbaarheid van het windpark. Onderliggend rapport is hiervan een weergave.

1.1 Leeswijzer

Dit rapport bestaat in hoofdlijnen uit de volgende onderdelen:

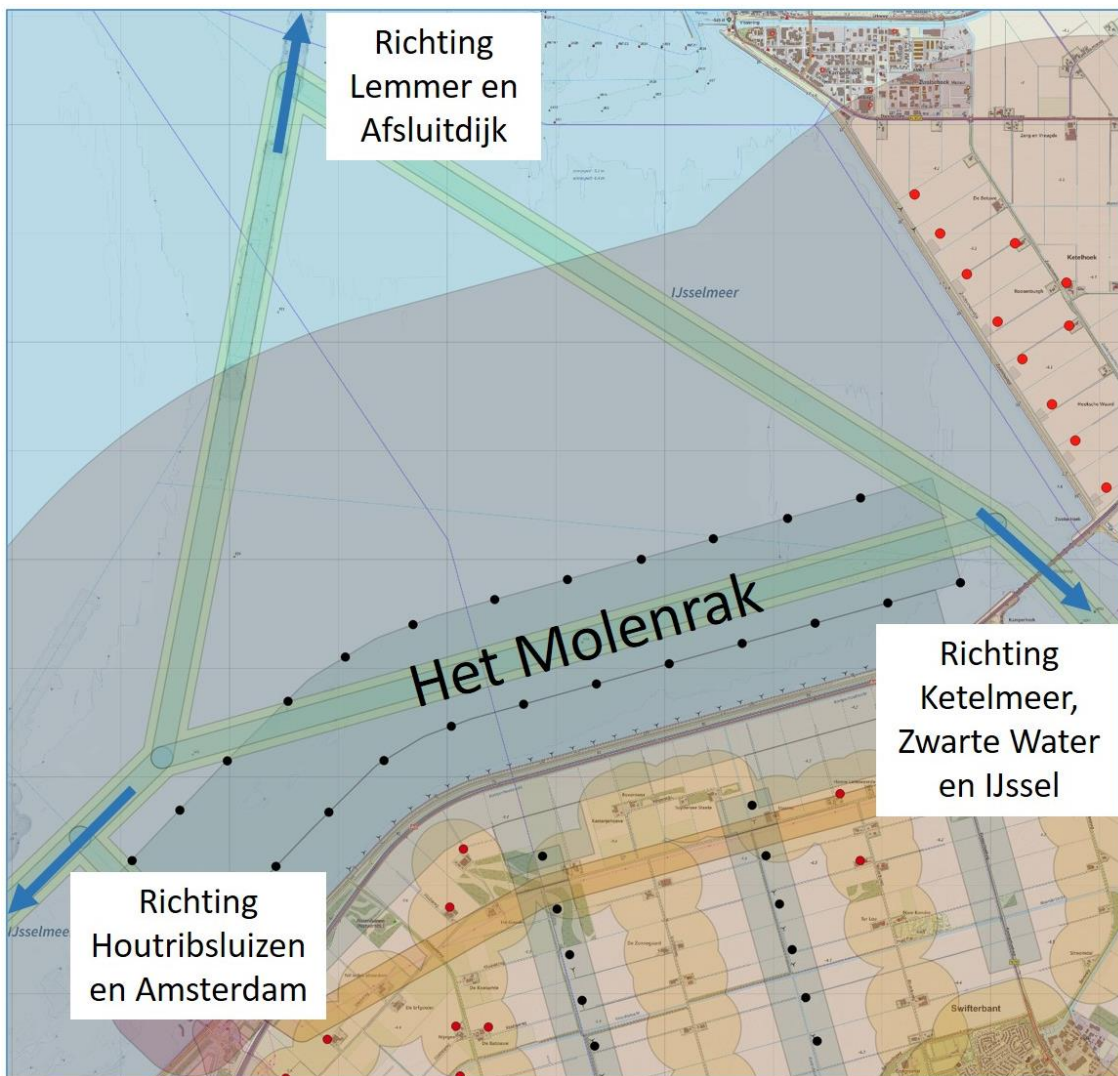
- de huidige situatie in het plangebied wordt beschreven in hoofdstuk 2;
- hoofdstuk 3 beschrijft de autonome ontwikkelingen. Dit zijn de ontwikkeling van de Maritieme Service Haven Flevokust (hierna Flevokust) en de verdieping van de vaargeul van de vaarroute door het plangebied: Het Molenrak. In hoofdstuk 3 wordt ook een beschrijving gegeven van de ontwikkeling van een rustgebied voor de fuut. Deze ontwikkeling is integraal onderdeel van het voornemen Windplan Blauw;
- het VKA van Windplan Blauw wordt beschreven in hoofdstuk 4. Dit hoofdstuk geeft tevens een technische beschrijving van de turbines van Windplan Blauw in het IJsselmeer;
- de effecten van de introductie van het windpark op scheepvaart wordt beschreven in hoofdstuk 5. Dit betreft een tijdelijke afsluiting van het vaargebied;
- de effecten specifiek op de beroepsvaart worden beschreven in hoofdstuk 6;
- hoofdstuk 7 beschrijft de effecten op de recreatievaart;
- in hoofdstuk 8 zijn een aantal visualisaties opgenomen vanuit het gezichtspunt van een schipper van de beroepsvaart, die door het windpark vaart;
- in hoofdstuk 9 worden enkele gerelateerde onderwerpen beschreven. Dit betreft de mogelijke extra opstuwning van water ten gevolge van Windplan Blauw en het mogelijke risico van ankeren voor de elektrische kabels;
- hoofdstuk 10 geeft een samenvattende effectbeoordeling van het VKA van Windplan Blauw op de nautische veiligheid;
- in hoofdstuk 11 worden een aantal uitgangspunten beschreven het vaarwegmarkeringsplan, in overeenstemming met Richtlijnen Scheepvaarttekens.

2

HUDIGE SITUATIE

Het IJsselmeer is een ruim en open vaargebied, dat wordt bevaren door zowel de beroepsvaart als de recreatievaart. Door het IJsselmeer lopen enkele vaarwegen. De vaarweg het Molenrak loopt door het plangebied. Zie onderstaande afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Vaarweg Het Molenrak loopt door het plangebied



2.1 Beroepsvaart

De beroepsvaart bestaat vooral uit grote schepen, langer dan 20 m¹. Schepen uit de beroepsvaart zijn meestal route-gebonden en hebben daarbij voorkeur voor de kortste route die voldoende veilig en comfortabel is. In en om dit gebied volgt de beroepsvaart in hoofdzaak drie routes:

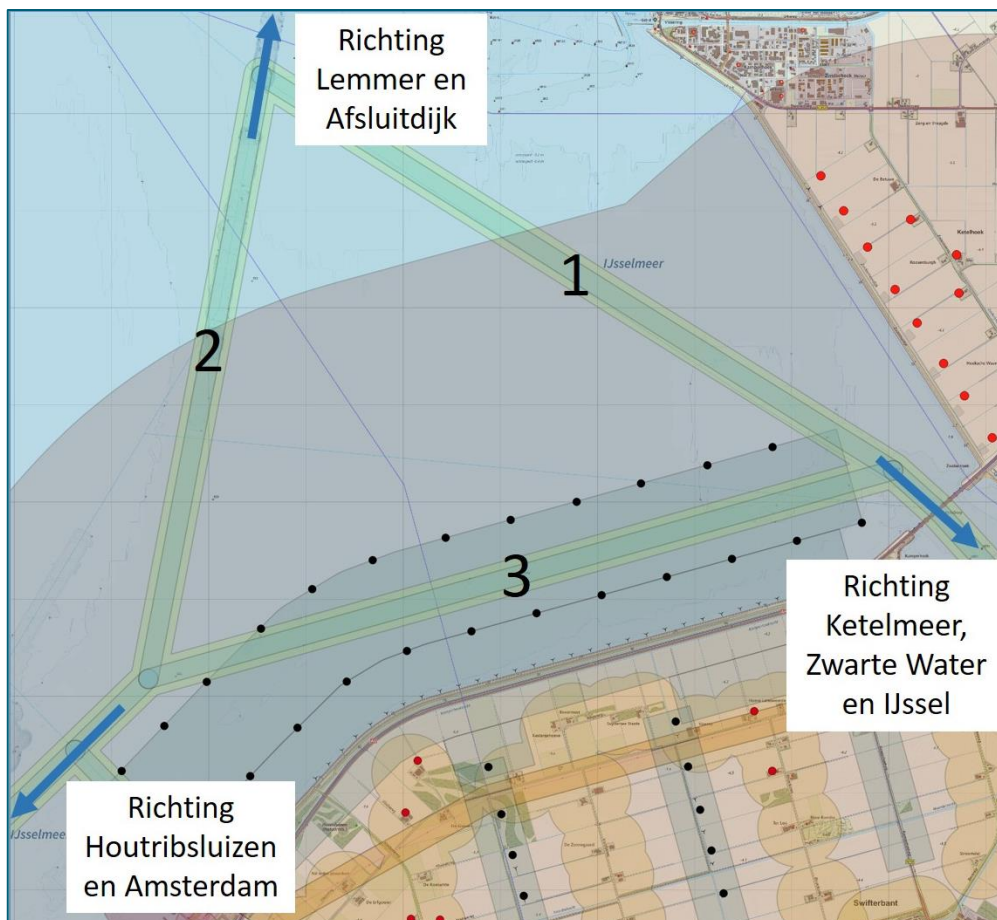
- 1 Ketelmeer → Lemmer (en terug);
- 2 Houtrib → Lemmer (en terug);
- 3 Houtrib → Ketelmeer (en terug).

Deze zijn weergegeven in afbeelding 2.2. De verkeersintensiteiten zijn beschreven door Marin [ref. 2], en herhaald in onderstaande tabel 2.1. Dit is op basis van gegevens over scheepspassages uit BIVAS2.

Tabel 2.1 Aantallen passages per jaar op de routes op basis van BIVAS2 gegevens

	Aantal passages per jaar per richting		Totaal aantal passages per jaar in beide richtingen
	NW: 1.987	ZO: 1.765	totaal: 3.752
1 Ketelmeer ⇔ Lemmer	NW: 1.987	ZO: 1.765	totaal: 3.752
2 Houtrib ⇔ Lemmer	N: 12.028	Z: 12.916	totaal: 24.944
3 Houtrib ⇔ Ketelmeer	W: 6.147	O: 7.578	totaal: 13.725

Afbeelding 2.2 Vaarwegen en -routes voor beroepsvaart in en om het projectgebied

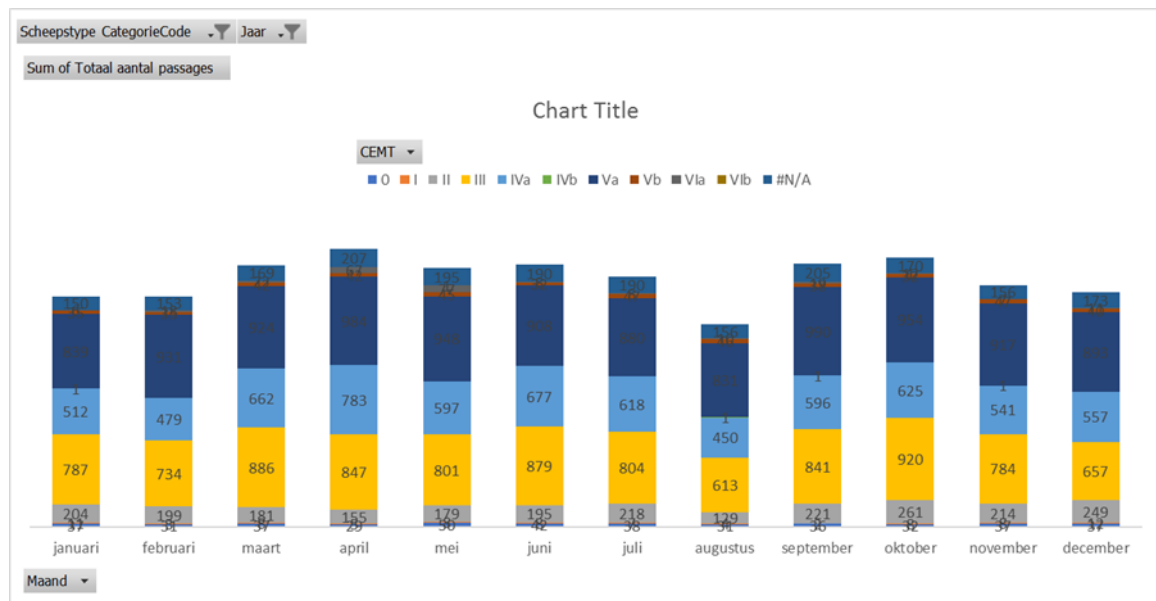


¹ Volgens de definitie van het Binnenvaartpolitiereglement [ref. 5] vallen schepen groter dan 20 m, en alle vissersschepen en passagiersschepen in de categorie 'grote schepen'.

In totaal gaan circa 14.000 scheepvaartpassages jaarlijks langs route 3 (het Molenrak), de route die door het plangebied gaat. Dat zijn circa 40 per dag. De aanvaar-/aandrijffrequenties zijn hierop gebaseerd en berekend door Marin [ref 2.] en samengevat in hoofdstuk 6, paragraaf 6.2. Een kwalitatieve beschrijving van de gevolgen voor de nautische veiligheid van Windplan Blauw zijn beschreven in het MER, deelrapport Veiligheid [ref. 1]. Voor het VKA zijn deze nog eens samengevat in hoofdstuk 10.

De beroepsvaart vaart het gehele jaar door. In de onderstaande afbeelding 2.3 zijn de passages langs de houtribdijk weergegeven. Uit een vergelijking van intensiteiten blijkt dat er sprake is van een lichte variatie per maand. In 2016 waren er in de drukste maand (april) circa 35 % meer scheepspassages dan in de rustigste maand (augustus). De verdeling over de grootteklassen varieert ook licht, er zijn in april met name iets meer klasse IV schepen geweest.

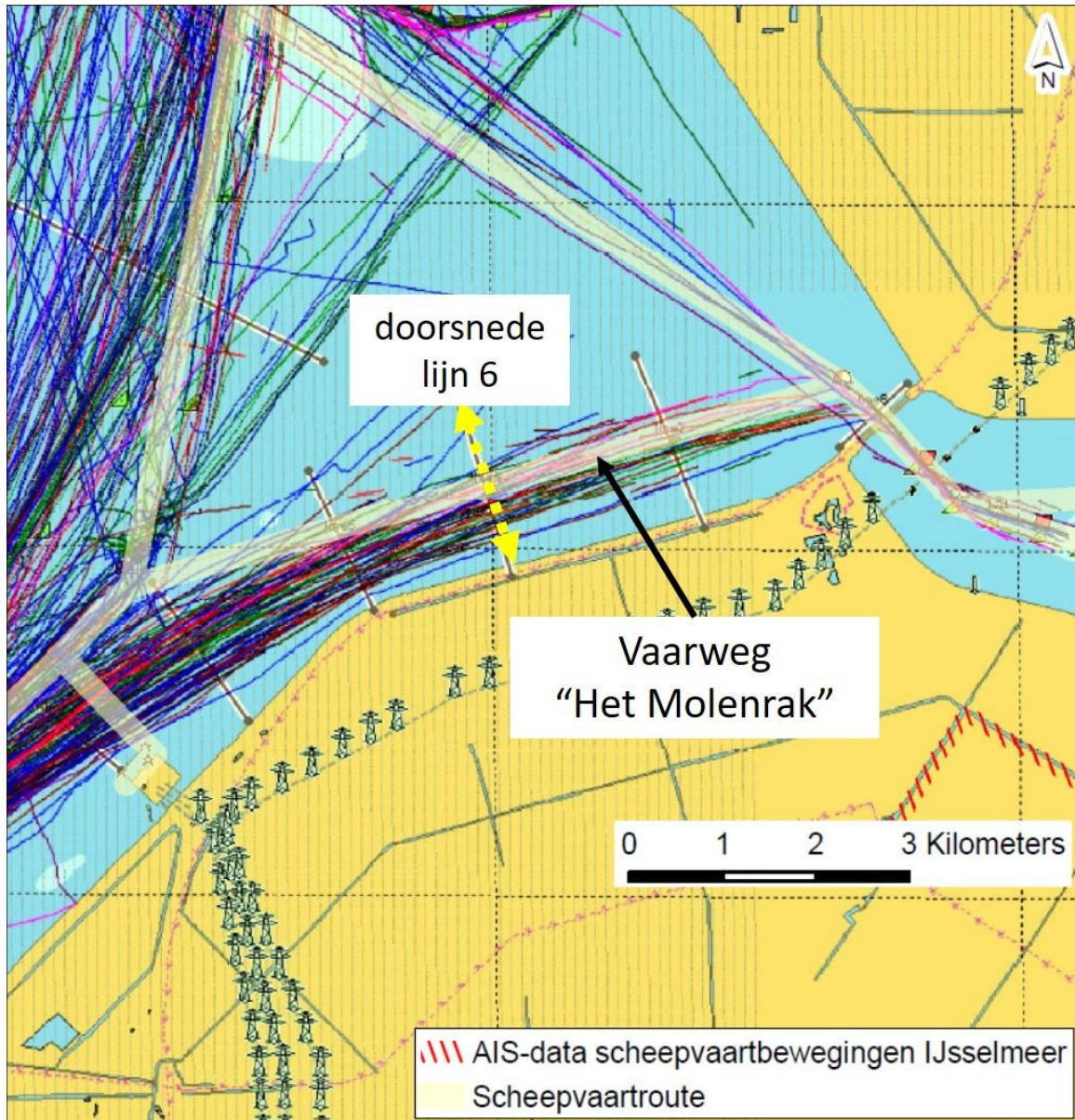
Afbeelding 2.3 Aantal scheepvaartpassages langs de Houtribsluizen gedurende 2016



Bron: NIS 2018, Rijkswaterstaat.

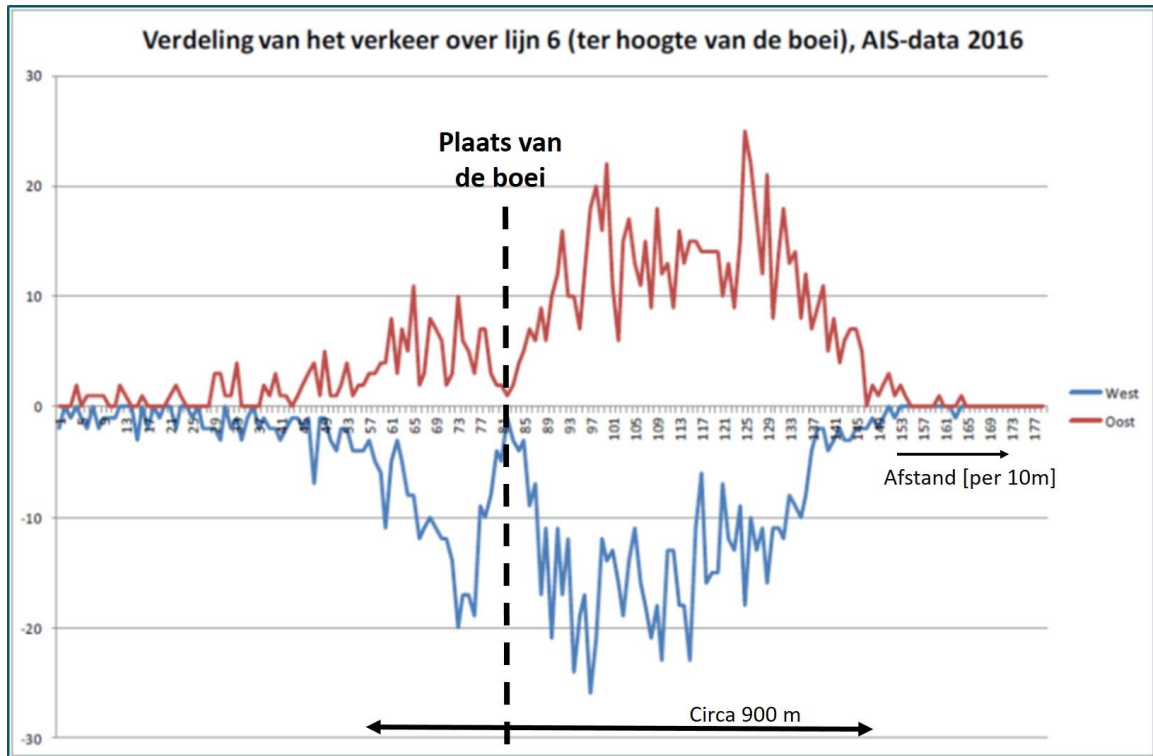
De beroepsvaart (en een deel van de recreatievaart) is voorzien van een AIS-transponder waarmee signalen met positie en vaarrichting worden uitgezonden. Hiermee kan de scheepvaartintensiteit op enig moment in kaart worden gebracht. In onderstaande afbeelding 2.4 wordt het resultaat hiervan weergegeven voor een week in april 2016. Uit deze afbeelding blijkt dat de schepen in de meeste gevallen niet de vaarweg volgen, maar gebruik maken van een breed vaargebied. In het plangebied wordt vaak een meer zuidelijke, en ook kortere route gevolgd.

Afbeelding 2.4 Beperkt gebruik van de vaarwegen (op basis van AIS-data gedurende een week in april 2016) Bron: Marin



De scheepvaart maakt daarbij gebruik van een breed vaargebied. Om dit illustreren, is in afbeelding 2.5 de verdeling van het vaarverkeer weergegeven ter plaatse van lijn 6 uit afbeelding 2.4. Hieruit blijkt dat het verkeer langs deze lijn gebruik maakt van een vaargebied van circa 900 m breed. Uit afbeelding 2.4 is duidelijk dat langs de gehele route gebruik wordt gemaakt van een dergelijk breed gebied.

Afbeelding 2.5 Verdeling van het vaarverkeer over lijn 6 (uit afbeelding 2.4)

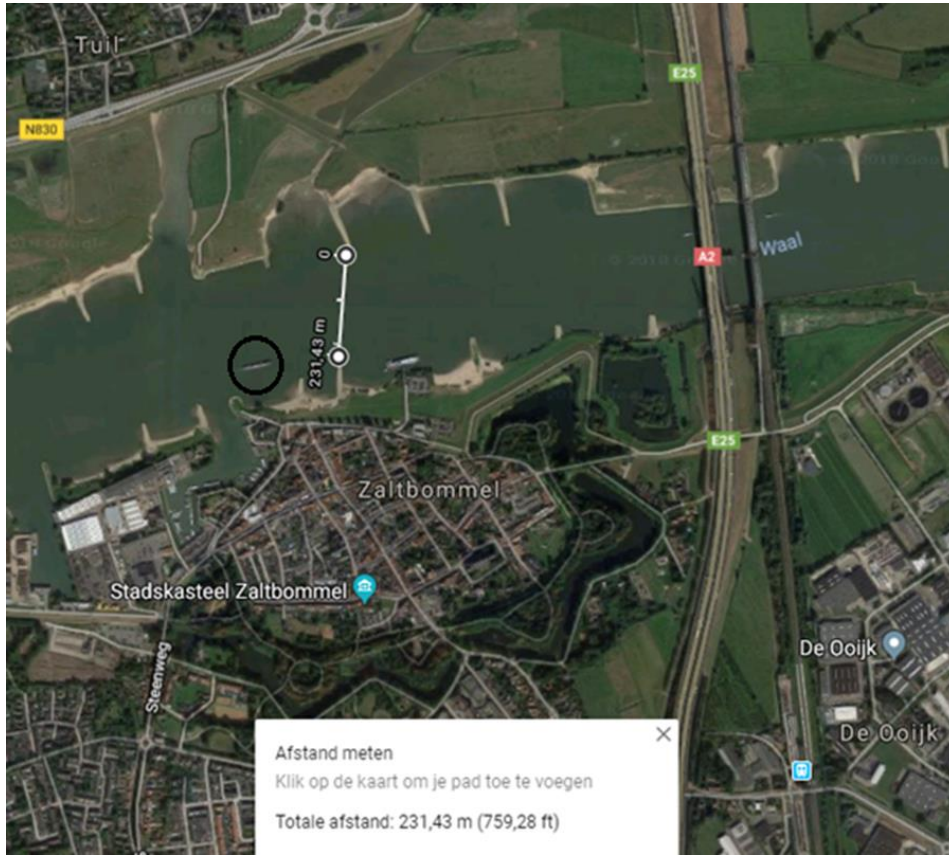


Bron: bijlage III.

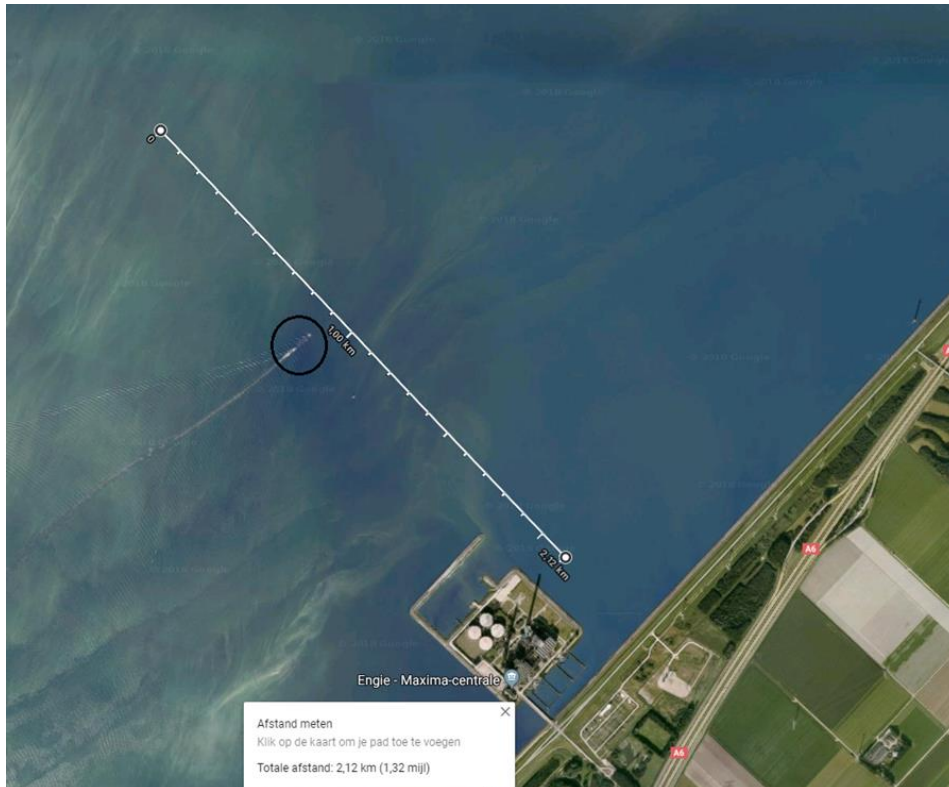
Zoals gezegd is het IJsselmeer een ruim en open gebied, en er is gebleken dat de beroepsvaart ook gebruik maakt van een breed vaargebied. Ter vergelijking is in afbeelding 2.6 de situatie weergegeven van een drukke binnenvaartroute in de Waal bij Zaltbommel. De totale vaarbreedte is daar 230 m. De Waal is de breedste en drukst bevaren waterweg van West-Europa. Over de Waal zijn bij Zaltbommel in 2014 circa 90.000 vaarbewegingen van binnenvaartschepen geregistreerd¹. Dat komt overeen met een gemiddelde van 246 vaarbewegingen per etmaal (circa 120 per richting). In afbeelding 2.7 is de situatie weergegeven bij de Maxima-centrale, waar de totale beschikbare vaarbreedte circa 2 km is.

¹ Bivas, 2014, BinnenVaart Analyse Systeem Rijkswaterstaat.

Afbeelding 2.6 Binnenvaartschip (zwarte cirkel) in de Waal bij Zaltbommel met een breedte van 230 m



Afbeelding 2.7 Binnenvaartschip (zwarte cirkel) bij de Maxima-centrale met een vaarbreedte van circa 2 km



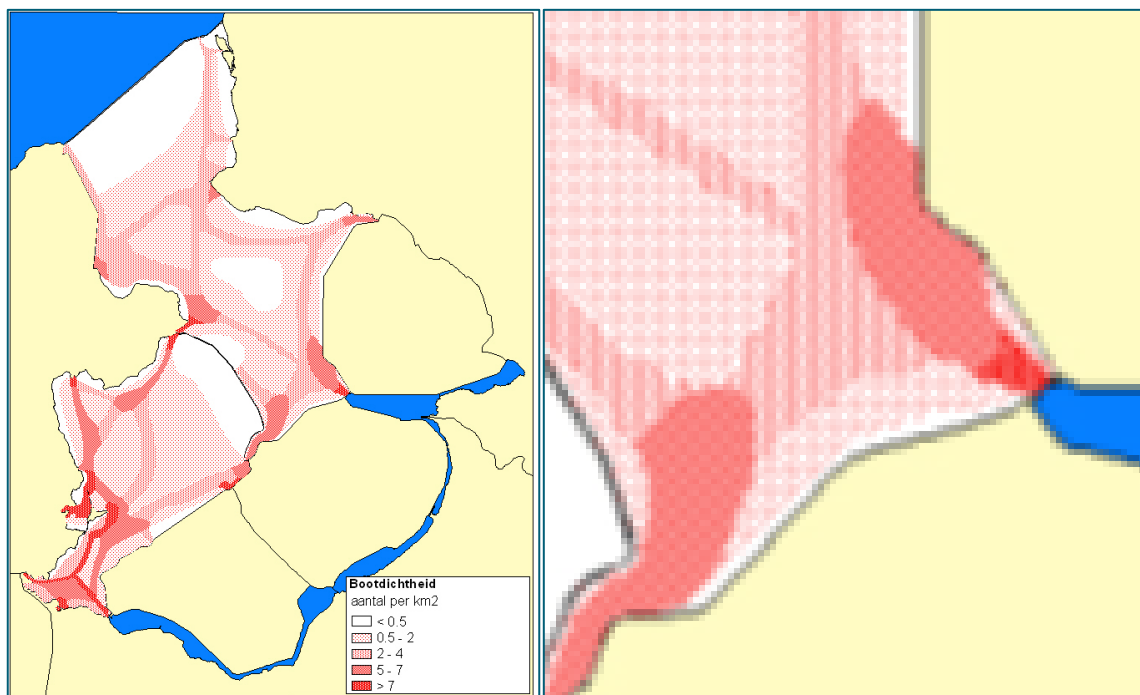
2.2 Recreatievaart

Recreatieve schepen zijn overwegend 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 wijzigen wanneer ze tegen de wind opkruisen.

In afbeelding 2-8 is de gemiddelde scheepvaartintensiteit op een zomerse dag weergegeven op het IJsselmeer en Markermeer [ref. 6], met daarnaast een uitsnede van het projectgebied en omgeving. Op een zomerse dag is er relatief veel recreatieve scheepvaart. Uit de afbeelding blijkt een relatief hoge intensiteit vanaf de Ketelbrug richting het noorden, en vanaf de Houtribsluizen richting het noorden, en een lagere intensiteit in het projectgebied.

Vanuit het oogpunt van de recreatievaart is dit goed te begrijpen. Vanaf de Ketelbrug gezien bevinden de meeste interessante recreatiebestemmingen (zoals Urk, Lemmer en Enkhuizen), en ook het voor zeilschepen interessante open water, zich immers richting het noorden. Datzelfde geldt ook vanaf de Houtribsluizen. Slechts een beperkt deel van de recreatievaart vaart vanaf de Ketelbrug richting de Houtribsluizen of vice versa.

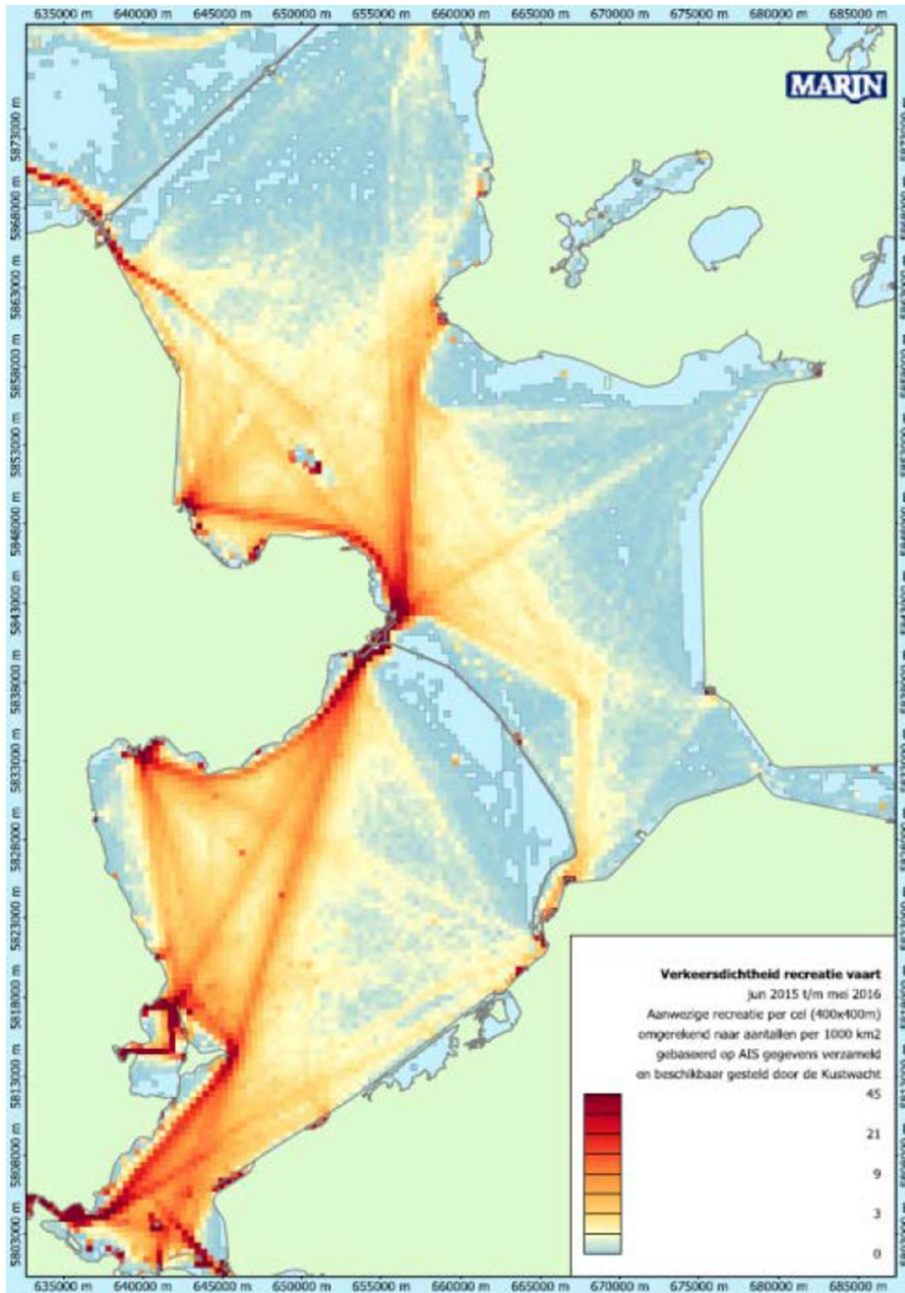
Afbeelding 2.8 A) Scheepvaartintensiteit IJsselmeer en Markermeer op een zomerse dag. B) Ingezoomd op het projectgebied¹



In afbeelding 2.9 is de dichtheid weergegeven van recreatievaartuigen met AIS gedurende een jaar van juni 2015 tot en met mei 2016. Hieruit volgt dat de recreatievaart relatief weinig gebruik maakt van de wateren in het projectgebied (< 0,5 per 1.000 km²). Een nadere kwantitatieve analyse van scheepvaartveiligheid van de recreatievaart is uitgevoerd door Marin [ref. 2] en samengevat in hoofdstuk 7, paragraaf 7.3.

¹ Bron: Ecologie en Ruimte . gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer, Ministerie Verkeer en Waterstaat 2005: <http://library.wur.nl/ebooks/hydrotheek/1792047.pdf>.

Afbeelding 2.9 Dichtheid recreatievaart (met AIS) in IJsselmeer en Markermeer juni 2015 t/m mei 2016 (bron: Marin¹)



Een deel van de recreatievaart betreft zeilschepen met een staande mast. Als deze de Ketelbrug willen passeren, maken zij gebruik van de basculebrug die met enige regelmaat open gaat. In afwachting van het opengaan van de brug, aan IJsselmeerzijde, liggen deze schepen relatief dicht bij het projectgebied. De specifieke situatie voor zeilschepen met staande mast, die liggen te wachten voor de Ketelbrug, is beschreven in hoofdstuk 7, paragraaf 7.1.

¹ Y. Koldenhof, D Looije, Invloed windpark Fryslân op scheepvaartveiligheid, MARIN, 26897-1-MSCN-rev.7.

3

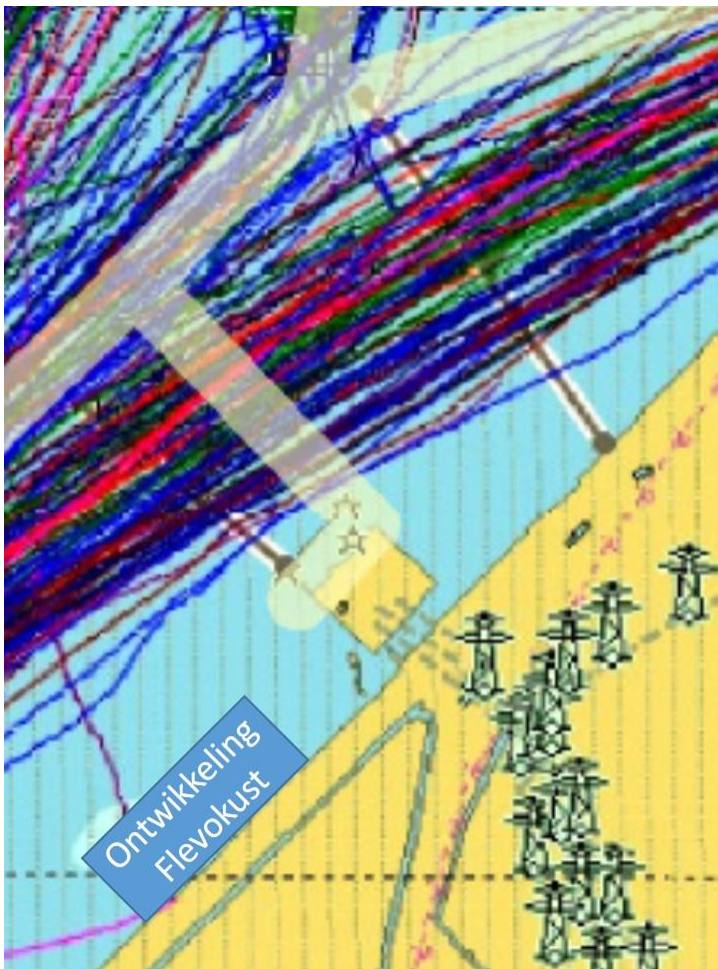
AUTONOME EN GERELATEERDE ONTWIKKELINGEN

In het plangebied zijn twee autonome ontwikkelingen, die vanuit het oogpunt van nautische veiligheid van belang zijn. Dit zijn de ontwikkeling van de Haven Flevokust en de verdieping van de vaargeul van het Molenrak.

3.1 Autonome ontwikkeling: Haven Flevokust

Ten zuidwesten van de Maximacentrale wordt de Haven Flevokust ontwikkeld (realisatie in periode 2016-2017). Deze autonome ontwikkeling leidt ertoe dat het aantal vaarbewegingen parallel aan de vaarweg naar de Maxima-centrale zal toenemen. Zie ook afbeelding 3.1. Volgens het MER van de Flevokust [ref. 7], is het verwachte aantal vaarbewegingen van en naar de Flevokust gemiddeld 10 per dag. Gezien het feit dat de schepen gebruik maken van een veel breder gebied en vaak meer zuidelijke routes ten opzichte van de vaarweg, is er sprake van kruisend verkeer.

Afbeelding 3.1 Routes bij de Maximacentrale en toekomstige haven Flevokust



3.2 Autonome ontwikkeling: Verdieping vaargeul van het Molenrak

Een andere autonome ontwikkeling is de verdieping van de vaarweg van het Molenrak tot een vaargeul (vergunning verleend in 2017). Dit zal de komende jaren gebeuren. Hiermee wordt de route richting het Ketelmeer nog beter toegankelijk voor echt grote schepen (klasse Vb)¹.

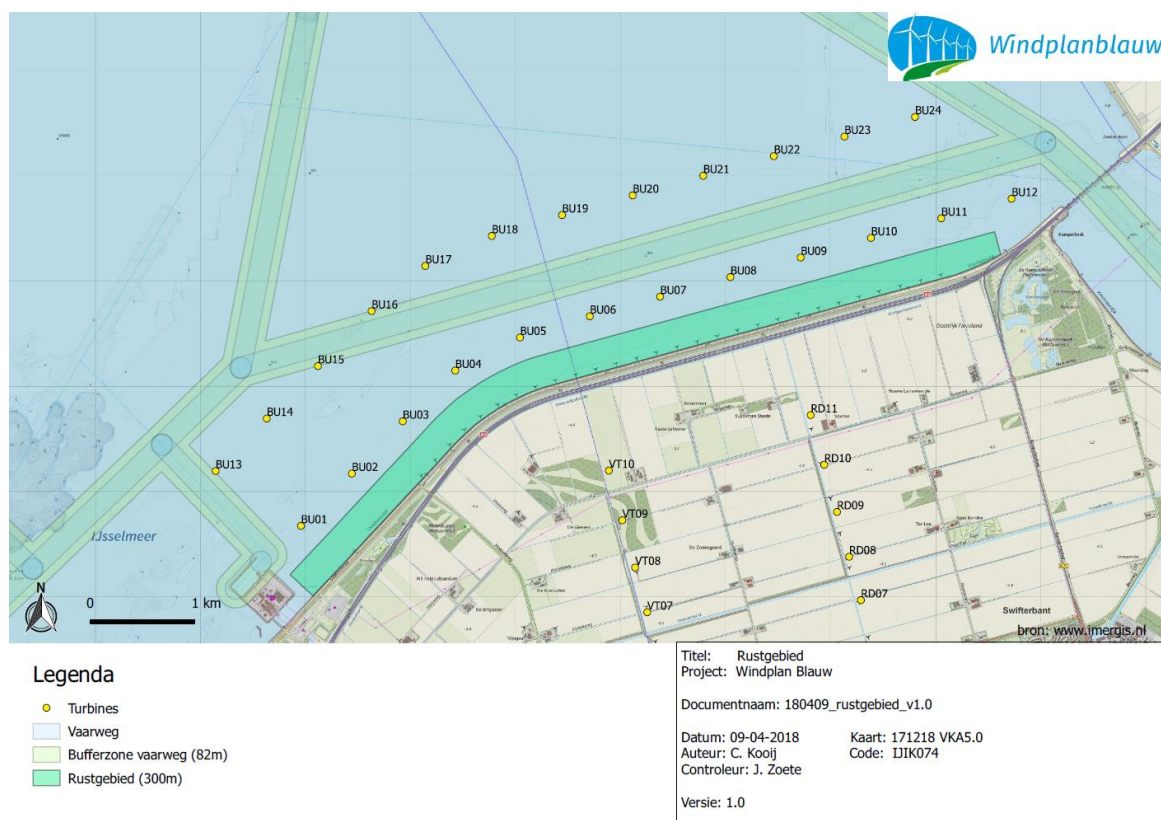
Als de vaargeul is gerealiseerd, is dit een aantrekkelijke optie voor zwaar beladen grote schepen met veel diepgang. Voor een schip met veel diepgang leidt het gebruik van de vaargeul immers tot enige brandstofbesparing.

3.3 Onderdeel van Windplan Blauw: Rustgebied voor de Fuut

Vanuit de Passende Beoordeling volgt een mitigerende maatregel voor de fuut. Voor deze vogelsoort wordt een rustgebied in de vorm van een strook langs de kustlijn gerealiseerd, met een breedte van 200 m. In dit rustgebied is geen vaarverkeer toegestaan, minimaal in de periode 1 augustus tot en met 31 maart. Omdat vaarverkeer zorgt voor verstoring van deze vogelsoort moet ook rekening worden gehouden met de invloedssfeer van schepen. Daarom is aanvullend een bufferzone van 100 m vrijgehouden van scheepvaart.

Conclusie is dat ten behoeve van de instelling van het rustgebied, een strook van 300 meter langs de kustlijn wordt ingesteld, waarbinnen geen vaarverkeer is toegestaan. Dit betekent dat tussen de dijk en de eerste rij windturbines een bevaarbare strook overblijft van 200 m. Het rustgebied is weergegeven in afbeelding 3.2. Het rustgebied is onderdeel van het initiatief.

Afbeelding 3.2 Illustratie rustgebied voor de Fuut, met effect afstand voor scheepvaart



¹ Het Molenrak heeft nu nog vaarwegklasse Va

4

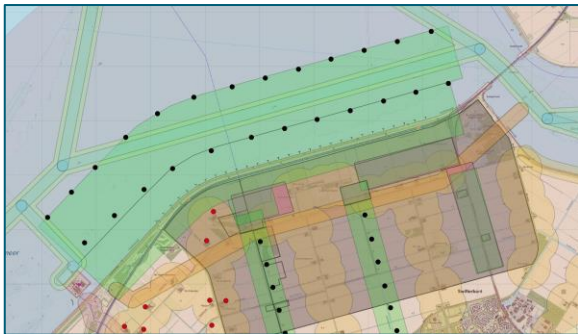
BESCHRIJVING WINDPARK

In het VKA van Windplan Blauw worden 24 windturbines in het IJsselmeer geplaatst. De lay-out wordt beschreven in paragraaf 4.1. De mogelijke fundatietypes worden beschreven in paragraaf 4.2.

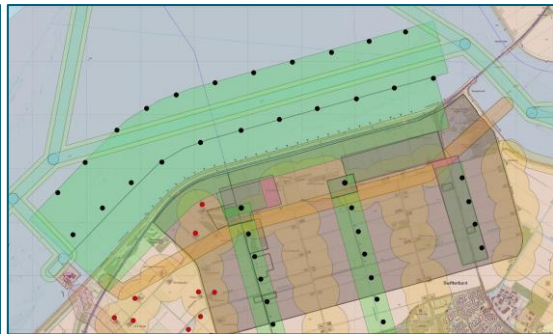
4.1 Windpark lay-out

In het MER [ref 1], is de nautische veiligheid geanalyseerd voor drie varianten voor de windpark-lay-out: Het basisalternatief IR en de varianten IA en IB¹. In afbeelding 4.1 zijn het basisalternatief en de variant IA weergegeven. In het basisalternatief werden twee rijen windturbines in het water voorzien, met 13, resp. 12 windturbines. Variant IA voorzagt ook in twee rijen windturbines, met tweemaal 11 windturbines. Variant IB voorzagt in drie rijen windturbines, en wordt hier niet nader weergegeven.

Afbeelding 4.1a Basisalternatief IR



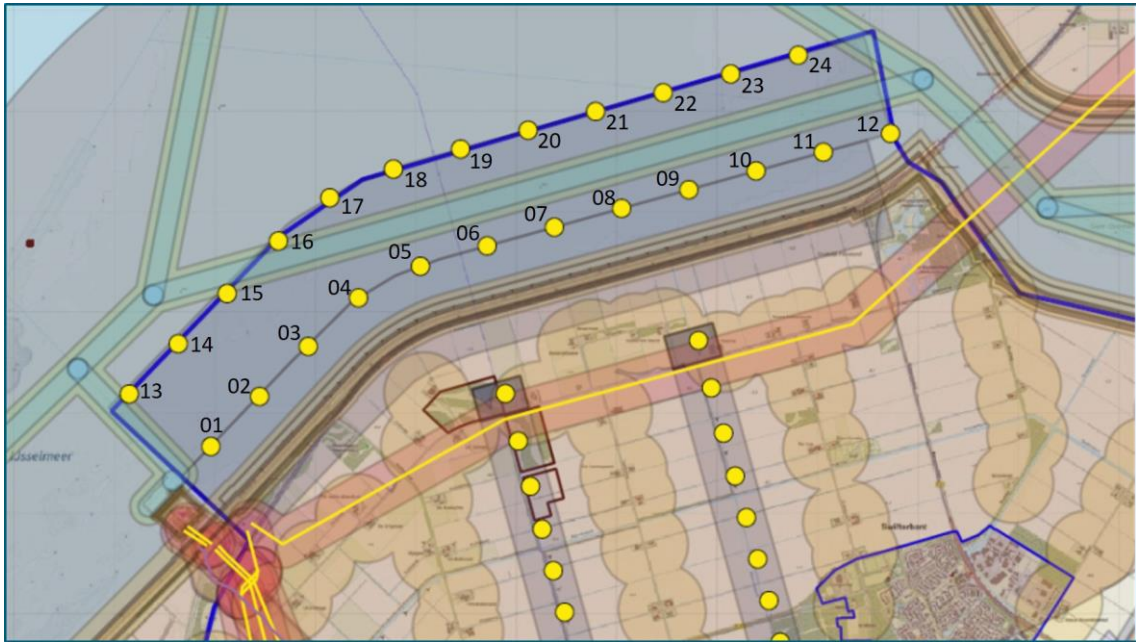
Afbeelding 4.1b Variant IA



Het VKA heeft ook twee rijen windturbines, met tweemaal 12 windturbines. Het VKA is weergegeven in afbeelding 4.2, waarbij tevens de turbines zijn genummerd.

¹ Voor een uitgebreide beschrijving van de varianten IR, IA en IB wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van het MER Windplan Blauw.

Afbeelding 4.2 Turbines in het water van het VKA



De situatie betreffende de nautische veiligheid bij de VKA is in belangrijke mate overeenkomstig zoals beschreven in het MER [ref 1], voor het basisalternatief IR en de variant IA. De relevante verschillen en overeenkomsten van het VKA in vergelijking met het basisalternatief IR en variant IA zijn als volgt:

- de situatie rondom de Maxima-centrale (turbines 01 en 13), komt overeen zoals beschreven voor basisalternatief IR;
- de situatie rondom de 'doorsteek' (tussen turbines 15 en 16), komt overeen zoals beschreven voor basisalternatief IR;
- de situatie rondom de meest noordoostelijke turbine (turbine 24), komt overeen zoals beschreven voor variant IA;
- het aantal turbines in beide rijen wijkt iets af van het aantal turbines in basisalternatief IR en variant IA. De kwantitatieve risicoanalyse is opnieuw uitgevoerd voor het VKA. Dit is nader beschreven in hoofdstuk 7;
- de meest oostelijke turbine in de zuidelijke rij (turbine 12) is geplaatst dichterbij de Ketelbrug, dan in basisalternatief IR en variant IA. De gevolgen voor de nautische situatie rondom de 'wachtruimte' voor de Ketelbrug wordt beschreven in hoofdstuk 5.

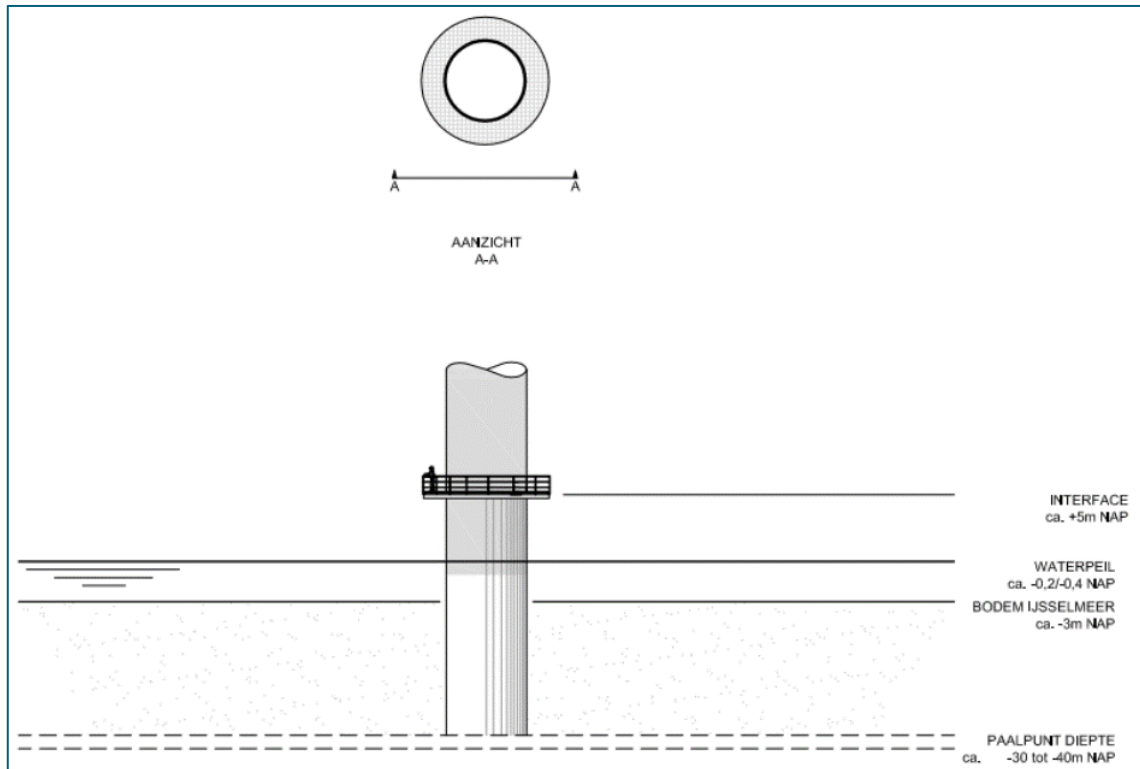
4.2 Fundatietypes

Voor het scheepvaartonderzoek zijn verschillende fundatietypes beschouwd. In deze paragraaf zijn de verschillende types toegelicht. In het kwantitatieve onderzoek is uitgegaan van de fundering met het grootste ruimtebeslag (een diameter van 30 m).

4.2.1 Monopile

Het meest gebruikte fundatietype voor offshore windturbines is de monopile, vergelijkbaar met het type fundering van het recent in het IJsselmeer gerealiseerde windpark Westermeerwind. Dit betreft een stalen mast die de waterbodem in wordt geheid, met een diameter van 5 tot circa 10 m. Op deze monopile wordt de windturbine bevestigd. Het fundatieprincipe is weergegeven in afbeelding 4.3. Ter illustratie is in afbeelding 4.4 een voorbeeld van een monopile weergegeven.

Afbeelding 4.3 Fundatieprincipe van een monopile



Afbeelding 4.4 Voorbeeld van een monopile-fundatie



4.2.2 Alternatieve funderingen

Als alternatief zijn er een aantal andere typen fundering mogelijk. Dit zijn bijvoorbeeld:

- Dolphin-fundatie (afbeelding 4.5);
- damwand-fundatie (afbeelding 4.6);
- gravity based foundation (afbeelding 4.7).

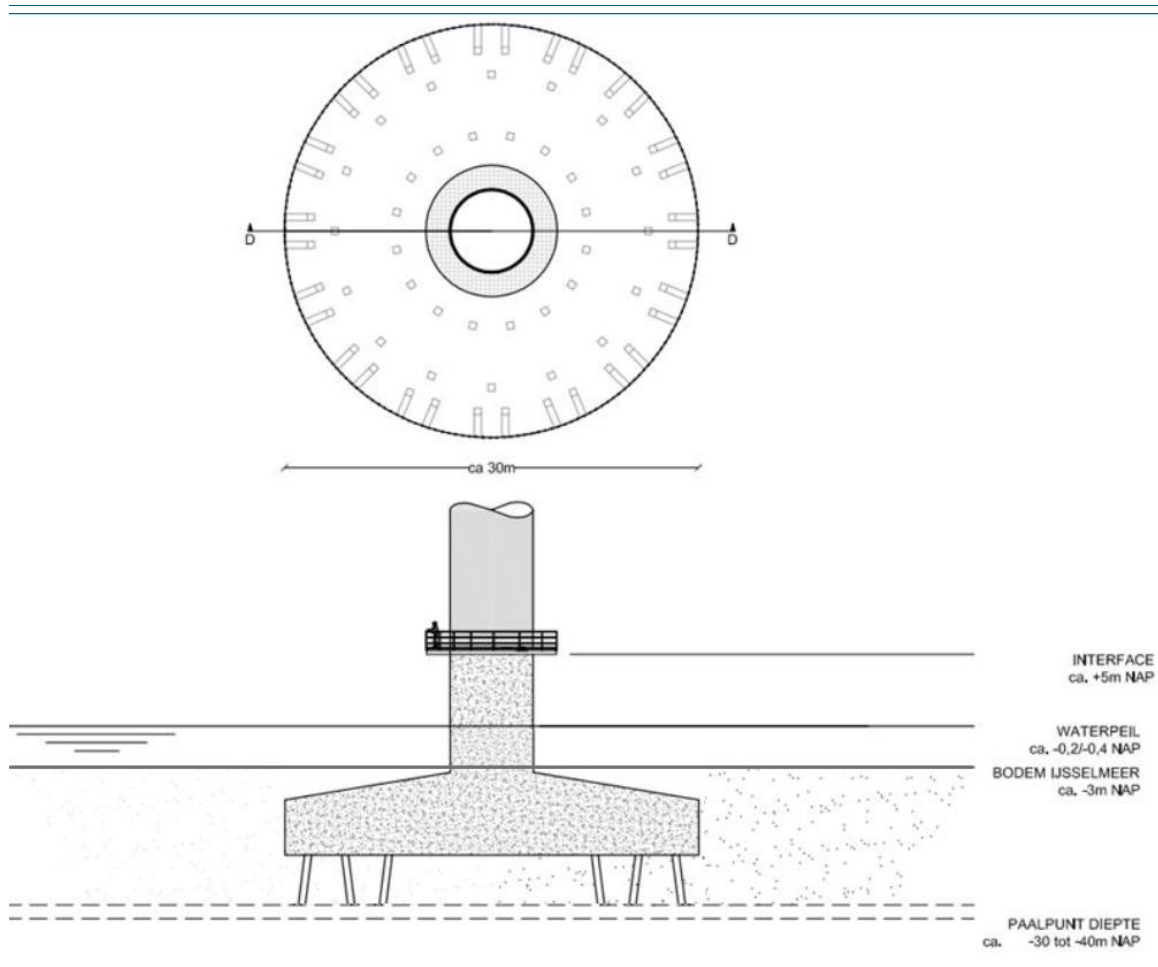
Een gemeenschappelijke eigenschap van deze alternatieve funderingen is dat de buitendiameter groter is dan voor een monopile-fundatie. Dit is uiteraard van belang vanuit het oogpunt van nautische veiligheid. In de kwantitatieve analyses voor nautische veiligheid is daarom rekening gehouden met een fundatiediameter van 30 meter. Voor Windplan Blauw is besloten dat de maximale fundatiediameter van turbines in het IJsselmeer 30 meter, waarmee de kwantitatieve analyses voor nautische veiligheid zijn gebaseerd op de worst case situatie¹.

Vanuit het oogpunt van nautische veiligheid is een belangrijk uitgangspunt dat de buitenafmeting van de fundering boven de waterlijn goed zichtbaar is. Onder de waterlijn mogen geen 'onverwachte' randen van de constructie zijn waar een schip tegenaan zou kunnen varen.

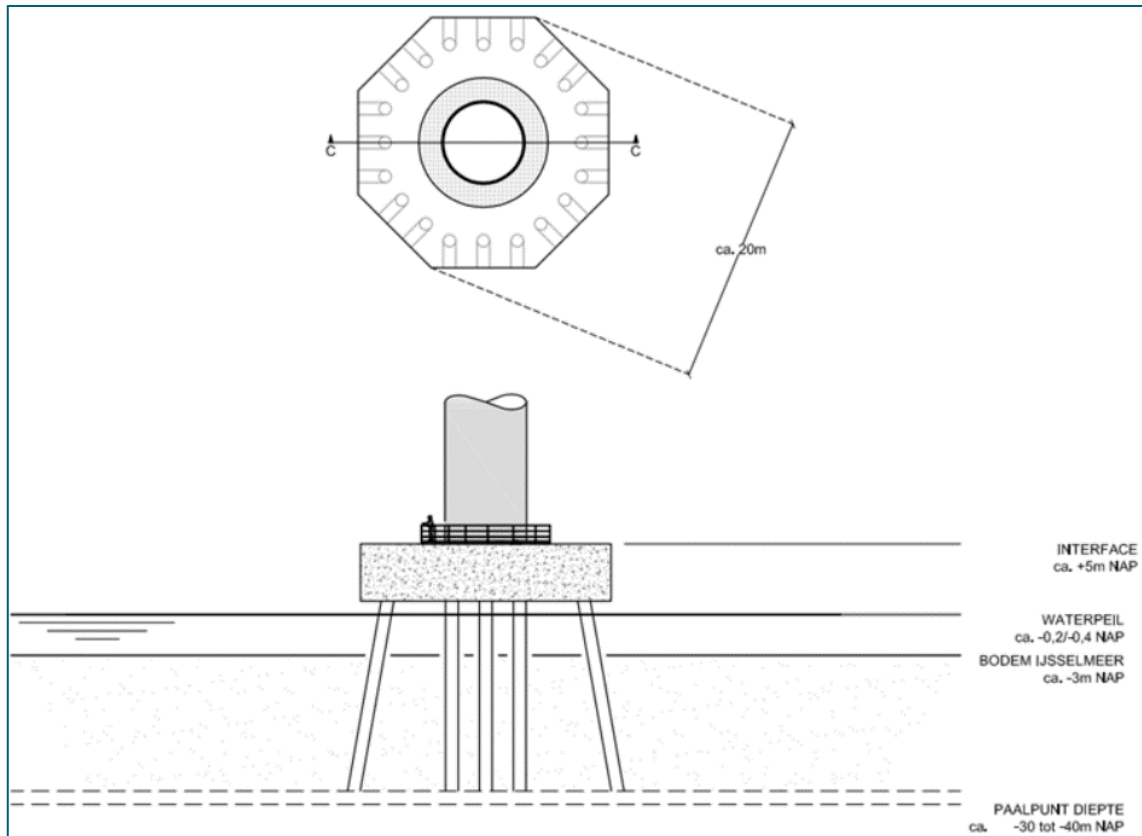
Uitwerken van ontwerp fundaties

De getoonde fundaties zijn indicatief en worden later nog nader ontworpen. De wijze waarop de Damwand-fundatie is weergegeven in afbeelding 4.5 is niet acceptabel vanuit het oogpunt van nautische veiligheid. Schepen kunnen namelijk op de fundatie varen wanneer een fundatie niet zichtbaar is boven water, maar wel de vaardiepte beperkt. Dat betekent dat het oppervlak boven water zichtbaar dient te zijn. Een damwand-fundatie is acceptabel wanneer de betonnen voet tot (bijvoorbeeld 1 meter) boven de waterlijn komt. Het profiel onder de waterlijn dient gelijk of dieper te liggen dan de vaardiepte (zoals onderstaand weergegeven).

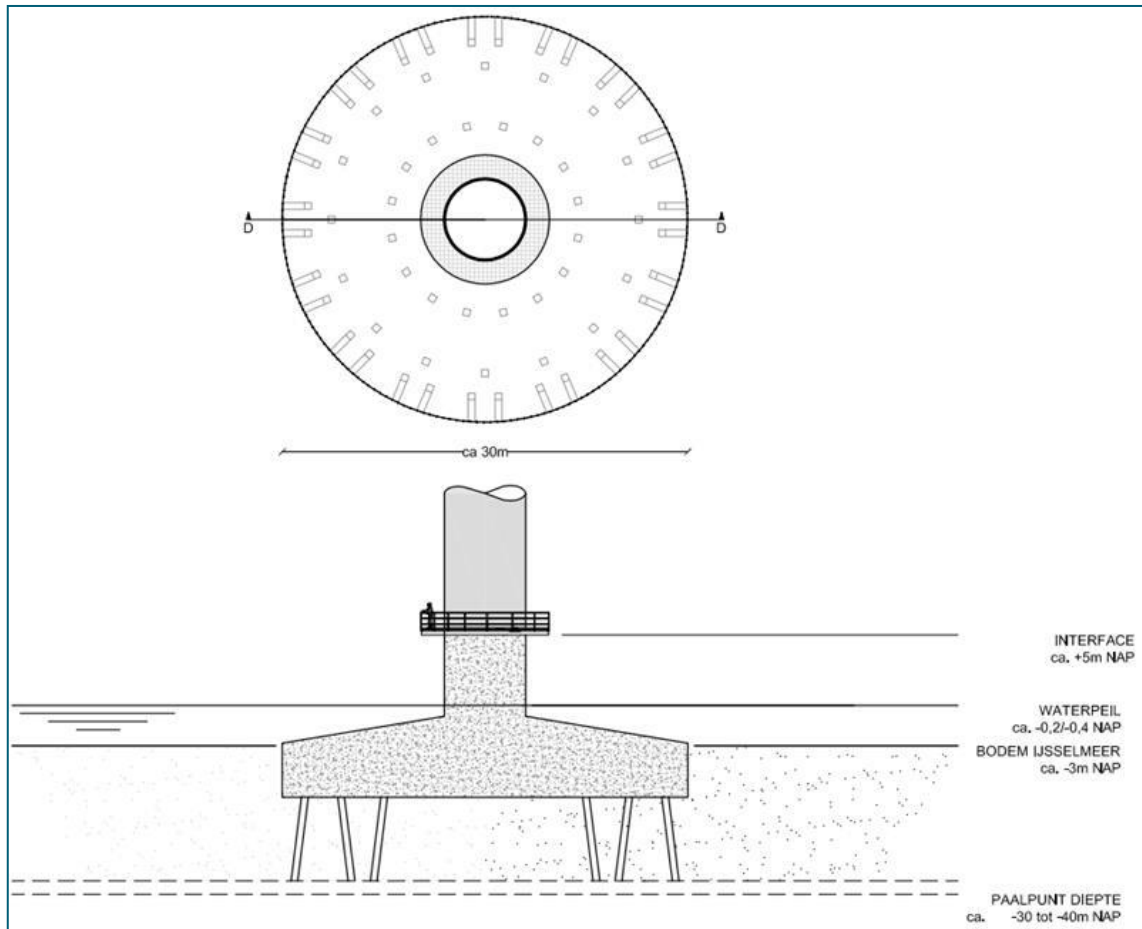
¹ De Technische uitgangspuntennotitie (bijlage VII MER Windplan Blauw) beschrijft een maximale een fundatiediameter van 10 meter voor monopile funderingen. Van dit technische uitgangspunt wordt in deze analyse van Alternatieve funderingen afgeweken.



Afbeelding 4.5 Dolphin-fundatie



Afbeelding 4.6 Damwandfundatie



Afbeelding 4.7 Illustratie van een Gravity Based Foundation



5

EFFECTEN OP (ALLE) SCHEEPVAART: TIJDELIJKE AFSLUITING VAARGEBIED

Tijdelijke afsluiting van (een deel van) het plangebied is voorzien tijdens de bouw van het windpark en, na afloop van de levensduur, tijdens de sloop van het windpark. Daarnaast kan een tijdelijke afsluiting van een deel van het plangebied nodig zijn in het geval van een calamiteit. In dit hoofdstuk worden de effecten van tijdelijke afsluiting op de scheepvaart beschreven.

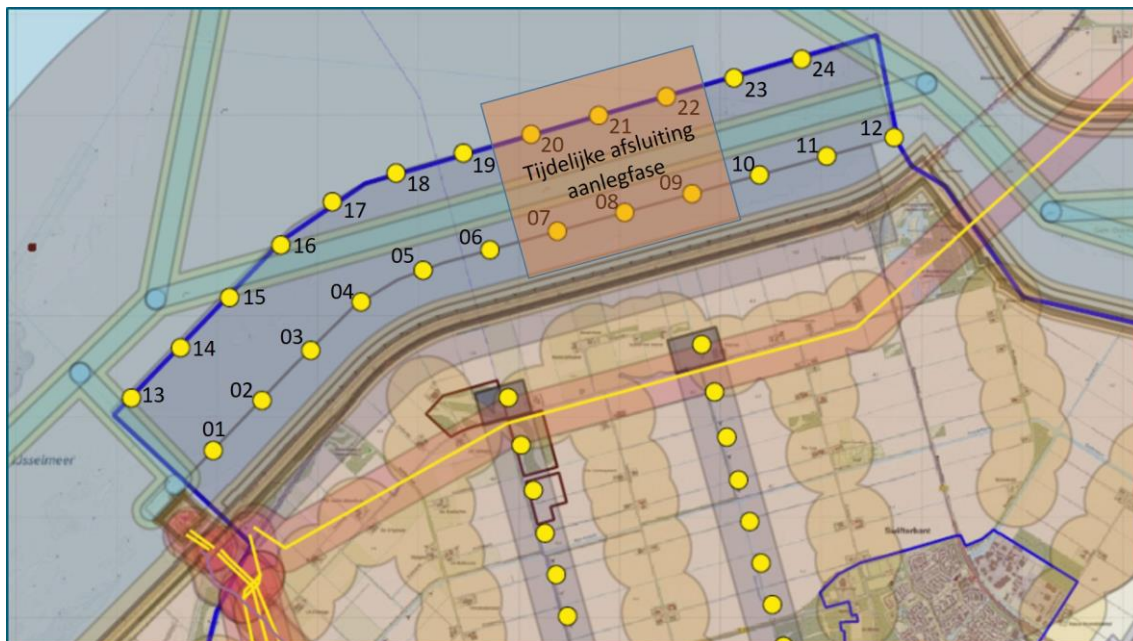
5.1 Tijdelijke afsluiting in aanleg en sloopfase

Tijdens de aanleg van het windpark wordt het gebied werkzaamheden verricht door diverse schepen en combinaties van schepen en vinden relatief veel scheepvaartbewegingen plaats die qua richting afwijken van het doorgaande scheepverkeer. Daarnaast wordt gewerkt met kranen en grote turbineonderdelen. Het is vanuit het oogpunt van veiligheid dan ook noodzakelijk om de locaties van de werkzaamheden te sluiten voor de overige scheepvaart. Binnen dit afgesloten gebied kunnen de installatiewerkzaamheden ongestoord plaats vinden. Als voorbeeld wordt in afbeelding 5.1 een illustratie van een afgesloten deelgebied ter grootte van 6 turbinelocaties weergegeven.

Door de afsluiting van dit gebied wordt het vaarverkeer ten noorden of noordwesten langs het afgesloten gebied geleid. In dat gebied is ruim voldoende ruimte beschikbaar. Schepen zullen gedurende de aanlegfase om moeten varen. Voor zeer diepliggende schepen, die aangetrokken waren door de verdieping van de vaargeul, kan dit betekenen dat deze tijdelijk hier niet kunnen passeren.

De aanlegfase is van tijdelijke aard, met een totale tijdsduur van circa een half jaar. Dezelfde methodiek van een geheel of gedeeltelijke afsluiting wordt gevolgd tijdens de sloopfase.

Afbeelding 5.1 Voorbeeld, afsluiting van gedeelte van het gebied ten behoeve van aanleg in fasen

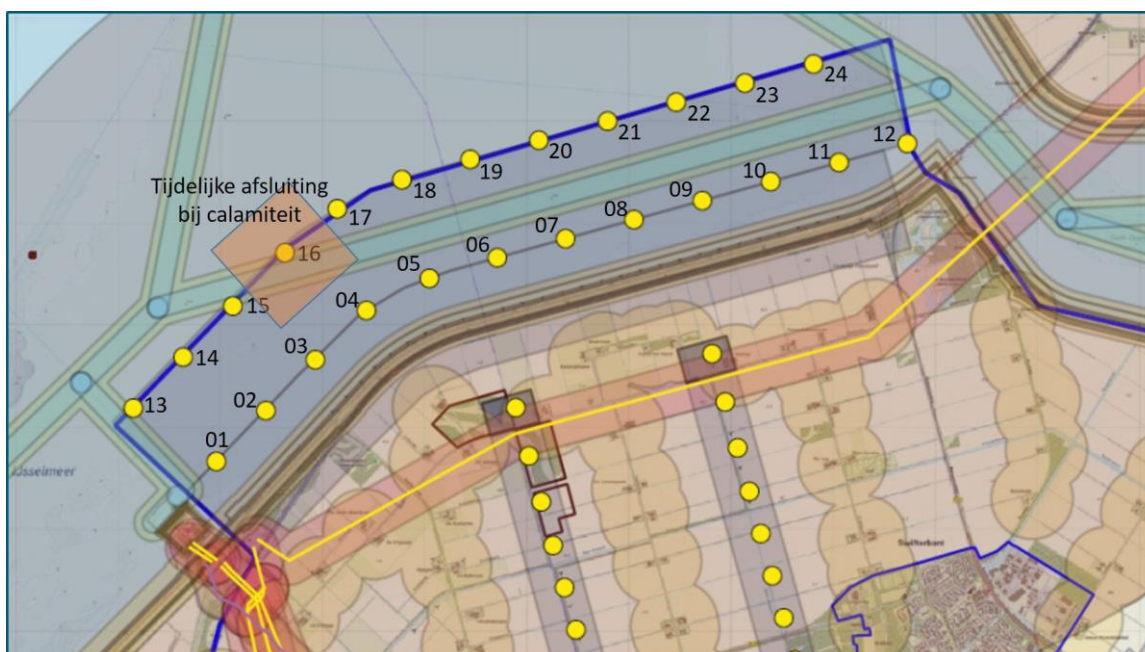


5.2 Tijdelijke afsluiting bij incidenten

Een andere mogelijke reden om een deel van het gebied af te sluiten is een calamiteit. Dit zou een calamiteit kunnen zijn gerelateerd aan een windturbine of gerelateerd aan een schip bij een windturbine. In een dergelijke situatie kan een deel van het gebied worden afgesloten, zoals als voorbeeld is geïllustreerd in afbeelding 5.2. De scheepvaart wordt er dan omheen geleid. De duur en afmetingen van de afsluiting zijn afhankelijk van de aard en ernst van de calamiteit.

De afsluiting ten behoeve van een calamiteit binnen Windplan Blauw, kijkt niet af van een calamiteiten in de huidige situatie, of van een willekeurige andere plek op het IJsselmeer. Aanleiding voor een dergelijke afsluiting kan ook een incident zijn, welke niet gerelateerd is aan de windturbines.

Afbeelding 5.2 Afsluiting van een gedeelte van het gebied naar aanleiding van een calamiteit



6

EFFECTEN OP BEROEPSVAART

In dit hoofdstuk worden de effecten van het windpark op de beroepsvaart beschreven.

6.1 Effect op kruisend verkeer bij Flevokust Haven

Zoals beschreven in hoofdstuk 2, maakt het vaarverkeer, zonder verdere maatregelen, gebruik van een breed vaargebied. De autonome ontwikkelingen Flevokust Haven en de verdieping van de vaargeul, zoals beschreven in hoofdstuk 3, veranderen dit beeld slechts in beperkte mate. Dit is weergegeven in afbeelding 6.1.

Uit afbeelding 6.1 blijkt ook dat vrijwel de volledige brede verkeersstroom, van en naar het Molenrak, een route volgt ten zuiden van de aangegeven vaarweg. Ook hiervan is het de verwachting dat dit niet wezenlijk verandert met de autonome ontwikkelingen Flevokust Haven en de verdieping van de vaargeul. Ter hoogte van de Maximacentrale en Flevokust Haven is dit nog steeds het geval. Dit betreft circa 14.000 vaarbewegingen per jaar. Dit betekent dat vrijwel de gehele verkeersstroom, van en naar het Molenrak, een kruisende koers vaart ten opzichte van de verkeersstroom van en naar Flevokust Haven. Deze verkeersstroom betreft circa 10 vaarbewegingen per dag, of afgerond circa 4.000 vaarbewegingen per jaar. Dit kruisend verkeer is ook weergegeven in afbeelding 6.1.

De kruisende koersen van twee verkeersstromen leidt tot een zeker aanvaringsrisico. Zoals gezegd betreffen dit twee verkeersstromen van circa 14.000, resp. 4.000 vaarbewegingen. Dit leidt tot een geschatte aanvaarfrequentie van 0,36 per jaar, ofwel eens per 2,8 jaar. Zie onderstaand tekstkader voor de berekening hiervan. Dit is relatief vaak.

Schatting van aanvaarfrequenties bij twee kruisende verkeersstromen A en B

Als benadering wordt eerst de frequentie geschat indien de schippers 'blind' zouden varen, en dus niet zouden uitwijken of afremmen.

Aannames:

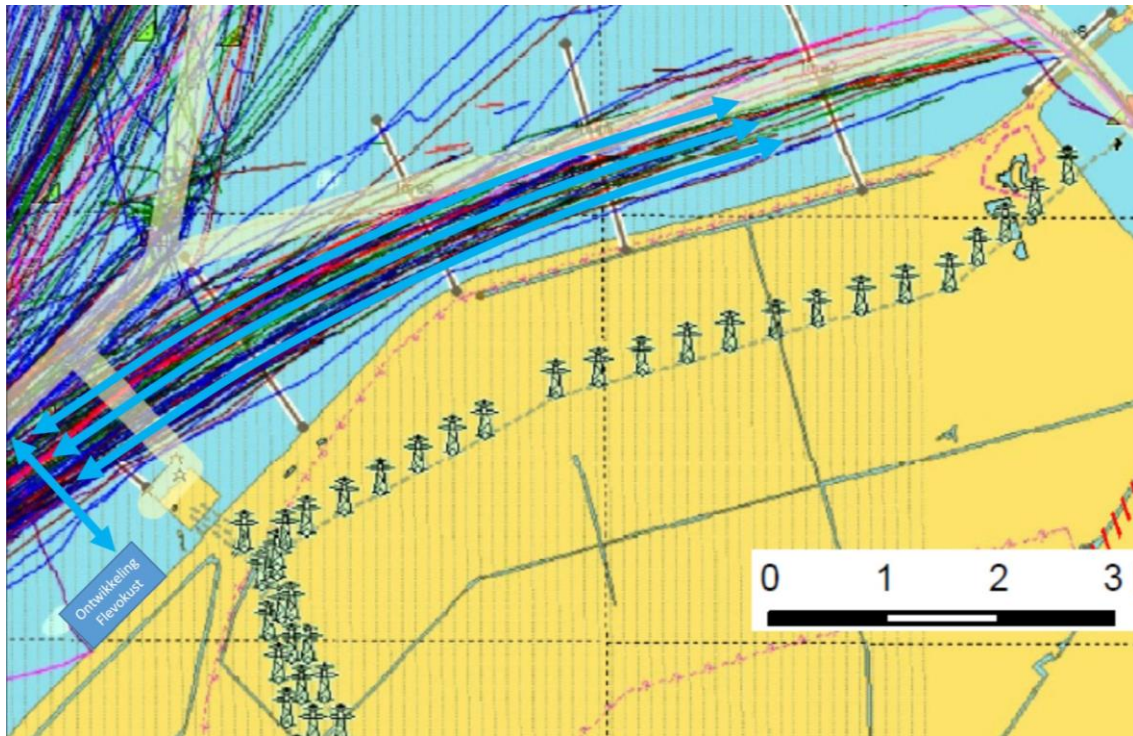
- aantal schepen in verkeersstroom A: $N_A = 14.000$ per jaar;
- aantal schepen in verkeersstroom B: $N_B = 4.000$ per jaar;
- gemiddelde snelheid van schepen: $V = 18 \text{ km/u} = 5 \text{ m/s}$;
- gemiddelde lengte van schepen: $L = 100 \text{ m}$;
- aantal seconden in een jaar: $spj = 31,5$ miljoen s/jr.

Hieruit volgt dat:

- verblijftijd per schip ter plaatse van de kruising: $T = L/V = 20 \text{ s}$;
 - fractie van de tijd dat een schip uit A op kruising is: $F_A = N_A \times T / spj = 0,0089$;
 - fractie van de tijd dat een schip uit B op kruising is: $F_B = N_B \times T / spj = 0,0025$;
 - fractie van de tijd dat een schip uit A en B op kruising is: $F = F_A \times F_B = 0,000023$;
 - aantal keren dat een schip uit A en B op kruising is: $N_{bots} = F_A \times F_B \times spj / T = 36$ per jaar.
-

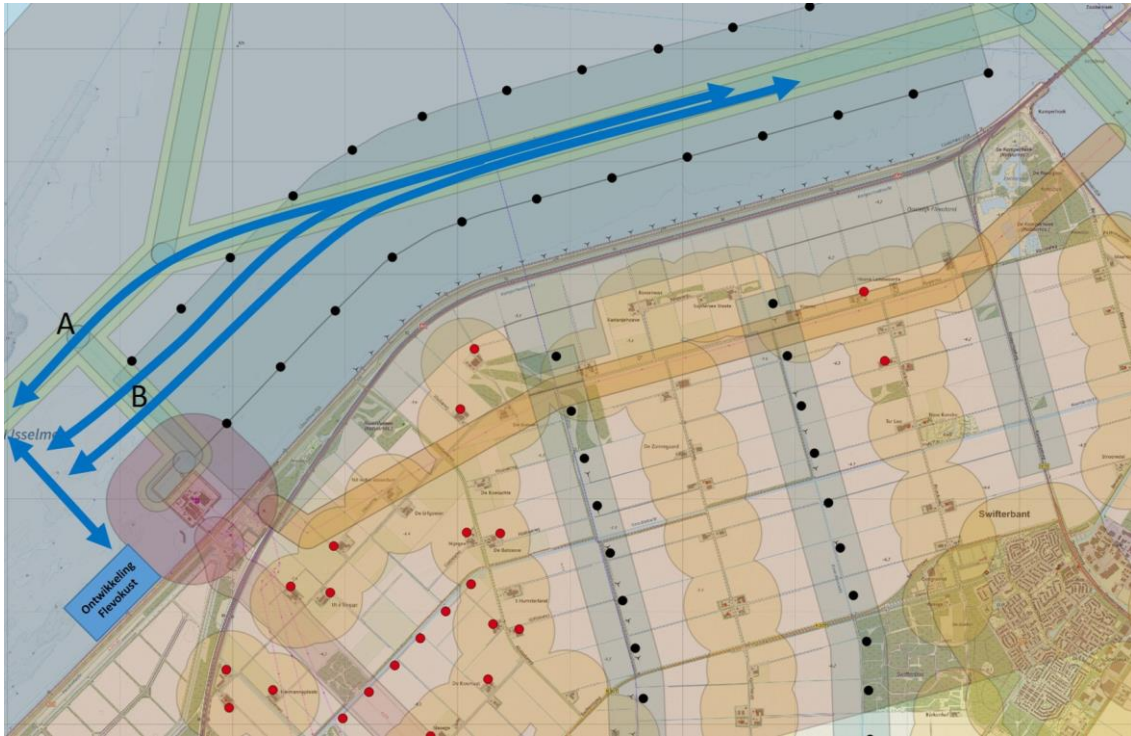
Als de schippers 'blind' zouden varen leidt dit tot 36 aanvaringen per jaar. Schippers letten echter wel op en nemen meestal adequate maatregelen door uit te wijken of af te remmen. Als schatting nemen we aan dat bij 99 van de 100 dreigende botsingen, dit wordt voorkomen door tijdig ingrijpen. In 1% van de dreigende botsingen ontstaat dus daadwerkelijk een botsing. De geschatte botsingsfrequentie is daarmee 0,36 per jaar, ofwel eens per 2,8 jaar.

Afbeelding 6.1 Kruisend vaarverkeer bij Haven Flevokust, uitgangssituatie (kaart op basis van AIS-data gedurende een week in april 2016. Bron: Marin)



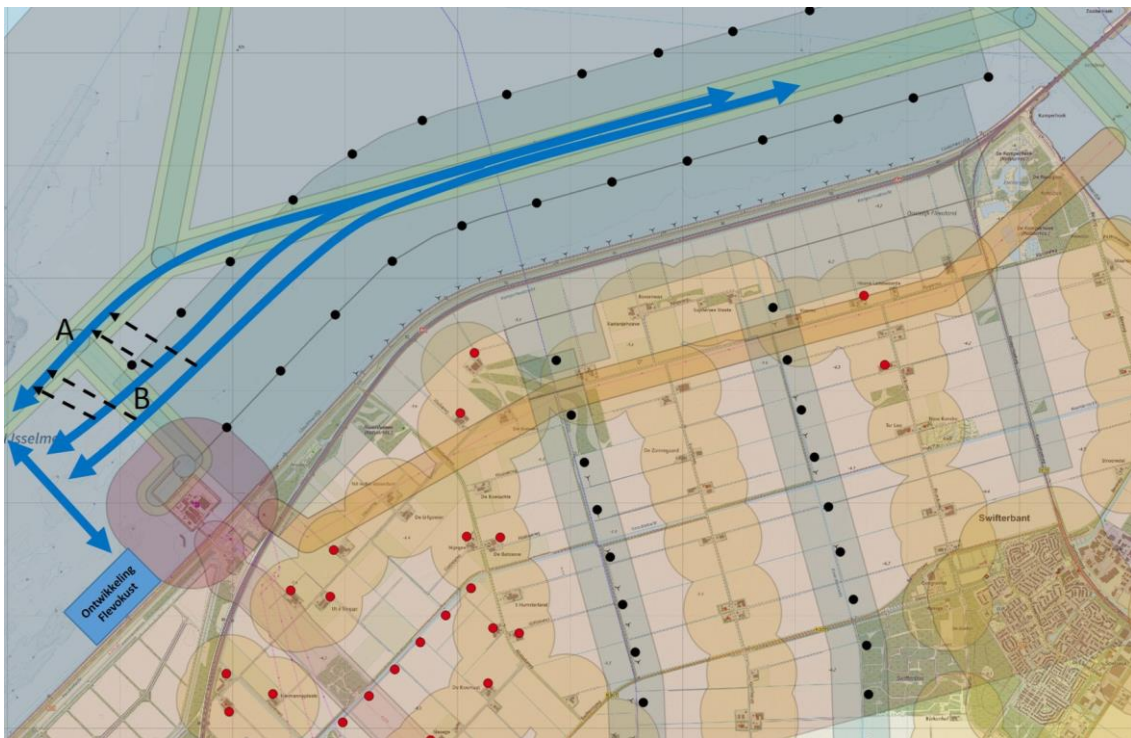
De introductie van windturbines van Windplan Blauw leidt er toe dat schepen niet meer de volledige vrijheid hebben om over een breed gebied te varen. De schippers zullen immers enige afstand moeten en willen houden van de windturbines. In het oostelijk deel van het Molenrak is het de verwachting dat de schepen tussen beide rijen windturbines door zullen varen. Daar is immers voldoende ruimte. Zie ook afbeelding 6.2. Richting het westen hebben de schippers de keus om rechtdoor over de vaarweg (verkeersstroom A) of om met de rijen van de windturbines mee af te buigen (verkeersstroom B). Omdat route B korter is dan route A, is het de verwachting dat, indien geen mitigerende maatregelen worden genomen, de grote meerderheid van de schepen langs route B zal varen. Bij de Flevokust Haven leidt dit nog steeds tot kruisende koersen van beide verkeersstromen. Zoals gezegd betreffen dit twee verkeersstromen van circa 14.000, resp. 4.000 vaarbewegingen. De aanvaarfrequentie komt daarmee overeen met de aanvaarfrequentie van de uitgangssituatie: 0,36 per jaar, ofwel eens per 2,8 jaar.

Afbeelding 6.2 Kruisend verkeer bij Haven Flevokust, na plaatsing van het windpark



Om de aanvaarfrequentie bij de Flevokust te reduceren, is het van belang dat een veel groter deel van de totale verkeersstroom gebruik maakt van de aangegeven vaarweg. Dit is weergegeven in afbeelding 6.3. De verkeersstroom B wordt gereduceerd en wordt dan verschoven naar verkeersstroom A.

Afbeelding 6.3 Gewenste verschuiving van de verkeersstroom om kruisend verkeer bij Haven Flevokust te reduceren

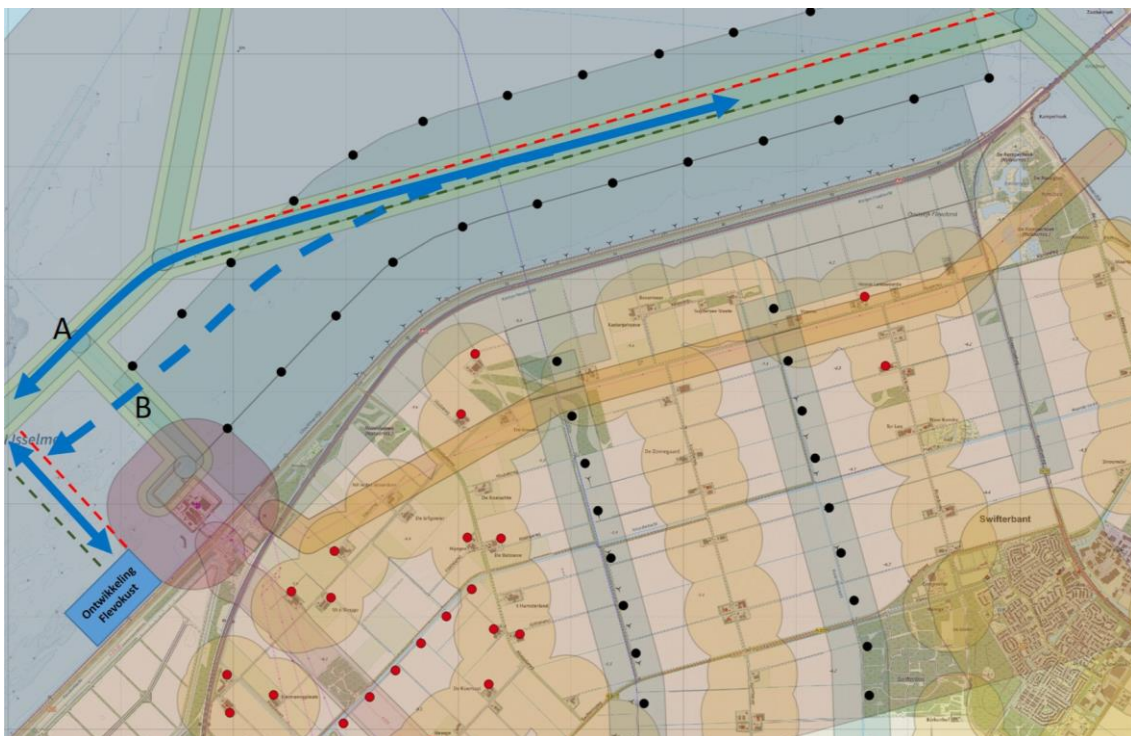


Om deze verschuiving van de verkeersstroom te bereiken, is een verbeterde markering van de vaarweg Het Molenrak nodig. Dit wordt geïllustreerd in afbeelding 6.4, waarin de plansituatie is weergegeven, met daarbij een verbeterde markering van het Molenrak weergegeven. Deze zal bestaan uit zogenoemde laterale markering met rode en groene betonning, in overeenstemming met de Richtlijnen Scheepvaarttekens [ref. 4]. De detailuitvoering hiervan valt buiten de scope van onderliggend plan.

Om het verkeer van en naar de Flevokust te begeleiden, zal naar verwachting ook één of twee vaarwegen van en naar de Flevokust gemarkeerd gaan worden, ook bestaande uit laterale markering met rode en groene betonning. Ter indicatie is in afbeelding 6.4 één gemarkeerde vaarweg van en naar de Flevokust weergegeven. De uitvoering hiervan valt ook buiten de scope van onderliggend plan.

Het is niet de verwachting dat deze maatregelen er toe leiden dat de verkeersstroom B volledig zal verdwijnen. Een betere markering van de vaarweg betekent immers niet dat de route langs B verboden is. Het is wel de verwachting dat deze maatregelen er toe leiden dat de verkeersstroom B fors zal reduceren. De meeste schippers volgen de geleiding van de vaarwegmarkering, zeker als de weersomstandigheden wat moeilijker zijn, of als het druk is. Een realistische schatting is dat de verkeersstroom B met 90 % reduceert, van 14.000 naar 1.400 scheepsbewegingen per jaar. Dit zou betekenen dat de aanvaringsfrequentie bij de kruising met de vaarweg van en naar de Flevokust Haven, ook reduceert met 90 %, van eens per 2,8 jaar tot eens per 28 jaar.

Afbeelding 6.4 Verschoven verkeersstroom in de plansituatie door vaarwegmarkering d.m.v. rode en groene betonning.¹



¹ In de Richtlijnen Scheepvaarttekens 2008 [ref. 4] wordt aangegeven dat de boeien aan de rechterkant rood, en aan de linkerkant groen behoren te zijn, gerekend vanuit de richting die gaat van 'hoog' naar 'laag'. De interpretatie is in dit gebied niet op voorhand eenduidig. Zowel komende vanuit de richting Ketelbrug als de komende vanuit de richting van de Houtribsluizen kan worden geïnterpreteerd als van 'hoog' naar 'laag'. In afbeelding 3.2 is dit in overeenstemming hiermee weergegeven, gerekend vanuit de richting van het Ketelmeer. Tijdens detailuitwerking van deze markering, kan andersom besloten worden, en worden de rode en groene boeien omgedraaid.

6.2 Kwantitatieve incidentfrequentie met schepen tegen een windturbine

De kwantitatieve analyse is uitgevoerd en gerapporteerd door Marin [ref. 2].

De incidentfrequentie voor de route-gebonden beroepsvaart is berekend door Marin, met behulp van het SAMSOM-model. De incidentfrequenties voor de beroepsvaart zijn gerapporteerd in paragraaf 6.1 van de Marin-rapportage [ref. 2]. De incidentfrequenties betreffen zowel aanvaringen als aandrijvingen van een schip tegen een windturbine.

De incidentfrequenties zijn bepaald voor de situatie dat het vaarverkeer de aangegeven vaarweg volgt en voor de situatie dat het vaarverkeer de route volgt tussen beide turbinerijen vervolgt. Beide situaties leiden tot vrijwel dezelfde incidentfrequenties (1 keer per 6.050 jaar, resp. 1 keer per 6.070 jaar). Vanwege de ontwikkelingen van de Flevokust, zoals beschreven in hoofdstuk 3, verdient het de voorkeur dat de aangegeven vaarweg wordt gevolgd. Dit wordt beschreven in paragraaf 6.1.

De aanvaarfrequentie is gekwantificeerd op $1,65 \times 10^{-4}$ per jaar, ofwel eens per 6050 jaar (tabel 6.1 in referentie 2, Vaarbaan). In overstemming met de beoordelingsmethodiek zoals weergegeven in het MER [ref. 1] komt dit overeen met de beoordeling 'licht negatief (0/-)'.

6.3 Incidenten met schepen onderling (schip-schip)

Zoals beschreven in hoofdstuk 2, is het IJsselmeer een open vaargebied, waar de aangegeven vaarwegen niet noodzakelijkerwijs worden gevolgd. Zoals beschreven in paragraaf 6.1, leidt de plaatsing van windturbines ertoe dat het wenselijk is dat de vaarwegen wel worden gevolgd. Als dit wordt gerealiseerd, betekent dit dat de schepen gebruik maken van een smaller gebied. Dit roept de vraag op of dit ertoe kan leiden dat de kans op onderlinge incidenten toeneemt.

Bij de beoordeling van de toegenomen kans op onderlinge incidenten, spelen drie zaken een rol:

- beschikbare ruimte, of de belemmering daarvan;
- zicht, of de belemmering daarvan;
- scheepvaartintensiteit.

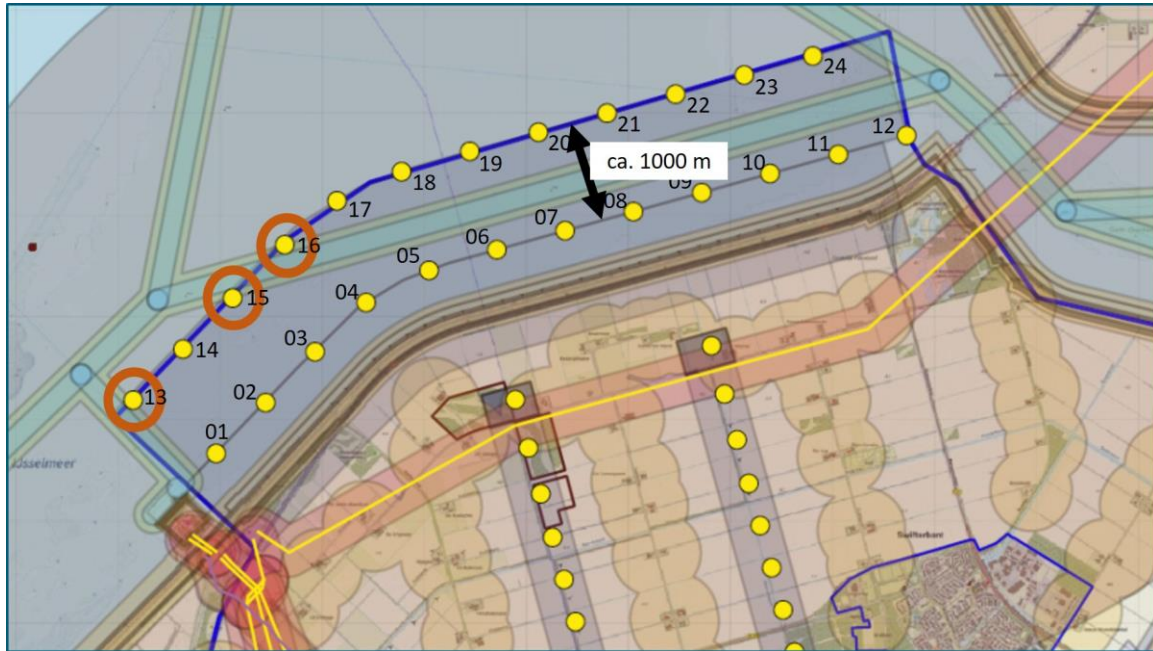
Beschikbare ruimte

Als de plaatsing van windturbines is gerealiseerd, is er nog steeds sprake van een ruim vaargebied. Het grootste deel van de vaarweg bevindt zich ergens midden tussen beide rijen windturbines, met een onderlinge afstand van circa 1.000 meter. Dat betekent dat er veel ruimte is voor schepen om een ander schip te ontwijken, indien dat nodig is. Ter illustratie kan een vergelijking worden gemaakt met een druk bevaren scheepsroute van de Waal bij Zaltbommel, waarbij een totale breedte van 'slechts' 230 meter beschikbaar is. Zie ook afbeelding 2.6 in paragraaf 2.1.

In het VKA van Windplan Blauw is veel meer ruimte beschikbaar. Voor de drie turbines die het dichtst bij de vaarweg staan, is de afstand tot de rand van de vaarweg namelijk circa 100 meter. Deze turbines zijn met cirkels aangegeven in afbeelding 6.5. De breedte van de vaarweg zelf is 160 meter. De totale vrije ruimte is dus circa 360 meter¹. De relatieve nabijheid van deze turbines tot de vaarweg is onderdeel van de beoordelingsmethodiek zoals beschreven in hoofdstuk 10.

¹ 160 meter vaarweg + 2 x 100 m turbineafstand = 360 meter vrije ruimte.

Afbeelding 6.5 Turbines bij de vaarwegen



Zicht

De turbines zouden er toe kunnen leiden dat het zicht op andere schepen weggenomen wordt, waardoor de kans op onderlinge incidenten toeneemt. In hoofdstuk 8 worden een aantal visualisaties weergegeven vanuit het oogpunt van een schipper die door het park vaart. In paragraaf 8.2 is in deze visualisaties ook een ander schip in beeld. Hieruit blijkt dat de windturbines weliswaar prominent in beeld zijn, maar niet het zicht wegnemen van een ander schip. Zeker als het andere schip dichterbij komt, zal dit schip nog steeds goed zichtbaar zijn.

Kwantitatieve incidentfrequentie van schepen onderling

Voor de bestaande situatie is de incidentfrequentie waarbij beroepsvaart betrokken is 4,22 per miljoen vaarkilometers (ref [2]).

Voor de bepaling van de kwantitatieve incidentfrequentie wordt gebruik gemaakt van de Monitoring Nautische Veiligheid van RWS, ref. [10] en [11]. Hierin worden de geregistreerde scheepsongevallen gerapporteerd voor de binnenwateren van geheel Nederland, voor de periode 2006 tot en met 2012. De aantallen scheepsongevallen worden gepresenteerd in allerlei verdelingen, zoals per regio, vaarcorridor, type ongeval en oorzaak van het ongeval.

Als de turbines in het plangebied worden geplaatst, ontstaat in het plangebied een nieuwe situatie. Om die reden, en om voldoende aantallen in de statistiek te verkrijgen, wordt de aanname gedaan dat het aantal ongevallen per miljoen vaarkilometers gemiddeld in Nederland, representatief is voor de nieuwe situatie in het plangebied. Dit wordt beschouwd als een conservatieve benadering, omdat op de vaarweg in de nieuwe situatie sprake is van een relatief ruime, goed zichtbare situatie en een relatief lage verkeersintensiteit.

Op basis hiervan wordt de kwantitatieve incidentfrequentie van schepen onderling bepaald, zoals beschreven in onderstaande tekst. Een samenvatting hiervan is gegeven in tabel 6.1.

Het aantal scheepsongevallen per miljoen vaarkilometers in de periode 2006-2012 is weergegeven in figuur Bw-1-19 en tabel Bw-2-17 van de Monitor Nautische Veiligheid (ref. [10] en [11]). De gemiddelde waarde is 11,1 scheepsongevallen per miljoen vaarkilometers.

In de periode 2006-2012 waren dit in totaal 4079 van de 8902 betrokken schepen. Dit komt overeen met 46 %. Het aantal scheepsongevallen waarbij binnenvaartschepen betrokken zijn komt daarmee op 5,1 per miljoen vaarkilometers¹. Ten opzichte van de bestaande situatie is dit een toename van circa 21 %².

Slechts een deel van de ongevallen betreft een aanvaring van schepen onderling. Dit is weergegeven in figuur Bw-1-13 en tabel Bw-2-10 van de Monitor Nautische Veiligheid (ref [10] en [11]). In de periode 2006-2012 zijn 6.342 scheepsongevallen geregistreerd, waarvan 1.660 een 'aanvaring twee of meer vaartuigen', en 471 een 'interactie tussen vaartuigen' betrof. Dit komt samen overeen met 34 %. De incidentfrequentie van het aantal scheepsongevallen tussen schepen waarbij een binnenvaartschip is betrokken komt daarmee op 1,73 per miljoen vaarkilometers³.

In de bestaande situatie is het vaargebied dat gebruikt wordt breder dan in de nieuwe situatie, waardoor de kans op onderlinge aanvaringen in de huidige situatie kleiner lijkt. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het vaargebied, in de toekomstige situatie van Windplan Blauw, vele malen breder is dan de gemiddelde vaarweg in Nederland. Als conservatieve aanname wordt daarom voor de bestaande situatie hetzelfde percentage aangenomen voor het aandeel van aanvaringen van schepen onderling. Dit komt overeen met 1,43 per miljoen vaarkilometers⁴.

Verder wordt in de Monitoring Nautische Veiligheid (ref. [10] en [11]) ook een onderscheid gemaakt tussen Scheepsongevallen (SO) en Significatie Scheepsongevallen (SSO). Significante Scheepsongevallen zijn gedefinieerd als scheepsongevallen waarbij:

- slachtoffers zijn gevallen (dood, vermist of zwaar gewond);
- of vaarwegschaade is ontstaan;
- of scheepsschade is ontstaan, zodat het schip niet kan of mag verder varen;
- of ladingschade is ontstaan (van 10 ton of 1 container, of meer);
- of chemicaliën in het water terecht is gekomen;
- of olie in het water terecht is gekomen;
- of andere duidelijk zichtbare gevolgen zijn ontstaan;
- of stremming van de vaarweg van 1 uur of meer is ontstaan.

De onderliggende analyse wordt gebaseerd naar de Significante Scheepsongevallen, omdat die relevant zijn voor schade en andere gevolgen.

Van de 6.342 geregistreerde ongevallen, uit figuur Bw-1-13 en tabel Bw-2-10 van de Monitor Nautische Veiligheid (ref. [10] en [11]), zijn 995 'Significant'. Zie figuur Bw-1-14 en tabel Bw-2-11. Dit komt overeen met 16 %. De incidentfrequentie van SSO van schepen onderling, met betrokkenheid van de binnenvaart komt daarmee op 0,28 per miljoen vaarkilometers⁵. Voor de bestaande situatie is dit 0,23 per miljoen vaarkilometers⁶.

Op het traject door het plangebied passeren jaarlijks circa 14.000 beroepsvaartuigen, zoals beschreven door Marin [ref. 2], en in paragraaf 2.1. Dat komt overeen met gemiddeld circa 40 schepen per dag, beide richtingen gecombineerd.

Het deel van de vaarweg dat wordt beïnvloed door het VKA, bestaat uit Het Molenrak (8,0 km) en de klein deel richting de Houtribsluizen (1,0 km), tot aan de aftakking richting de Maximacentrale. Zie afbeelding 6.6. Totale lengte hiervan is 9,0 kilometer.

¹ 11,1 per miljoen vaarkm x 46 % = 5,1 per miljoen vaarkm.

² 5,1/4,22 * 100 % = 121 %.

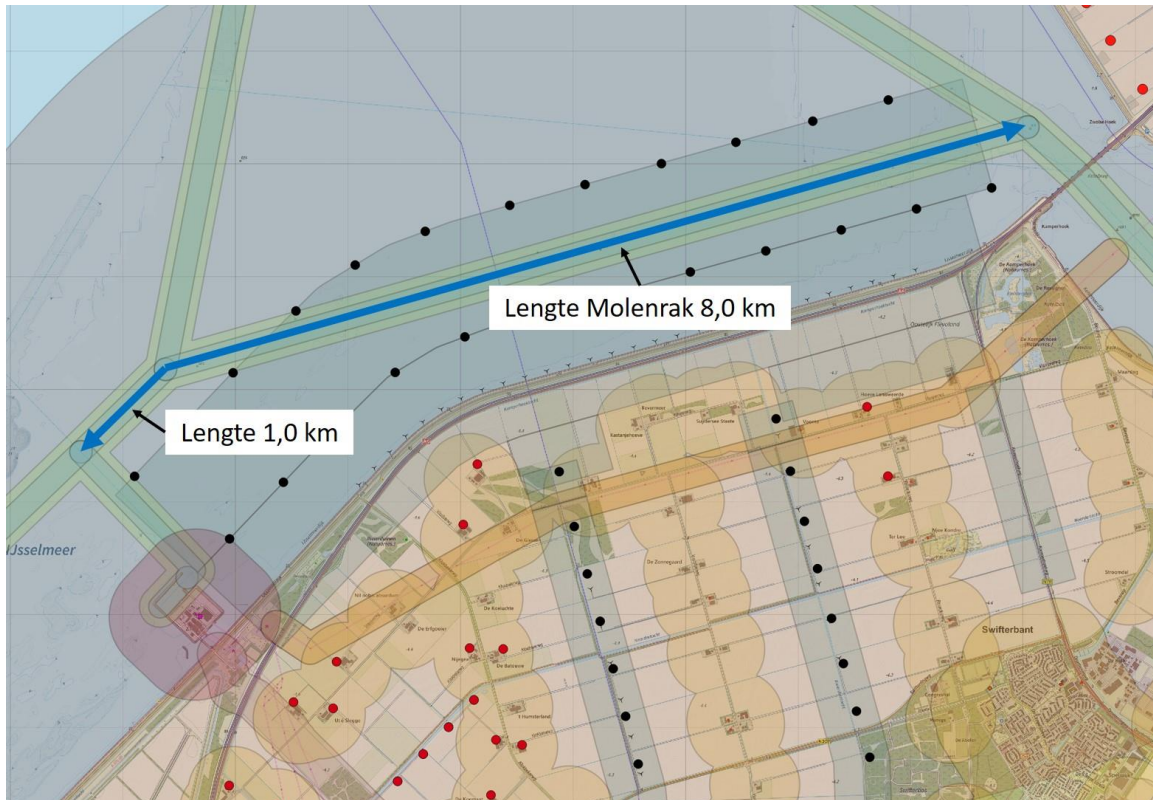
³ 5,1 per miljoen vaarkm x 34 % = 1,73 per miljoen vaarkm.

⁴ 4,22 per miljoen vaarkm x 34 % = 1,43 per miljoen vaarkm.

⁵ 1,73 per miljoen vaarkm x 16 % = 0,28 per miljoen vaarkm.

⁶ 1,43 per miljoen vaarkm x 16 % = 0,23 per miljoen vaarkm.

Afbeelding 6.6 Lengte vaarweg door plangebied



Op basis van deze gegevens leidt dit tot een geschatte incidentfrequentie van de Significante Scheepsongevallen van schepen onderling met betrokkenheid van binnenvaart van 0,035 per jaar¹. Dit komt overeen met eens per 28 jaar. Dit is de kans in de nieuwe situatie, als het VKA is gerealiseerd.

Voor bestaande situatie is deze incidentfrequentie 0,029 per miljoen vaarkilometers². Dit komt overeen met eens per 34 jaar.

Een samenvatting van de hierboven genoemde ongevalsfrequenties is weergegeven in tabel 6-1.

Tabel 6.1 Samenvatting ongevalsfrequenties voor bestaande situatie en plansituatie

Categorie	Bestaande situatie	Plansituatie
scheepsongevallen		11,1 per miljoen km ⁽³⁾
scheepsongevallen met: betrokkenheid beroepsvaart (46 %)	4,22 per miljoen km (4)	5,1 per miljoen km
scheepsongevallen met: betrokkenheid beroepsvaart en schip-schip (34 %)	1,43 per miljoen km	1,73 per miljoen km
scheepsongevallen met: betrokkenheid beroepsvaart en schip-schip en significante gevolgen (16 %)	0,23 per miljoen km	0,28 per miljoen km

¹ 0,28 per miljoen vaarkm x 14.000 schepen/jr x 9,0 km = 0,035 per jaar.

² 0,23 per miljoen vaarkm x 14.000 schepen/jr x 9,0 km = 0,029 per jaar.

³ Bron: RWS Monitoring Nautische Veiligheid, ref. [10] en [11].

⁴ Bron: Marin rapport, ref. [2].

Categorie	Bestaande situatie	Plansituatie
Scheepsongevallen met: betrokkenheid beroepsvaart en schip-schip en significante gevolgen in plangebied (14.000 passages per jaar over route van 9 km)	0,029 per jaar = 1 keer per 34 jaar	0,035 per jaar = 1 keer per 28 jaar

Aanvullende opmerking: Een deel van de ongevallen tussen schepen onderling waarbij een binnenvaartschip betrokken is, betreft een aanvaring tussen een binnenvaartschip en een recreatieschip. Zoals beschreven in hoofdstuk 7, leidt het VKA ertoe dat er een zekere mate van scheiding ontstaat tussen de beroepsvaart en de recreatievaart, waardoor de kans op een aanvaring tussen een binnenvaartschip en een recreatievaartuig afneemt. De berekende ongevalsrequentie voor de plansituatie kan dus op dit punt als conservatief worden beschouwd.

6.4 Effecten van instelling Rustgebied voor de Fuut

De introductie van het rustgebied voor de fuut wordt beschreven in paragraaf 3.3. Ten behoeve van de instelling van het rustgebied wordt een strook van 300 meter¹ langs de kustlijn ingesteld, waarbinnen geen vaarverkeer is toegestaan. Dit betekent dat tussen de IJsselmeerdijk en de eerste rij windturbines een bevaarbare strook overblijft van 200 m.

Voor de beroepsvaart geldt dat deze in de plansituatie naar verwachting tussen de rijen turbines zal gaan varen (zie afbeelding 6.4). De beroepsvaart geeft er over het algemeen de voorkeur aan om meer ruimte op te zoeken. Deze voorkeur wordt versterkt doordat de beroepsvaart de Maxima centrale vermijdt en bij voorkeur met een ruime bocht draait naar en vanaf de Ketelbrug. Door het volgen van de verdiepte vaargeul wordt bovendien brandstof bespaard door de lagere weerstand ten gevolge van de vaardiepte. Het volgen van deze vaargeul wordt verder gestimuleerd door een verbeterde betonning van het Molenrak.

6.5 Effect op scheepsradar

De effecten van de windturbines op de scheepsradar zijn beschreven in MER-rapportage, Deelrapport Veiligheid, ref. [1]. Hierin wordt beschreven dat windturbines in de praktijk goed zichtbaar zijn op de radar.

In deze MER-rapportage worden verder een aantal fenomenen beschreven die op het radarbeeld zichtbaar kunnen zijn en mogelijk tot verwarring kunnen leiden bij de schipper. Daarbij wordt gerefereerd aan een rapport van TNO, ref. [12], en een rapport van Radio Holland, ref. [13], waarin deze beeldfenomenen worden beschreven.

De beeldfenomenen die hierin worden beschreven zijn:

- 1 Beeldverbreding;
- 2 schaduwwerking;
- 3 ongewenste echo's.

Zoals beschreven in MER-rapportage, Deelrapport Veiligheid [1], zijn de laatste twee beeldfenomenen bekende fenomenen voor schippers, niet verwarrend, en gemakkelijk oplosbaar.

Het eerstgenoemde beeldfenomeen betreft Beeldverbreding in relatie tot de zogenoemde 'blade-flash'.

¹ Het voor scheepvaart afgesloten gebied van 300 meter bestaat uit het rustgebied, met een breedte van 200 meter, plus een bufferzone van 100 meter.

Beeldverbreding en blade-flash

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 zgn. 'blade-flash'. Dit fenomeen is van korte duur, vanwege het draaien van de bladen en/of het varen van het schip. Overigens wordt hier in de praktijktesten, ref. [13], geen melding van gemaakt.

Een goedgekeurde radar kan een 'kijkbreedte' hebben van 3°. Dat betekent dat een voorwerp breder lijkt dan deze in werkelijkheid is. Op een afstand van 1.200 m komt dit overeen met een verbreding van 31,4 m aan beide zijden. In het TNO-rapport, ref. [12], wordt deze norm-afstand gebruikt vanwege benodigde waarnemingskwaliteit van radar, de afstand waarop schippers een beslissing leren nemen en een voorbeeld uit de rechtspraak. Naarmate de afstand tot de windturbine kleiner wordt, neemt deze extra verbreding lineair af. Bijvoorbeeld: Op een afstand van 600 m is de verbreding gereduceerd tot 16,7 m aan beide zijden.

TNO stelt voor om vanwege deze verbreding, de windturbines tenminste 31,4 m 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.

De redelijkheid van het meenemen van de blade-flash in deze beoordeling staat ter discussie. De blade-flash is immers van korte duur, en als deze optreedt, zal dit door schippers ook begrepen worden als onderdeel van een windturbine. Bovendien neemt de verbreding af, naarmate het schip dichterbij komt. Daarom wordt vanuit dit oogpunt, de toegepaste afstand van een halve rotordiameter als ruim voldoende beschouwd. Bij deze afstand wordt uitgesloten dat schippers het beeld hebben dat een turbine in de vaarweg staat.

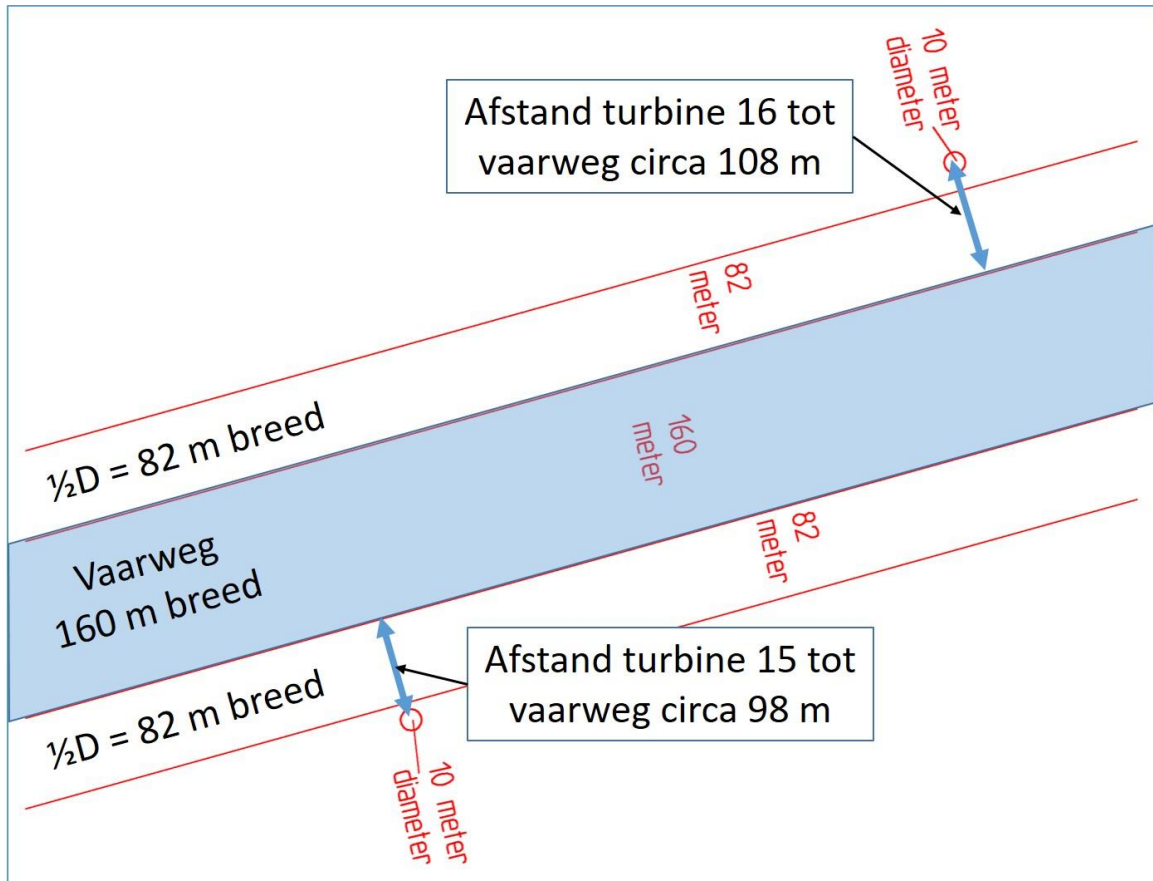
Effect Beeldverbreding op de vaarweg Het Molenrak in Windplan Blauw

Voor Windplan Blauw komt de aanbeveling uit het TNO-rapport, ref. [12], neer op een afstand van $82\text{ m} + 31,4\text{ m} = 113,4\text{ m}$ ¹.

De turbines die het dichtst bij de vaarweg Het Molenrak staan (turbines BU15 en BU16) hebben een afstand van 98 meter, respectievelijk 108 meter. Zie afbeelding 6.7. Hiermee wordt strikt genomen niet voldaan aan de aanbeveling uit het TNO-rapport. Zoals hierboven beschreven, is deze aanbeveling echter onnodig conservatief. Een afstand van $\frac{1}{2}D = 82\text{ m}$ wordt ruim voldoende geacht. Hier wordt ruim aan voldaan.

¹ Let op: Het gaat hier om de afstand van het hart van de turbine tot de rand van de vaarweg. Die afstand is immers bepalend vanuit de optiek van mogelijke beeldverbreding van de radarbeelden.

Afbeelding 6.7 Afstand van de turbines 15 en 16 tot de rand van de vaarweg



7

EFFECTEN OP RECREATIEVAART

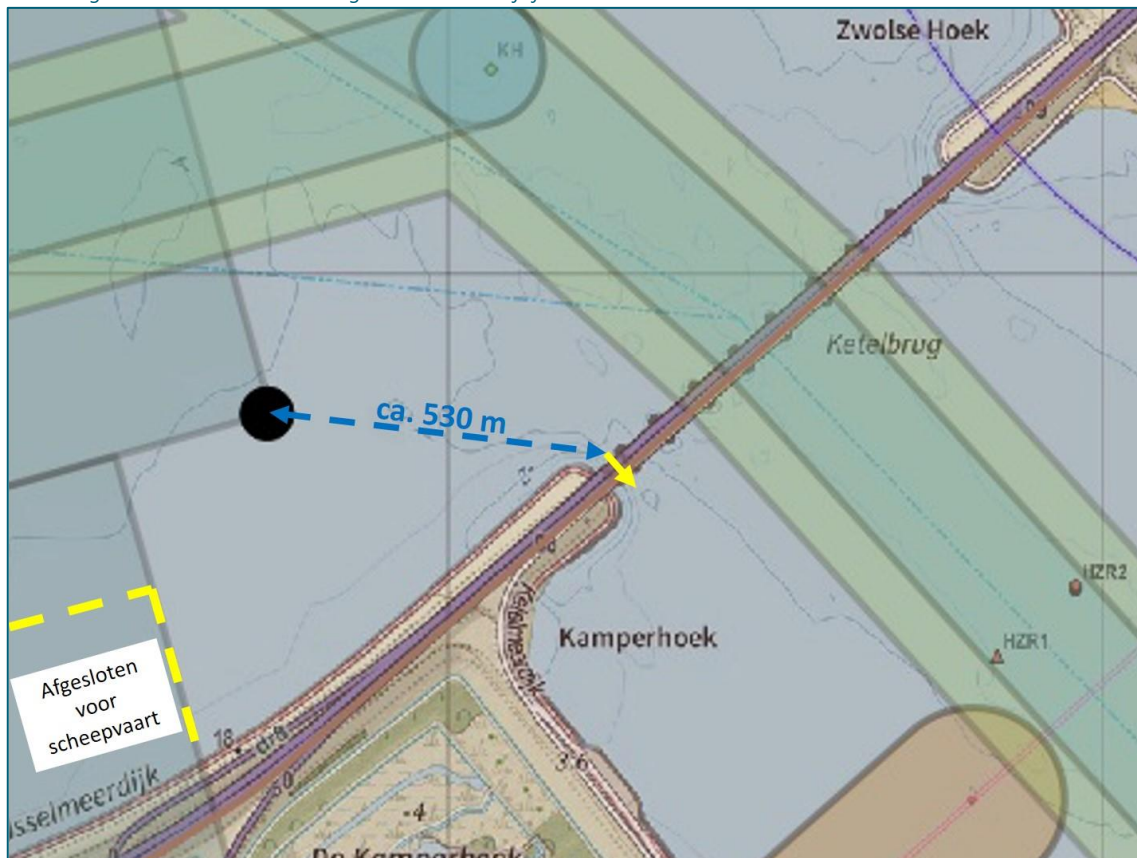
In dit hoofdstuk worden de effecten van het windpark op de recreatievaart beschreven. Daarbij worden ook mitigerende maatregelen besproken.

7.1 Wachtruimte bij de Ketelbrug

De situatie bij de Ketelbrug is beschreven in het Deelrapport Veiligheid van het MER [ref. 1]. Daarin wordt beschreven dat een klein deel van de schepen door de basculebrug van de Ketelbrug vaart. Dit betreffen zeilschepen met een staande mast. In de zomermaanden kan er sprake zijn van enige drukte, als zeilschepen liggen te wachten om door de brug te mogen varen. Aan beide zijden van de brug ontstaat dan een soort wachtruimte. Daarbij is het van belang dat hiervoor voldoende ruimte is, met voldoende afstand tot de dichtstbijzijnde windturbine.

Voor het VKA is de afstand van de brug tot de dichtstbijzijnde windturbine circa 530 meter. Zie afbeelding 7.1.

Afbeelding 7.1 Afstand van de Ketelbrug naar de dichtstbijzijnde windturbine van het VKA



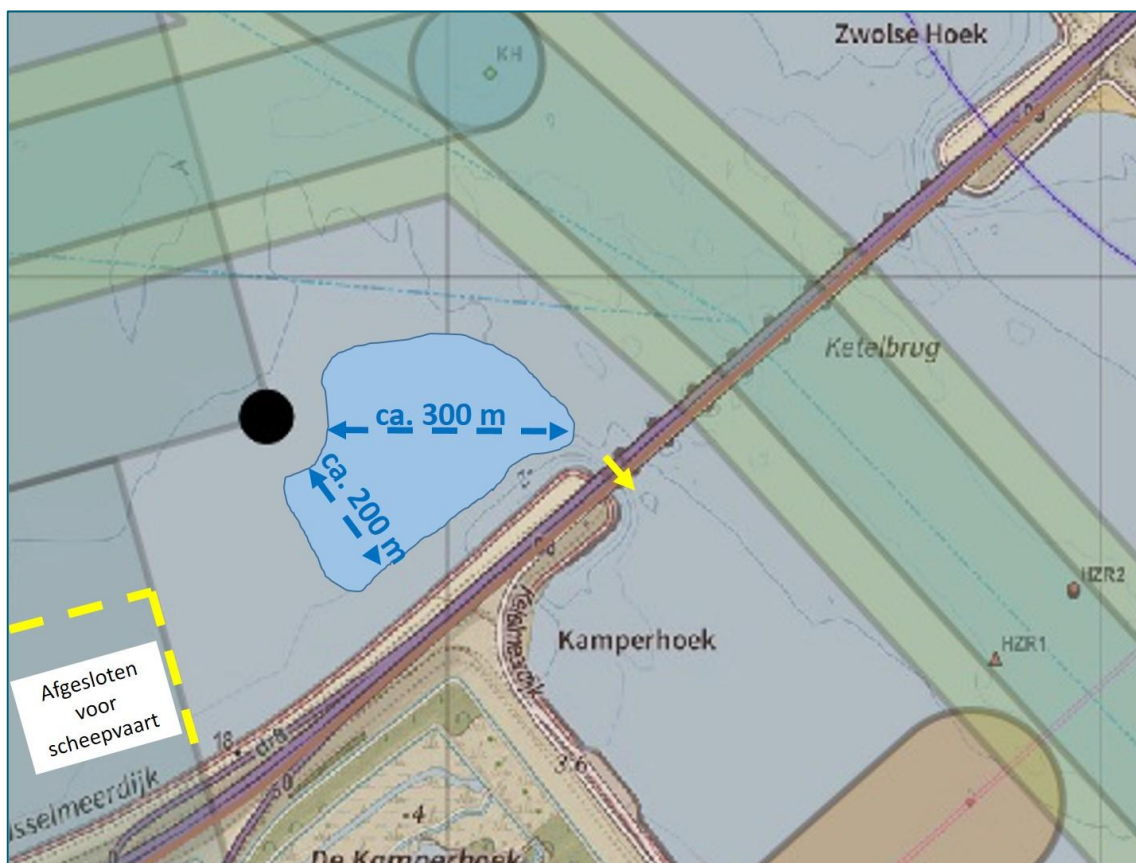
In de zomermaanden passeren per brugopening gemiddeld 1,3 tot 2 schepen in oostelijke richting¹, met een maximum aantal van 9 tot 16 schepen². Theoretisch liggen er dus ook maximaal 9 tot 16 schepen (aan de westzijde) te wachten om te mogen passeren. Dit zullen veelal recreatievaartuigen zijn.

Wachtende schepen zullen proberen een veilige afstand te bewaren tot de windturbine (circa 100 m), en tot de kust (circa 100 m). Daarnaast zullen zeilschepen geneigd zijn om afstand te houden tot de vaarweg, waar de beroepsvaart passeert. In de praktijk betekent dit dat de wachtruimte uit het gebied bestaat, zoals geïllustreerd in onderstaande afbeelding 7.2. De beschikbare afstand tussen de turbine en de brug is circa 300 m. en tussen de windturbine en de dijk circa 200 m. Het beschikbare gebied is tenminste circa 8 ha³.

In dit wachtgebied zullen de schepen ook voldoende afstand van elkaar willen houden om aandrijving te vermijden, van naar schatting 30 tot 50 m, mede afhankelijk van de afmetingen van de schepen⁴. Dit komt overeen met 4 tot 9 schepen per ha. Dat betekent dat er in het beschikbare gebied plaats is voor tientallen (circa 32 tot 72) wachtende schepen, ruim voldoende voor het genoemde maximum aantal van 16 schepen op drukke zomerdagen.

De introductie van de windturbine, dichtst bij de Ketelbrug, laat ruim voldoende ruimte voor wachtende schepen voor de Ketelbrug. De wachtruimte die overblijft wordt niet beperkt door de komst van het windpark en heeft geen invloed op bruikbaarheid of veiligheid op dit punt.

Afbeelding 7.2 Illustratie van de indicatief beschikbare wachtruimte voor de Ketelbrug



¹ Een nadere kwantificatie uitgevoerd door Marin [ref. 2].

² Aantallen gebaseerd op tellingen vanaf de Ketelbrug uit het NIS van Rijkswaterstaat (Netwerkmanagement Informatie Systeem)

³ Dit zijn slechts indicatieve afmetingen, er is immers geen sprake van harde begrenzingen van de wachtruimte.

⁴ Voor kleine zeilschepen bestaat het wachten voor de brug in de praktijk veelal uit rustig heen en weer varen. Ook dat kan gezien er voldoende ruimte tussen schepen blijft zelfs op drukke zomerdagen.

Stroomsnelheid bij de Ketelbrug

Een aanvullend aspect hierbij is de stroomsnelheid van het water in dit gebied. Hierover staat in het Deelrapport Veiligheid van het MER dat deze 'gering' is. Ter nadere onderbouwing het volgende: Het Ketelmeer wordt gevoed door de IJssel, en via het Zwarte Water en het Zwarte Meer ook door de Overijsselse Vecht.

De IJssel is een aftakking van de Rijn en daarom een gemengde rivier, gevoed door gletsjers (in de winter en het voorjaar) en door regen in het stroomgebied (bij regenperiodes). De IJssel heeft een gemiddeld debiet van met een gemiddeld debiet van circa 265 m³/s (bron: Wikipedia¹) tot 400 m³/s (bron: RWS). De piekafvoer van de IJssel is rond 1.600 m³/s (bron: RWS), maar dit vindt typisch plaats in de winter of voorjaar. In de zomer ligt het debiet over het algemeen lager dan het jaargemiddelde, maar voorzichtigheidshalve wordt een zomerpiekdebiet van 800 m³/s aangenomen (2x het jaargemiddelde).

De Overijsselse Vecht is een regenrivier, met een gemiddeld debiet van 50 m³/s (bron: Wikipedia²) tot 70 m³/s (bron: RWS). De piekafvoer is rond 450 m³/sec (bron: RWS). In de zomerperiode zal is de gemiddelde afvoer minder dan het jaargemiddelde in verband met gemiddeld minder regen, maar in pieken kan dit ook meer zijn. Als reële benadering wordt een piekdebiet in de zomer van 140 m³/s aangenomen (2x het jaargemiddelde).

Uitgaande van deze waarden is het zomerpiekdebiet in het Ketelmeer 940 m³/s (800 m³/s plus 140 m³/s).

De waterdoorgang onder de Ketelbrug is circa 700 m breed³, en de gemiddelde diepte is circa 2,4 m diep⁴. Dit leidt tot een gemiddelde stroomsnelheid (bij zomerse piekafvoer) van circa 0,5 m/s in noordwestelijke tot westelijke richting. Na de Ketelbrug 'waaiert het water weer uit' en neemt de stroomsnelheid weer af. Veiligheidshalve houden we rekening met een stroomsnelheid van 0,56 m/s. Dit komt overeen met 2,0 km/u of 1,1 knoop.

In vergelijking met vaarsnelheden van schepen is deze stroomsnelheid kleiner. Een schip dat kan varen, zal zijn gewenste koers kunnen volgen, zonder dat dit sterk beïnvloed wordt door de stroomsnelheid. Een andere mogelijkheid is dat een schip zich laat drijven. Een stroomsnelheid van 0,56 m/s komt dan overeen met een verplaatsing van circa 170 m in 5 minuten. Tegen de achtergrond van de beschikbare ruimte van de wachtruimte geeft dit voldoende tijd om in te grijpen als dit nodig is, om daarmee bijvoorbeeld aandrijven tegen de windturbine te voorkomen.

7.2 Rustgebied voor de fuut

De introductie van de rustruimte voor de fuut wordt beschreven in paragraaf 3.3. Ten behoeve van de instelling van het rustgebied wordt een strook van 300 meter⁵ langs de kustlijn ingesteld, waarbinnen geen vaarverkeer is toegestaan gedurende minimaal de periode 1 augustus tot en met 31 maart. Dit betekent dat tussen de dijk en de eerste rij windturbines een bevaarbare strook overblijft van 200 m. In deze paragraaf wordt het effect op nautische veiligheid van de realisatie van het rustgebied beschouwd.

In de zone langs de IJsselmeerdijk is in de huidige situatie weinig recreatievaart (zie hoofdstuk 1). Voor de beroepsvaart geldt dat deze in de plansituatie naar verwachting tussen de rijen turbines zullen varen (zie afbeelding 6.4). De binnenvaart geeft er over het algemeen de voorkeur aan om meer ruimte op te zoeken. Deze voorkeur wordt versterkt doordat de binnenvaart de Maxima centrale vermijdt en bij voorkeur met een ruime bocht draait naar en vanaf de Ketelbrug. Door het volgen van de verdiepte vaargeul wordt bovendien

¹ <https://nl.wikipedia.org/wiki/IJssel>

² https://nl.wikipedia.org/wiki/Overijsselse_Vecht

³ [https://nl.wikipedia.org/wiki/Ketelbrug_\(Flevoland\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Ketelbrug_(Flevoland))

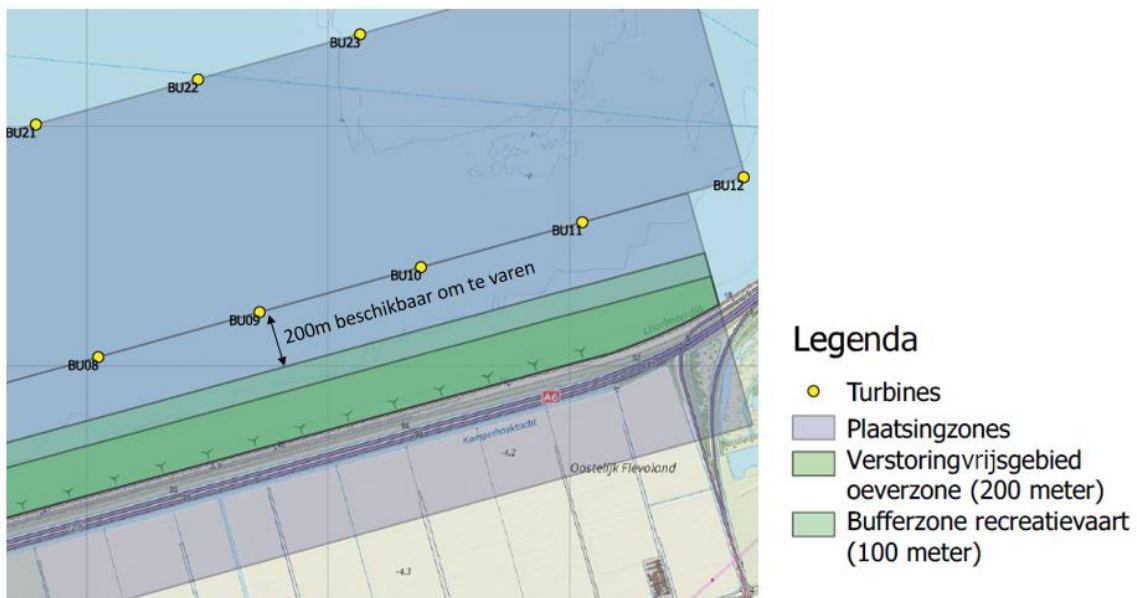
⁴ <https://nl.wikipedia.org/wiki/Ketelmeer>

⁵ Het voor scheepvaart afgesloten gebied van 300 meter bestaat uit het rustgebied, met een breedte van 200 meter, plus een bufferzone van 100 meter.

brandstof bespaard door de lagere weerstand ten gevolge van de vaardiepte. Het volgen van deze vaargeul wordt verder gestimuleerd door een verbeterde betonning van het Molenrak. Het afsluiten van het rustgebied heeft daarmee een verwaarloosbaar effect op de beroepsvaart. Dit wordt hieronder nader beschreven in paragraaf 7.2.3. Naast het stimuleren van het gebruik van de (nieuwe) vaargeul door beroepsvaart zijn dus geen aanvullende maatregelen nodig om het gebied tussen de dijk en de eerste lijn turbines vrij te houden van beroepsvaart.

De afstand van de dijk tot de eerste rij windturbines is circa 500 m, over de gehele lengte van het windpark. Dit betekent dat tussen het rustgebied en de eerste rij windturbines voor de recreatievaart een bevaarbare strook overblijft van 200 m. Dat kan voor recreatievaarders prettig zijn wanneer het druk is op de vaarweg. Het rustgebied voor de Fuut hangt dus samen met het effect van scheiding van grote en kleine schepen. Het rustgebied is weergegeven in afbeelding 7.3, met daarbij de effectafstand voor de recreatievaart.

Afbeelding 7.3 Illustratie rustgebied voor de Fuut, met bufferzone voor recreatievaart



7.2.1 Beoordelingsmethodiek van scheiding grote en kleine schepen

Het instellen van het rustgebied voor de Fuut hangt samen met één van de criteria in de beoordelingsmethodiek voor nautische veiligheid. Dit betreft het criterium van de scheiding tussen grote en kleine schepen. Grote schepen betreffen in hoofdzaak de beroepsvaart en kleine schepen in hoofdzaak de recreatievaart.

De basis hiervan is dat een aanvaring tussen een groot en een klein schip ernstige gevolgen kan hebben. Indien een scheiding ontstaat tussen grote en kleine schepen neemt het aanvaringsrisico daarom af. Dat geeft dus een positief effect op de nautische veiligheid. Het belang hiervan is vergelijkbaar aan de scheiding van fietsverkeer en automobilisten, door de aanwezigheid van een apart liggend fietspad.

In het Deelrapport Veiligheid van het MER [ref. 1] wordt dit criterium nader besproken. Hierin worden de verschillende varianten beoordeeld aan de hand van criterium. Daarbij worden voor de effectbeoordeling gradaties aangebracht of de scheiding 'natuurlijk', 'gedwongen' of zelfs 'fysiek' van aard is. De beoordelingsmethodiek hiervoor wordt herhaald in onderstaande tabel 7.1.

Tabel 7.1 Beoordelingsmethodiek nautische veiligheid, criterium scheiding grote en kleine 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

De vraag die voor ligt is of de beoordeling van de nautische veiligheid wijzigt na de introductie van het rustgebied voor de Fuut. Deze analyse is uitgevoerd in paragraaf 7.2.3.

7.2.2 Beoordeling van het VKA ten aanzien van scheiding grote en kleine schepen

In het Deelrapport Veiligheid van het MER [ref. 1] wordt vervolgens de effectbeoordeling weergegeven voor het basialternatief IR en de varianten IA en IB. Let wel: hierbij wordt het effect van het rustgebied voor de Fuut nog buiten beschouwing gelaten.

Het basialternatief IR en de variant IA bestaan uit twee rijen turbines in het water (zoals ook is beschreven in hoofdstuk 2).

Zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven zullen grote schepen bij voorkeur niet ten zuiden van de zuidelijke rij windturbine gaan varen. Dat vergt immers onnodige manoeuvres. Voor kleine schepen geldt dat niet: een iets zuidelijker heeft juist de voorkeur, omdat daarmee de grote schepen worden vermeden. Dat leidt tot de verwachting dat de zuidelijke rij turbines er toe leidt dat kleinere schepen geneigd zijn een meer zuidelijke route te volgen en grotere schepen een meer noordelijke route tussen beide rijen zullen varen. Dit leidt op een natuurlijke wijze tot een 'logische' scheiding tussen grote en kleine schepen. In overeenstemming met de beoordelingsmethodiek wordt dit als 'licht positief' (+/0) beoordeeld.

Net als het basialternatief IR en de variant IA, bestaat het VKA ook uit twee rijen windturbines in het water. De beoordeling ten aanzien van scheiding van grote en kleine schepen is dan ook 'licht positief' (+/0).

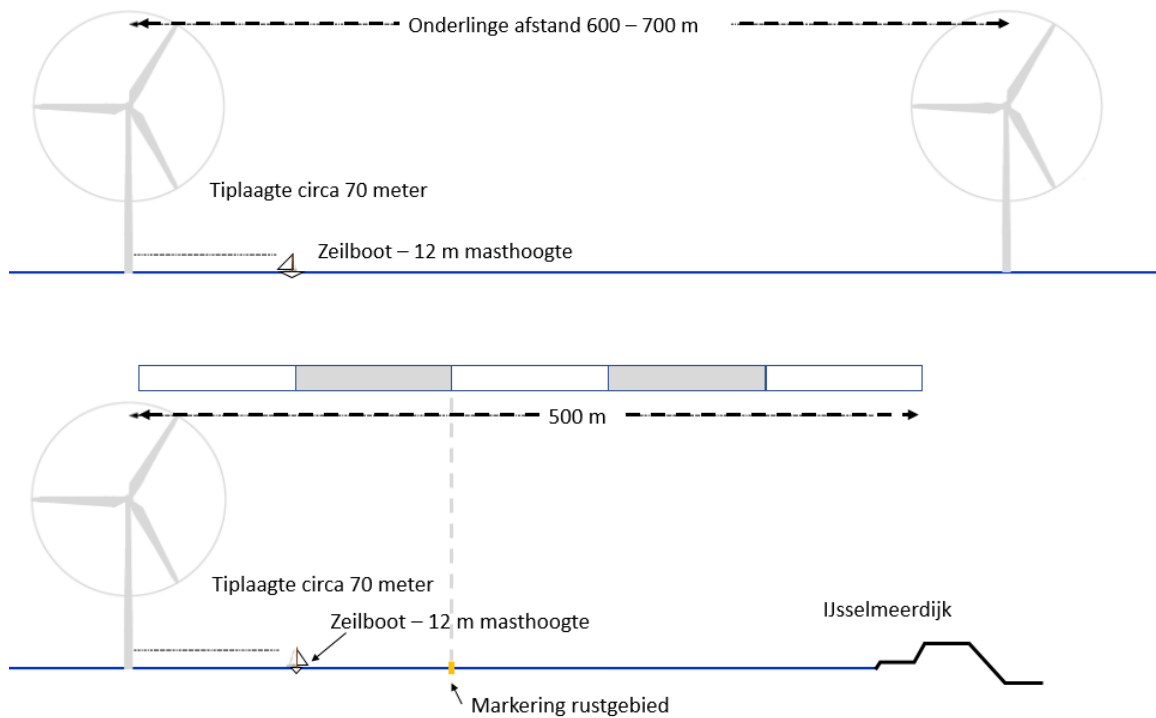
7.2.3 Invulling van het rustgebied in relatie tot de scheiding van grote en kleine schepen

Ten behoeve van de instelling van het rustgebied voor de fuut, wordt een strook van 300 meter langs de kustlijn ingesteld waarbinnen geen vaarverkeer is toegestaan. De vraag die voor ligt is of de resterende

ruimte van 200 m breed nog voldoende is als vaargebied voor de recreatievaart¹, waarbij ook een veilige afstand tot de windturbines in acht wordt genomen.

De onderlinge afstand tussen de turbines onderling is 600 tot 700 m (zie afbeelding 7.4). Als wordt uitgegaan van een veilige afstand tot de turbines van circa 100 m, blijft een afstand van 400 tot 500 m over om vrij te varen. Dat geeft voldoende ruimte om zo nodig bij te sturen, en dit is bovendien meer dan een halve diameter verwijderd van de windturbines, dan wordt er niet onder de turbine door gevaren.

Afbeelding 7.4 Tussenafstand tussen windturbines (boven) en tussen een windturbine en het rustgebied (onder op schaal vergeleken met een zeilboot met een mast van 12 m)



Tussen de turbines en het rustgebied voor de fuut blijft een strook van 200 m vrij voor de recreatievaart om te varen. Als ook hier een veilige afstand van 100 m tot de turbines wordt aangehouden, blijft in de praktijk nog een strook van 100 m breed over voor de recreatievaart om daadwerkelijk te varen. Voor recreatievaart, met relatief kleine schepen, is dit ruim voldoende om elkaar te kunnen passeren en om zonedig te kunnen manoeuvreren (zie afbeelding 7.4). Bovendien is de verkeersintensiteit in dit gebied zodanig gering, dat er geen sprake is van verkeerscongestie (zie hoofdstuk 1).

Dit leidt tot de conclusie dat bij een afsluiting van een strook van 300 m breed langs de dijk voor alle verkeer, het effect van natuurlijke scheiding tussen grote en kleine schepen van het VKA blijft bestaan. De beoordeling hiervan van 'licht positief (+/0)' blijft gehandhaafd.

¹ Op basis van nautische analyse is vastgesteld dat de beroepsvaart in de plansituatie ten noorden van de zuidelijke rij windturbines zal navigeren (zie Afbeelding 7.4). Afsluiting van beroepsvaart hoeft daarom niet met een verbod hoeft te worden afgedwongen.

7.2.4 Rustgebied Fuut: Uitgangspunten voor het Vaarwegmarkeringsplan

In het MER Windplan Blauw is de haalbaarheid van het plan onderzocht. Het rustgebied voor de fuut is onderdeel van het voornemen. Daarom is in deze paragraaf beschreven hoe het rustgebied conform de Richtlijn Scheepvaarttekens [ref. 4] op een veilige wijze kan worden ingericht. De vaarwegmarkering is geen onderdeel van het voornemen, daarom is het enige doel van onderstaande paragraaf om aan te tonen dat het mogelijk is om het rustgebied veilig in te richten. De daadwerkelijke vormgeving van het rustgebied wordt in afstemming met het bevoegd gezag nader ingevuld.

Het afsluiten van een gebied kan worden gedaan met zogenoemde 'bijzondere markering'. Deze bestaat uit gele betonning, in overeenstemming met paragraaf 6.3.5 van de Richtlijnen Scheepvaarttekens [ref. 4]. Op de tonnen wordt eventueel een verkeersteken geplaatst in de vorm van een rood/wit toegangsverbod daarop, in overeenstemming met verkeersteken A1, zoals aangegeven in de Richtlijnen Scheepvaarttekens [ref. 4]. In afbeelding 7.5 zijn voorbeelden weergegeven van gele betonning, met en zonder verkeersteken A1.

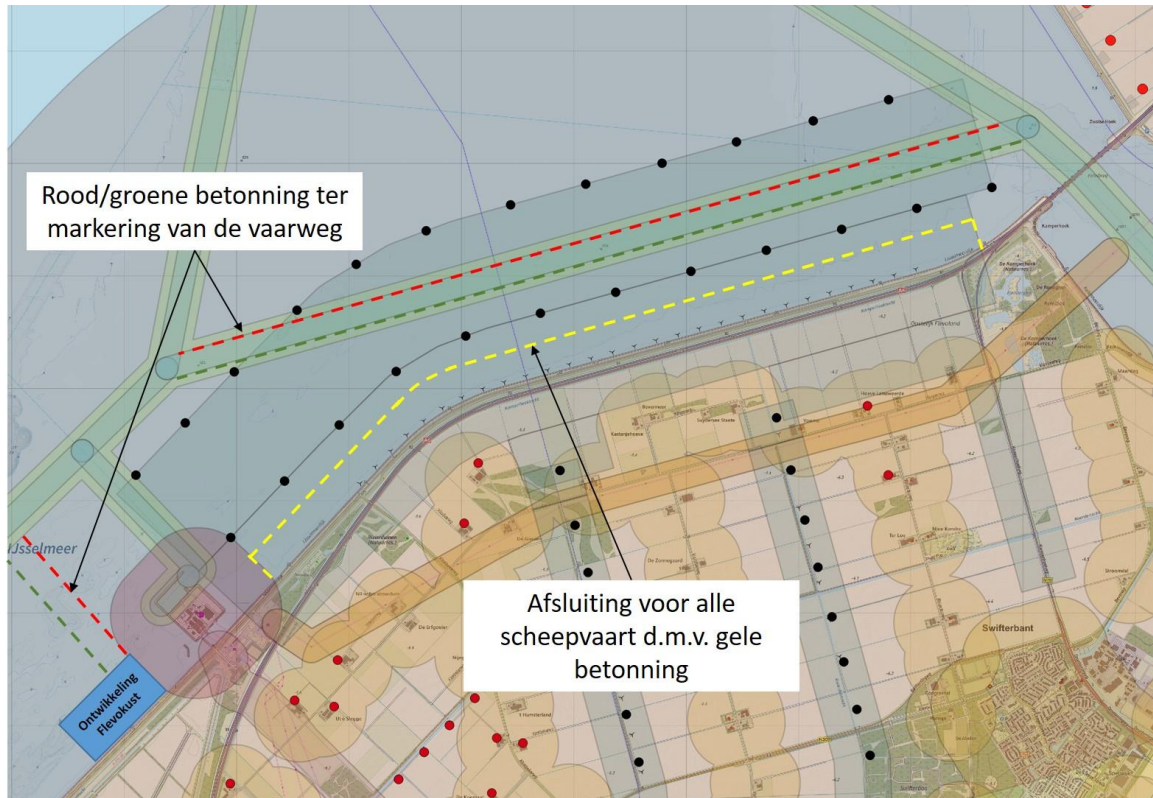
Afbeelding 7.5 Voorbeelden van 'bijzondere markering', zonder en met verkeersteken A1 (toegangsverbod)



In afbeelding 7.6 is de markering van het afgesloten gebied weergegeven.

Zoals beschreven zullen grote schepen in de praktijk bij voorkeur niet gaan varen in het voor hen relatief smalle gebied tussen de turbines en het fysiek afgesloten gebied. Verder zal de verbeterde markering van de vaarweg Het Molenrak, ertoe leiden dat de beroepsvaart deze vaarweg beter zal volgen.

Afbeelding 7.6 Introductie markering van het rustgebied voor de Fuut.



7.3 Kwantitatieve incidentfrequentie

De kwantitatieve analyse is uitgevoerd en gerapporteerd door Marin [ref 2]. De incidentfrequenties voor de recreatievaart zijn gerapporteerd in paragraaf 6.2 van de Marin-rapportage [ref 2]. Dit betreft het risico dat een klein schip door motorstoring of averij op drift raakt, en vervolgens een windturbine raakt.

Uitgangspunt voor de berekeningen zijn statistieken voor het IJsselmeer, betreffende vaartuigen die in de problemen zijn gekomen (zie Marin-rapportage, referentie 2). Op basis hiervan is deze frequentie voor het plangebied vastgesteld op één maal per jaar.

De ruimte tussen de turbines is zo groot, dat in de meeste gevallen het schip niet in de buurt van een windturbine komt. In een klein deel van de gevallen kan het schip tegen een windturbine aandrijven. Dit percentage is bepaald op maximaal 6 % (of eens per 17 jaar).

Deze kans is op aandrijven tegen een windturbine is daarmee gekwantificeerd op eens per 17 jaar. Deze kans zal in de praktijk kleiner worden doordat:

- de KNRM al bij het schip kan zijn voordat het uit het windpark is gedreven of tegen een paal is gedreven;
- de oorzaak van het driften is verholpen voordat een paal is geraakt;
- de paal als afmeersteiger kan fungeren om drift te stoppen.

Aanvullend hieraan is deze kans kleiner vanwege de mogelijkheid dat het schip een anker uitgooit, waarmee aandrijving tegen de turbine wordt voorkomen.

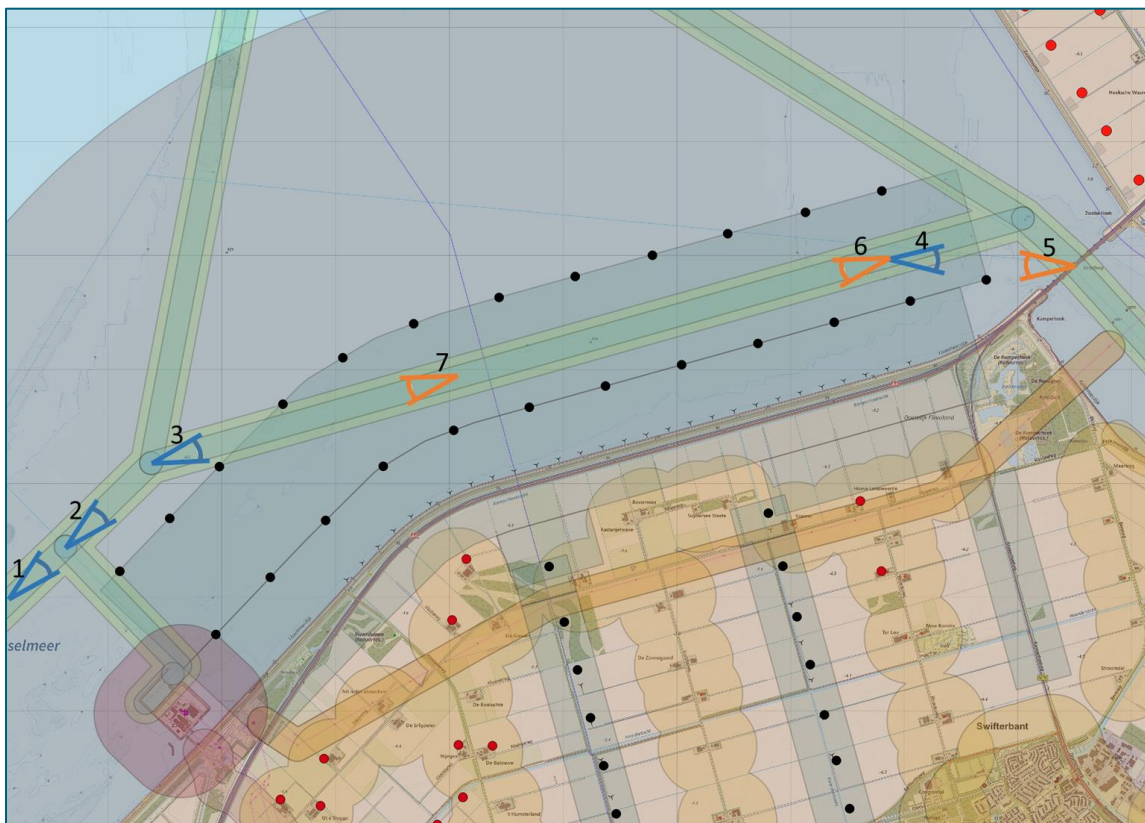
Daarbij leidt het raken van de windturbine in de meeste gevallen niet tot een gevaarlijke situatie. De snelheid van het schip 'op drift' is immers gering. Schade aan het schip kan ook worden beperkt of zelfs voorkomen door het tijdig in te grijpen, bijvoorbeeld door het gebruik van stootkussens, zoals die ook voor aanleggen worden gebruikt.

8

VISUALISATIES

Om een beeld te vormen hoe het voor de schipper is om door het park te varen, zijn een aantal visualisaties gemaakt. De locaties en kijkrichting waarvoor de visualisaties zijn gemaakt, zijn weergegeven in afbeelding 8.1. De eerste vier visualisaties zijn langs de vaarweg in noordoostelijke tot oostelijke richting, de andere drie zijn langs de vaarweg in ongeveer westelijke richting. De visualisaties hebben een kijkbreedte van 30°. Alle visualisaties zijn gemaakt vanaf een hoogte van 5 m boven het wateroppervlak, representatief voor de positie van een schipper. De zeven visualisaties zijn weergegeven in afbeeldingen 8.2 tot en met 8.8.

Afbeelding 8.1 Locaties van de verschillende visualisaties



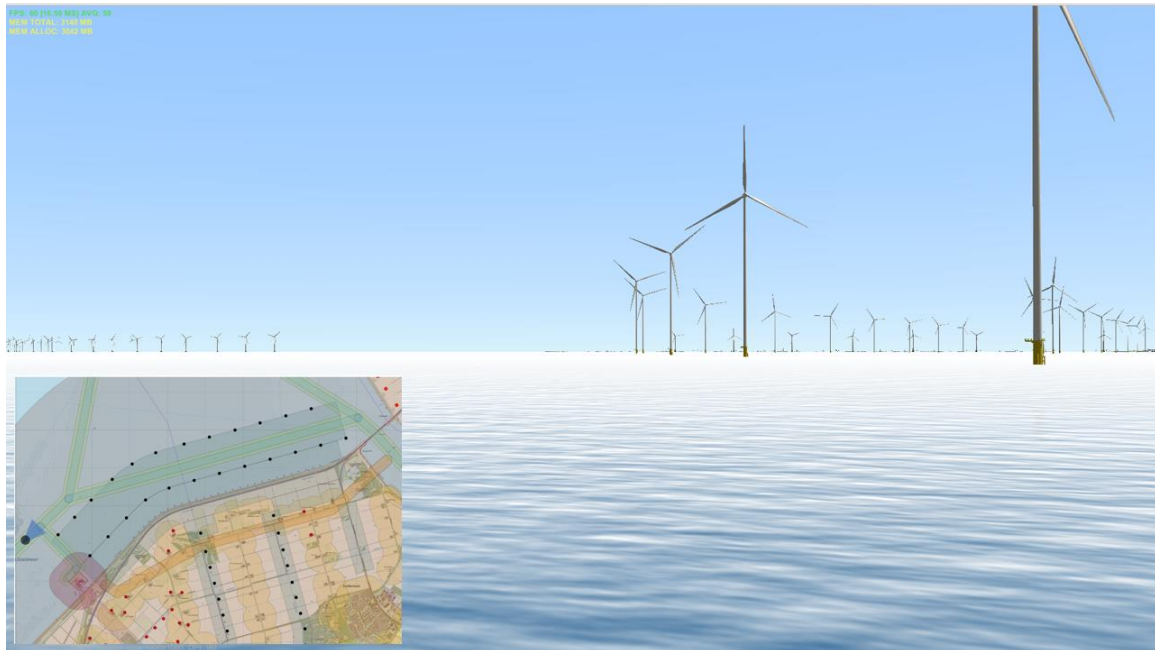
8.1 Visualisaties zonder andere schepen

8.1.1 Visualisatie vanaf positie 1: Komend vanaf de Houtribsluizen

De eerste visualisatie is gegeven vanaf een positie van een schip dat het windpark nadert vanaf de Houtribsluizen (positie 1 uit afbeelding 8.1).

Vanaf deze positie is het windpark zichtbaar aan de rechterhand.

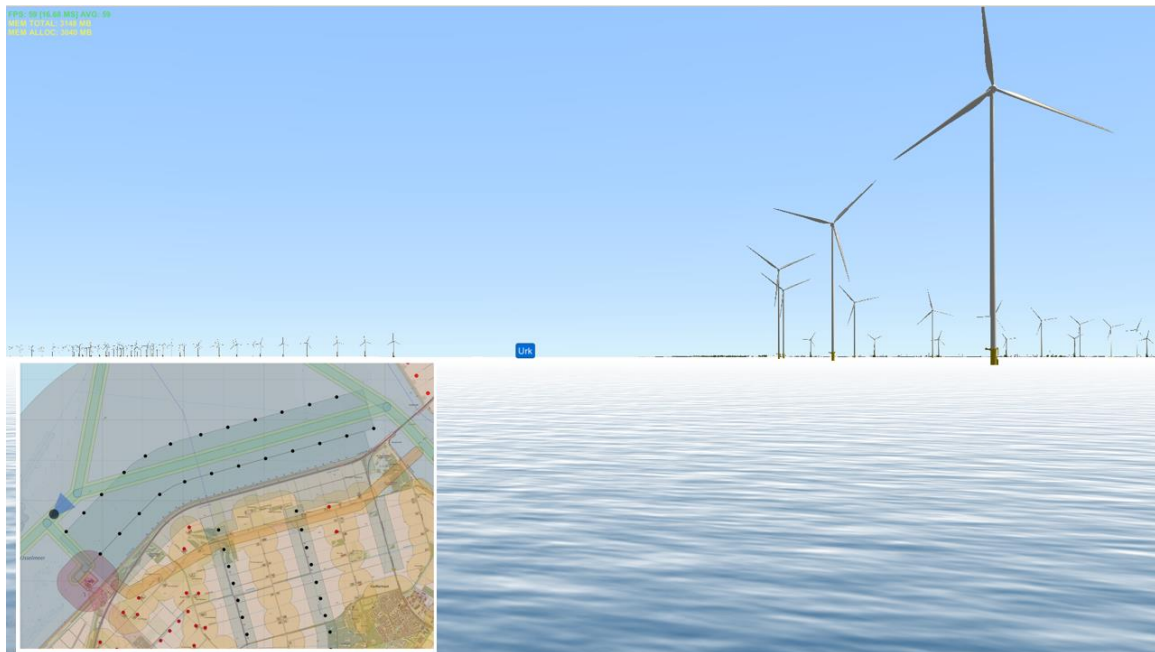
Afbeelding 8.2 Visualisatie vanaf positie 1, komend vanaf de houtribsluizen



8.1.2 Visualisatie vanaf positie 2: Komend vanaf de Houtribsluizen, vlak vóór de splitsing richting Ketelbrug of richting Lemmer

Iets verder varende, komen we bij de volgende positie (positie 2 uit afbeelding 8.1). Hier is het schip vlak voor de splitsing van vaarwegen, en moet de schipper kiezen tussen noordelijke route richting Lemmer (links aanhouden) of de route dóór het windpark richting de Ketelbrug (rechts aanhouden). Recht vooruit is Urk op de horizon te zichtbaar.

Afbeelding 8.3 Visualisatie vanaf positie 2, komend vanaf de houtribsluizen, vlak vóór de splitsing richting Lemmer of richting Ketelbrug (Molenrak)



8.1.3 Visualisatie vanaf positie 3: Komend vanaf de Houtribsluizen, vlak ná de splitsing richting Ketelbrug of richting Lemmer

Weer iets verder komen we bij de volgende positie (positie 3 uit afbeelding 8.1). Hier is het schip vlak na de splitsing van vaarwegen, en is richting de Ketelbrug gevaren. Het schip 'komt het windpark binnen'. De beide rijen turbines zijn duidelijk zichtbaar.

Afbeelding 8.4 Visualisatie vanaf positie 3, komend vanaf de houtribsluizen, vlak ná de splitsing richting Ketelbrug (Molenrak); 'binnenkomst' van het park



8.1.4 Visualisatie vanaf positie 4: Varend door het windpark in oostelijke richting, de Ketelbrug naderend

Op de volgende positie nadert het schip het einde van het windpark in de buurt van de Ketelbrug (positie 4 uit afbeelding 8.1). De Ketelbrug is aan de rechterkant zichtbaar.

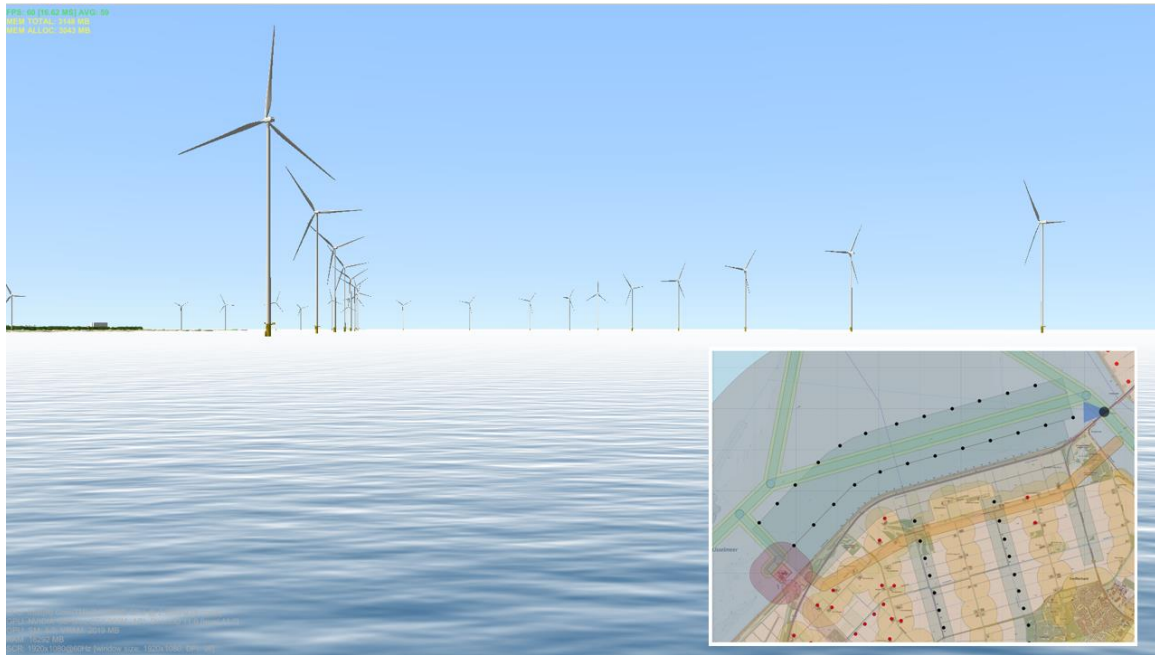
Afbeelding 8.5 Visualisatie vanaf positie 4, varend 'door' het windpark in oostelijke richting, de Ketelbrug naderend



8.1.5 Visualisatie vanaf positie 5: Komend vanaf de Ketelbrug in westelijke richting

De volgende visualisatie is de eerste in de tegengestelde richting, komende vanaf de Ketelbrug (positie 5 uit afbeelding 8.1). De beide rijen windturbines zijn direct vanaf deze positie al duidelijk zichtbaar.

Afbeelding 8.6 Visualisatie vanaf positie 5, komend vanaf de Ketelbrug in westelijke richting



8.1.6 Visualisatie vanaf positie 6: Varend door het windpark in westelijke richting

Op de volgende positie is het schip het windpark goed en wel binnengevaren in westelijke richting (positie 6 uit afbeelding 8.1). De beide rijen windturbines zijn duidelijk zichtbaar

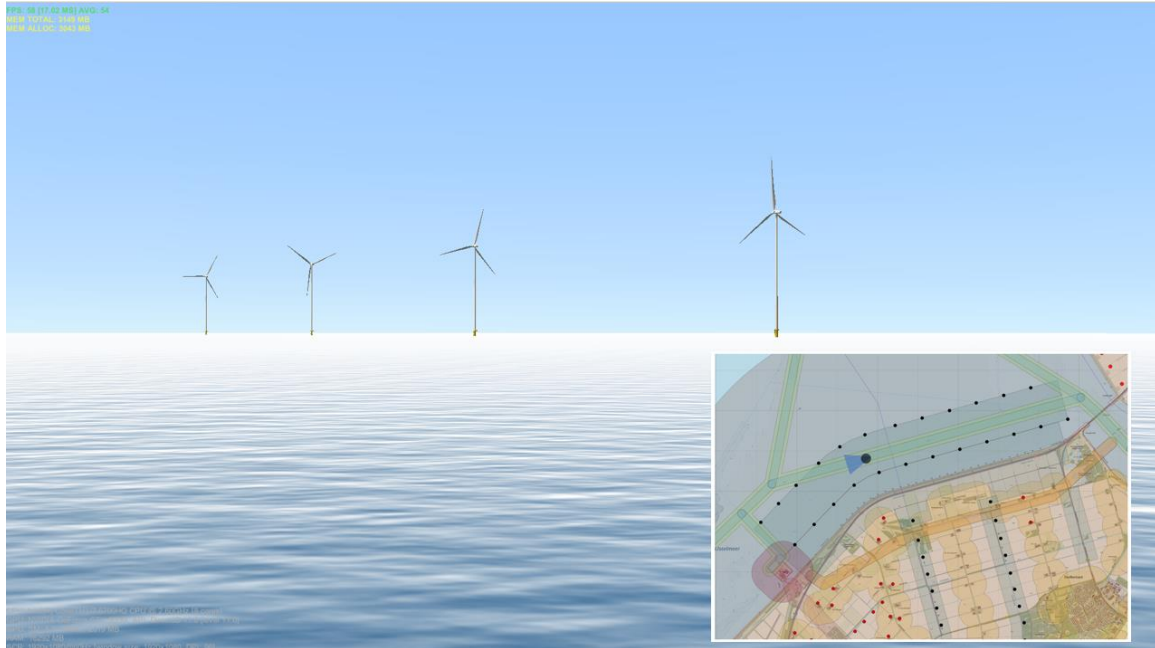
Afbeelding 8.7 Visualisatie vanaf positie 6, varend 'door' het windpark in westelijke richting



8.1.7 Visualisatie vanaf positie 7: Varend door het windpark in westelijke richting, de 'doorgang' naderend

Op de volgende positie is het schip flink gevorderd door het windpark en nadert de 'doorgang' tussen de turbines door (positie 7 uit afbeelding 8.1).

Afbeelding 8.8 Visualisatie vanaf positie 7, varend 'door' het windpark in westelijke richting, de 'doorgang' naderend



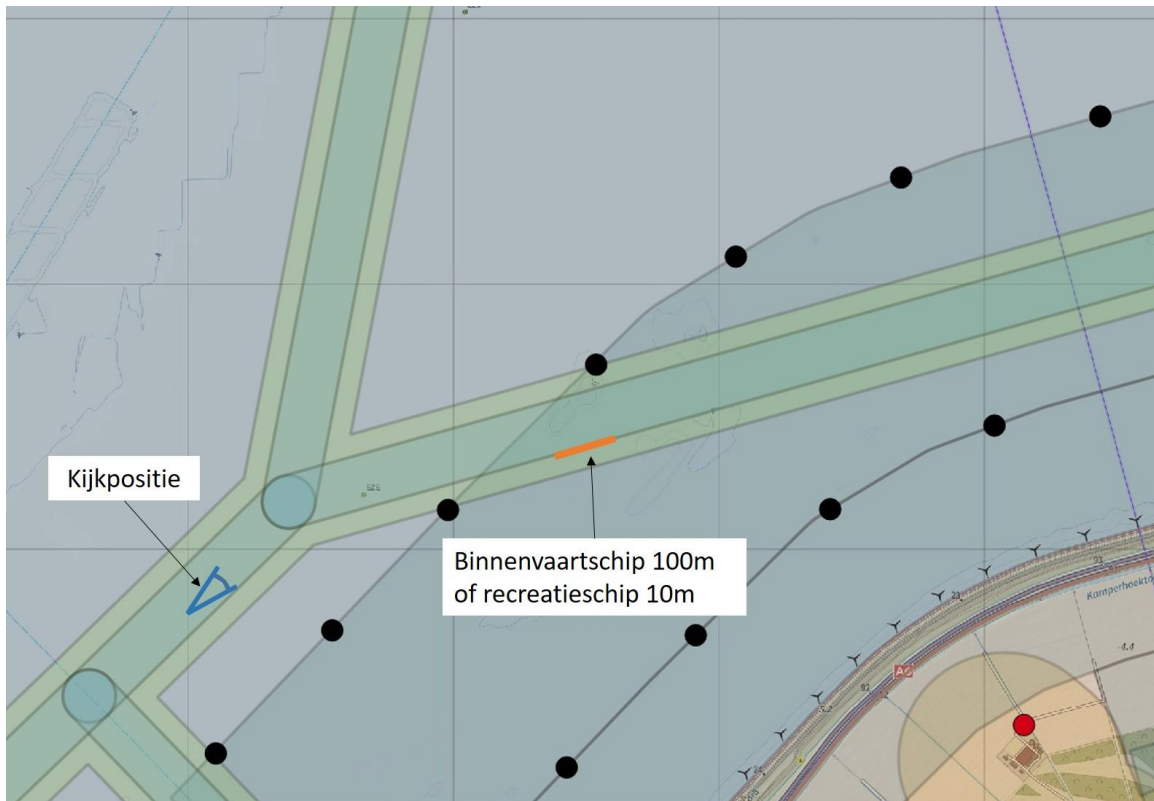
8.2 Visualisaties met andere schepen

In deze paragraaf worden een aantal visualisaties weergegeven met de aanwezigheid van andere schepen. Dit is gedaan vanaf posities aan beide zijden van de 'doorsteek'. Hiermee kan een beeld worden gevormd of het zicht op andere schepen door de turbines wordt weggenomen.

8.2.1 Visualisaties vanaf positie 2

De eerste visualisaties zijn komende vanaf de Houtribsluizen, het windpark naderend (positie 2 van afbeelding 8.1). Deze positie wordt ook weergegeven in afbeelding 8.9. De positie van het andere schip is ook weergegeven.

Afbeelding 8.9 Visualisatiepositie 2, met naderend schip



In afbeelding 8.10 is deze visualisatie weergegeven met daarbij een binnenvaartschip in beeld, dat nadert vanuit oostelijke richting. Het schip is goed zichtbaar, en het zicht wordt niet weggenomen door de turbines. Door de lengte van het binnenvaartschip is deze, ook wanneer het binnenvaartschip achter de turbine vaart, duidelijk zichtbaar.

Afbeelding 8.10 Visualisatie vanaf positie 2, met een naderend binnenvaartschip



In afbeelding 8.11 is eenzelfde visualisatie weergegeven, met een naderend recreatieschip. Het recreatieschip is nog niet zo goed zichtbaar vanwege de grote afstand, maar het zicht wordt niet door de turbines weggenomen. Uit de visualisatie blijkt dat de turbine slechts een klein deel gezichtsveld beslaat. Het windpark heeft daarmee dus een relatief klein effect op de zichtbaarheid van recreatievaart. Wanneer het recreatieschip zich achter de turbine bevindt is deze korte tijd niet zichtbaar. Dat betekent dat voordat het recreatieschip uit zicht verdwijnt deze geruime tijd zichtbaar is geweest en daarna ook weer snel zichtbaar is.

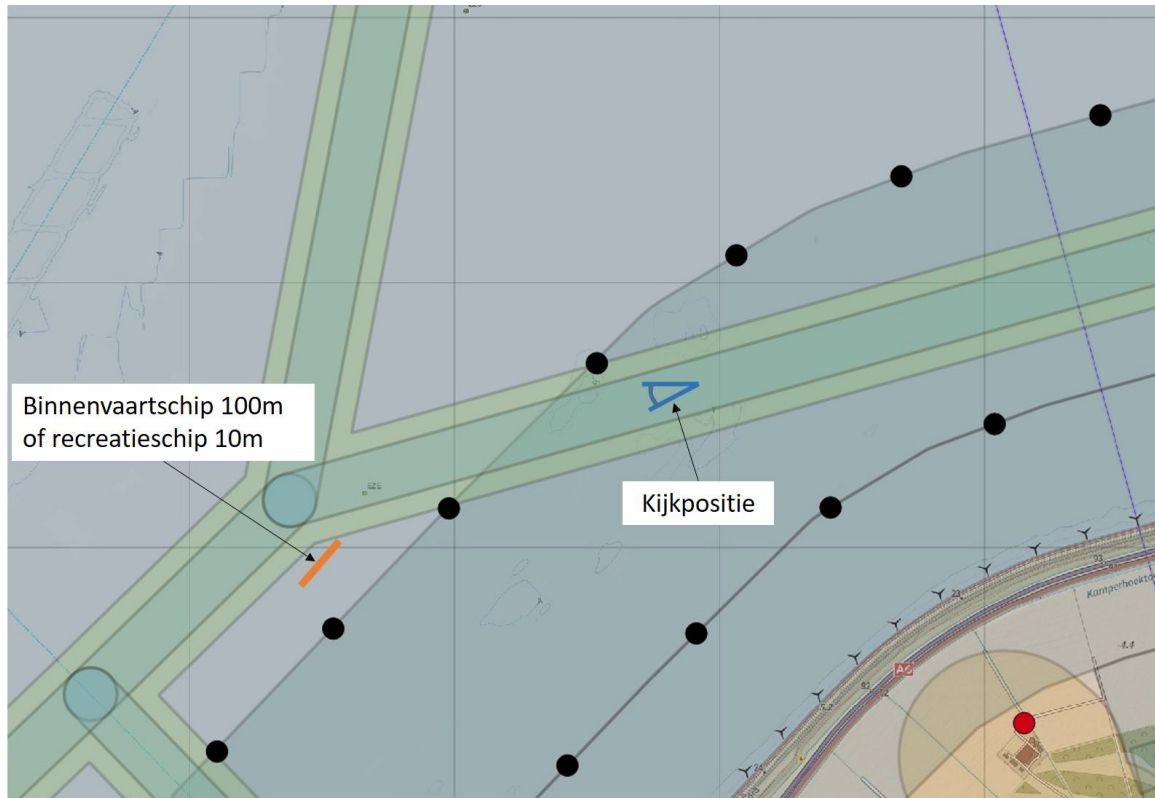
Afbeelding 8.11 Visualisatie vanaf positie 2, met een naderend recreatieschip (in de cirkel)



8.2.2 Visualisaties vanaf positie 7

De volgende visualisaties vanuit het windpark, de 'doorsteek' naderend (positie 7 van afbeelding 8.1). Deze positie wordt ook weergegeven in afbeelding 8.12. De positie van het andere schip is ook weergegeven.

Afbeelding 8.12 Visualisatiepositie 7, met naderend schip



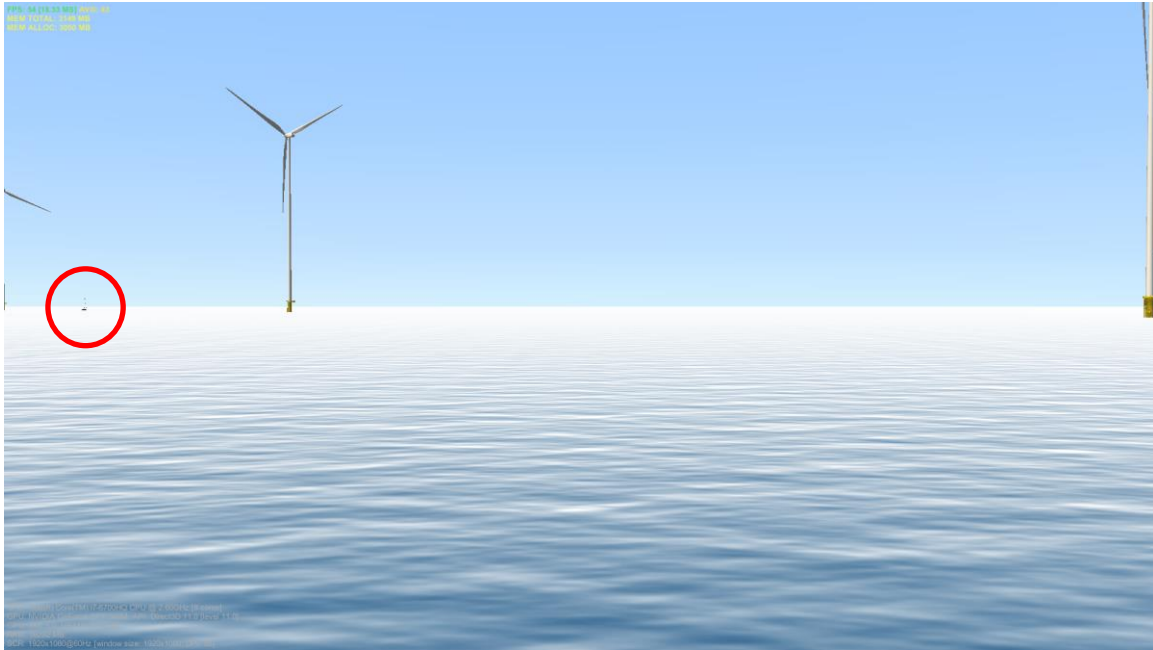
In afbeelding 8.13 is deze visualisatie weergegeven met daarbij een binnenvaartschip in beeld, dat nadert vanuit oostelijke richting. Het schip is goed zichtbaar, en het zicht wordt niet weggenomen door de turbines.

Afbeelding 8.13 Visualisatie vanaf positie 7, met een naderend binnenvaartschip



In afbeelding 8.14 is eenzelfde visualisatie weergegeven, met een naderend recreatieschip. Het recreatieschip is nog niet zo goed zichtbaar vanwege de grote afstand, maar het zicht wordt niet door de turbines weggenomen.

Afbeelding 8.14 Visualisatie vanaf positie 7, met een naderend recreatieschip (in de cirkel)



9

OVERIG GERELATEERDE ONDERWERPEN

In dit hoofdstuk worden twee aspecten beschreven die zijn gerelateerd aan nautische veiligheid.

9.1 Mogelijke invloed op waterstanden bij de balgstuw Ramspol

Aan de oostzijde van het Ketelmeer bevindt zich de balgstuw Ramspol. Deze heeft een belangrijke veiligheidsfunctie voor het achterliggend gebied. Deze balgstuw dient als stormvloedkering bij extreem hoge waterstanden. De balgstuw treedt gemiddeld circa één keer per jaar in werking¹.

Onderzocht is of de windturbines invloed hebben op de waterstanden in het Ketelmeer, en dus ook bij de balgstuw Ramspol. In onderliggende paragrafen wordt hierop ingegaan. Hierbij gaat het om twee mogelijke effecten:

1. mogelijke extra opstuwing van water door de wind, ten gevolge van de invloed van de windturbines op de wind;
2. mogelijke blokkade van de waterstromen in en rondom het Ketelmeer, ten gevolge van de turbines in het IJsselmeer.

9.1.1 Mogelijke extra opstuwing van water

De wind heeft invloed op het water: bij een sterke west- tot noordwestenwind stuwt de wind het water van het IJsselmeer op, richting het Ketelmeer. De windturbines hebben invloed op de wind. Vanuit die gedachte is nader onderzoek gedaan naar de mogelijke **extra** opstuwing richting het Ketelmeer, bij west- tot noordwestenwind, ten gevolge van de plaatsing van windturbines. De achterliggende gedachte is dat de windturbines de luchtstroming van twee kanten 'opzij zouden dringen', waardoor er een 'vernauwing' ontstaat, waardoor de windsnelheid boven het IJsselmeer richting de monding van het Ketelmeer hoger zou kunnen worden. Dit zou dan kunnen leiden tot **extra** opstuwing.

Indien er sprake zou zijn van extra opstuwing, leidt dit tot een extra verhoging van de waterstand in het Ketelmeer, hetgeen dan van invloed is op de Balgstuw Ramspol. Zie afbeelding 9.1 ter illustratie.

¹ https://nl.wikipedia.org/wiki/Balgstuw_bij_Ramspol.

Afbeelding 9.1 Mogelijke extra opstuwing door de windturbines en de invloed daarvan op balgstuw Ramspol



De wijze waarop de windparken in lijnopstelling in bovenstaande afbeelding worden weergegeven, suggereert dat er sprake is van een soort wanden, waarlangs de wind 'opzij wordt gedrongen'. Dit is niet het geval. Een windpark bestaat immers uit individuele windturbines, waartussen de wind tussendoor kan bewegen. Daarom is er boven het IJsselmeer ook geen sprake van een **extra** verhoogde windsnelheid, en ook geen sprake van **extra** opstuwing van het water.

De situatie wordt daarom beter geïllustreerd, zoals is weergegeven in afbeelding 9.2. De wind gaat door de windparken en verandert (gemiddeld) niet van richting.

Een tweede argument, waaruit blijkt dat er niet sprake is van verhoging van de windsnelheid, is dat een windturbine is gemaakt om energie uit de lucht te halen, en daarmee de windsnelheid juist te verlagen. De windsnelheid achter een windturbine is daarom lager dan ervoor. In de directe nabijheid van een draaiende windturbine ontstaat wel turbulentie, met daarbij behorende wisselende lokale windsnelheden, maar gemiddeld genomen neemt de windsnelheid af. Ook hierom is er dus geen sprake van extra opstuwing van het water.

Afbeelding 9.2 Geen extra opstuwing door de windturbines



Conclusie is dat de invloed van de windturbines op de wind niet leidt tot veranderingen in de waterstanden in het Ketelmeer, en in het bijzonder niet leidt tot veranderingen in de waterstanden bij de balgstuw Ramspol.

9.1.2 Mogelijke blokkade van de waterstromen

Het plaatsen van windturbines in het water leidt tot beïnvloeding van de lokale stroming. Het water moet immers om de fundatie van de windturbine heen. Onderzocht is in hoeverre deze invloed zich uitstrekt tot in het Ketelmeer, in het bijzonder ter plaatse van de balgstuw Ramspol.

De waterstromen rondom het Ketelmeer worden beïnvloed door de wateraanvoer door de IJssel en de Overijsselse Vecht, en de snelheid waarmee dat water kan worden afgevoerd richting het IJsselmeer en daarna richting de Waddenzee. In geval van storm uit west- tot of noordwestelijke richtingen kan er ook sprake zijn van opstuwing van water vanuit het IJsselmeer richting het Ketelmeer. In alle gevallen speelt de stromingsweerstand onder en nabij de Ketelbrug een rol.

Een illustratie van de stroming in het Ketelmeer wordt weergegeven in afbeelding 9.3. De stroming gaat meestal in westelijke richting, maar zou in uitzonderingsgevallen ook in omgekeerde richting kunnen gaan. Het Ketelmeer kenmerkt zich door een westwaarts smaller wordende geometrie. Ter plaatse van de Ketelbrug is sprake van een vernauwing. Richting het IJsselmeer wordt het gebied snel breder en kan de stroming breed uitwaaiëren. Deze vernauwing onder en in de nabijheid van de Ketelbrug vormt dus een soort 'flessenhals' in de waterstromen van het Ketelmeer naar het IJsselmeer en vice versa, en is dus bepalend voor de waterstanden van het Ketelmeer ten opzichte van het IJsselmeer.

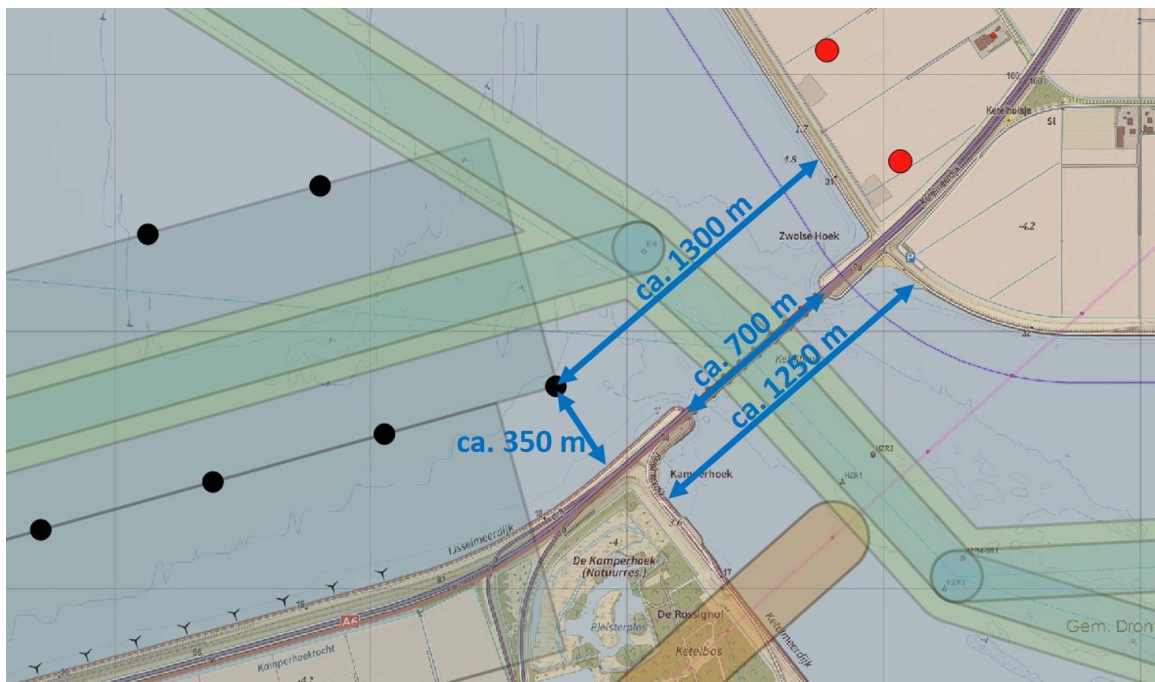
De vraag die voorligt, is in hoeverre de windturbines daar invloed op hebben. Om hier inzicht in te verkrijgen wordt een schatting gemaakt van deze toegenomen weerstand in vergelijking tot deze 'flessenhals' onder en rondom de Ketelbrug.

Afbeelding 9.3 Vernauwing van de waterstroom bij de Ketelbrug



In afbeelding 9.4 worden enkele afstanden rondom de Ketelbrug weergegeven. Het water onder de Ketelbrug is circa 700 m breed¹. Aan de zijde van het Ketelmeer, vlakbij de brug, is het water circa 1.250 m breed. De afstanden van de dichtstbijzijnde windturbine van het VKA tot de kust zijn circa 1.300, resp. 350 m.

Afbeelding 9.4 Afstanden doorstroomopening bij Ketelbrug



¹ Door de pijlers van de brug is de waterstroom onder de Ketelbrug in 10 delen gesplitst, maar dit wordt hier buiten beschouwing gelaten.

In afbeelding 9.5 wordt de vernauwing onder en nabij de Ketelbrug nader geïllustreerd. Vanaf het Ketelmeer naar de Ketelbrug versmalt de stroom en neemt de stroomsnelheid toe. Na de Ketelbrug verbreedt de stroom zich snel en neemt de stroomsnelheid af. De stippellijn A in afbeelding 9.5 geeft een indicatieve lijn aan waar de snelheid gelijk is. Deze 'iso-snelheidslijn' is weergegeven ter plaatse van de dichtstbijzijnde windturbine.

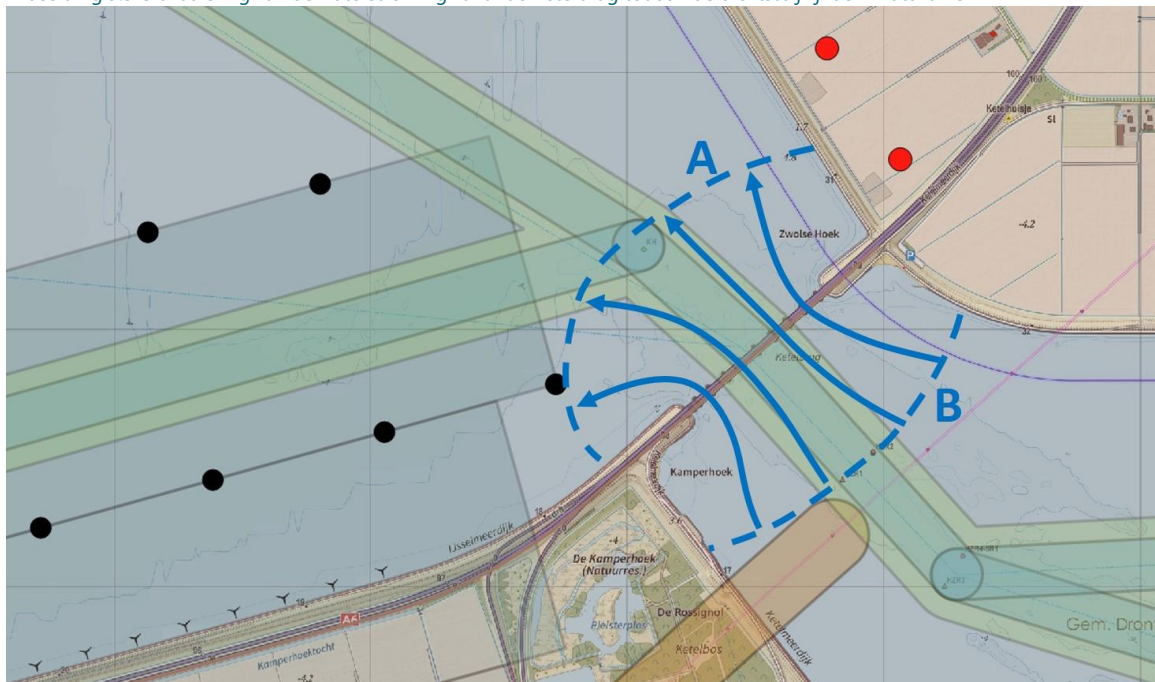
Om het effect van deze windturbine in te schatten, kan de plaatsing ervan worden beschouwd als versmalling van de doorsnede langs deze 'iso-snelheidslijn'. De lengte van deze lijn (de stippellijn A in afbeelding 9.5) is circa 1.700 m. De maximale fundatiebreedte is 30 m, ofwel 1,8 % daarvan. De weerstand (per meter in stromingsrichting) langs deze doorsnede neemt dus ook toe met 1,8 %. In stromingsrichting is de doorsnede over een afstand van ook 30 m beïnvloed.

Ten opzichte van de totale weerstand van de 'flessenhals' is de toename veel geringer. Ter indicatie hiervan wordt een relatieve schatting gemaakt van de weerstand van het gebied tussen lijnen A en B, ofwel van circa 500 m vóór de Ketelbrug, tot circa 500 ná de Ketelbrug¹:

- de afstand van lijn B naar de Ketelbrug is circa 500 m. De breedte is circa 1.300 m. De weerstand is dus circa 22 keer zo groot als langs lijn A²;
- de waterbreedte onder de Ketelbrug is 700 m, over een afstand van circa 100 m in stromingsrichting. De weerstand is circa 8,1 keer zo groot³;
- de afstand van de Ketelbrug naar de turbine is circa 500 m. De gemiddelde breedte wordt geschat op circa 1.300 m. De weerstand van de Ketelbrug naar lijn A is circa 22 keer zo groot⁴.

De totale weerstand is dus circa 52 keer zo groot als de weerstand bij doorsnede A. De toename van de weerstand is dus circa 0,03 %⁵ ten opzichte van de totale weerstand onder rondom de Ketelbrug. Dit is verwaarloosbaar.

Afbeelding 9.5 Uitwaaiing van de waterstroming vanaf de Ketelbrug tot aan de dichtstbijzijnde windturbine



¹ Naar analogie van elektrische weerstand is de weerstand evenredig met de lengte in stromingsrichting en omgekeerd evenredig met de breedte.

² Verhouding weerstanden $500 \text{ m}/30 \text{ m} \times 1.700 \text{ m}/1.300 \text{ m} = 22$.

³ Verhouding weerstanden: $100 \text{ m}/30 \text{ m} \times 1.700 \text{ m}/700 \text{ m} = 8,1$.

⁴ Verhouding weerstanden: $500 \text{ m}/30 \text{ m} \times 1.700 \text{ m}/1.300 \text{ m} = 22$.

⁵ $1,8 \% / 52 = 0,03 \%$.

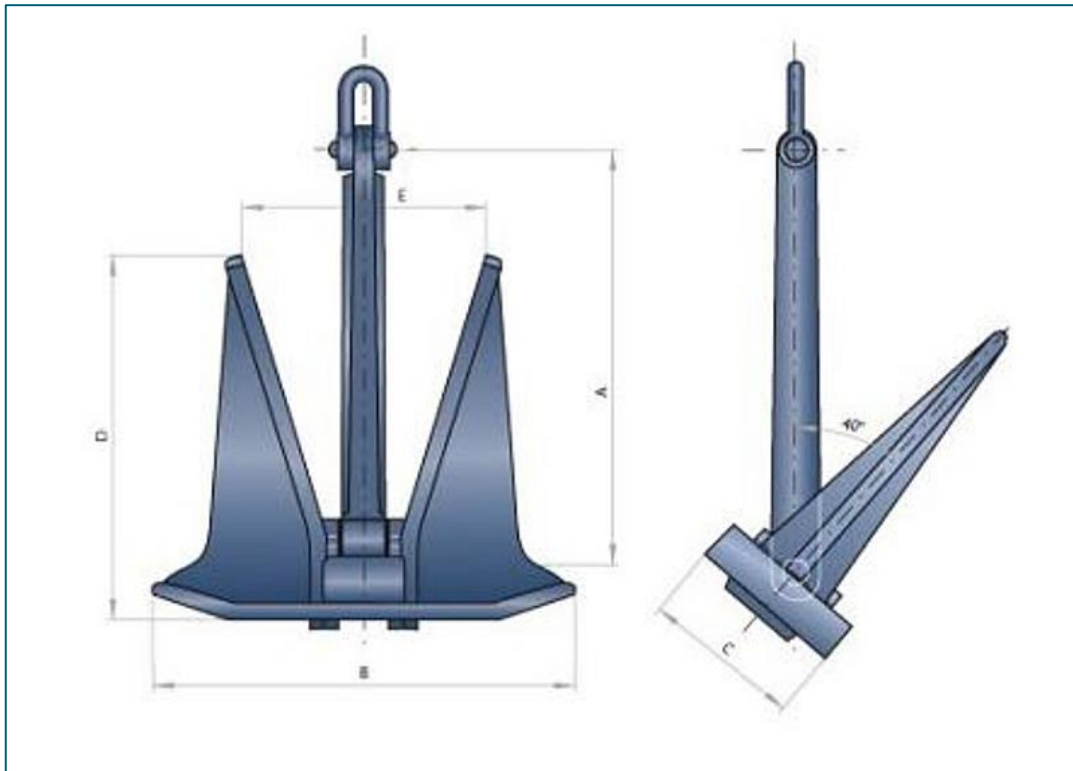
De afstand van de overige windturbines tot de Ketelbrug is veel groter, dus hun invloed op de toename van de weerstand van de 'flessenhals' onder en rondom de Ketelbrug is nog veel kleiner.

Als conclusie kan worden gesteld dat de introductie van de windturbines leidt tot een verwaarloosbaar kleine toename van de stromingsweerstand in vergelijking met de stromingsweerstand onder en nabij de Ketelbrug. Als gevolg daarvan worden de waterstromen in het Ketelmeer niet beïnvloed.

9.2 Elektrische aansluitkabels in relatie tot ankers

Een binnenvaartschip van bijvoorbeeld 110 m heeft in het algemeen twee boegankers en een hekanker tot circa 1.000 kg per stuk¹. Afbeelding 9.6 geeft een illustratie van het meest gebruikte ankertype. Bij een massa van circa 1.000 kg hebben de vloeien (in de vorm van 'vleugels' aan weerszijden) een lengte² van circa 1,3 m. Met een ingraaf-hoek van 40° leidt tot (in een conservatieve benadering) tot een maximale ingraafdiepte van circa 0,8 m. Kleinere schepen hebben uiteraard kleinere ankers, met een geringere ingraafdiepte.

Afbeelding 9.6 Illustratie van het meest gebruikt ankertype



De elektrische aansluitkabels worden ingegraven op een diepte van circa 2 m. Dat betekent dat er circa 1,2 m marge is tussen de ingraafdiepte van de grootste ankers en de diepte van de aansluitkabels. Het risico van beschadiging van de kabels door scheepsankers is daarmee uitgesloten.

¹ https://www.schuttevaer.nl/schepenbedrijf/artikelen/id425-Schmitt_produceert_jaar_ankers.html

² <https://www.wortelboer.nl/nl/producten/anchors/dhoner-sts-anchor-high-holding-power/>

10

SAMENVATTING VAN EFFECTBEOORDELING EN MITIGATIE VOOR HET VKA

Het VKA komt in belangrijke mate overeen met de eerder onderzochte varianten IR en IA (Zie hoofdstuk 4). Eerder uitgevoerde analyses in het MER [ref. 1] voor nautische veiligheid voor de varianten IR en IA zijn zondermeer ook van toepassing voor het VKA.

Aanvullende autonome ontwikkelingen zijn de ontwikkeling van Haven Flevokust en het uitdiepen van de vaargeul van het Molenrak. Deze ontwikkelingen zijn relevant in relatie tot het gebruik van de vaarwegen. Na introductie van het windpark zullen nog steeds veel schepen afwijken van de vaarweg en een meer zuidelijke route zullen gaan varen. Dit leidt tot kruisende koersen met het vaarverkeer van en naar Flevokust Haven, hetgeen niet wenselijk is in het licht van nautische veiligheid. Om dit effect te mitigeren wordt voorgesteld om verbeterde vaarwegmarkering aan te brengen. Dit leidt tot een verbeterd gebruik van de vaarweg (zie paragraaf 6.1).

Een andere ontwikkeling is de ontwikkeling van het rustgebied voor de Fuut, om ecologisch redenen. Hierbij wordt gedurende de periode van 1 augustus tot en met 31 maart, een strook met een breedte van 300m langs de dijk afgesloten voor alle verkeer

De situatie bij de Ketelbrug biedt ruim voldoende ruimte voor schepen met een staande mast om te wachten voor de Ketelbrug. De introductie van de windturbines brengt hierin geen verandering (zie paragraaf 7.1).

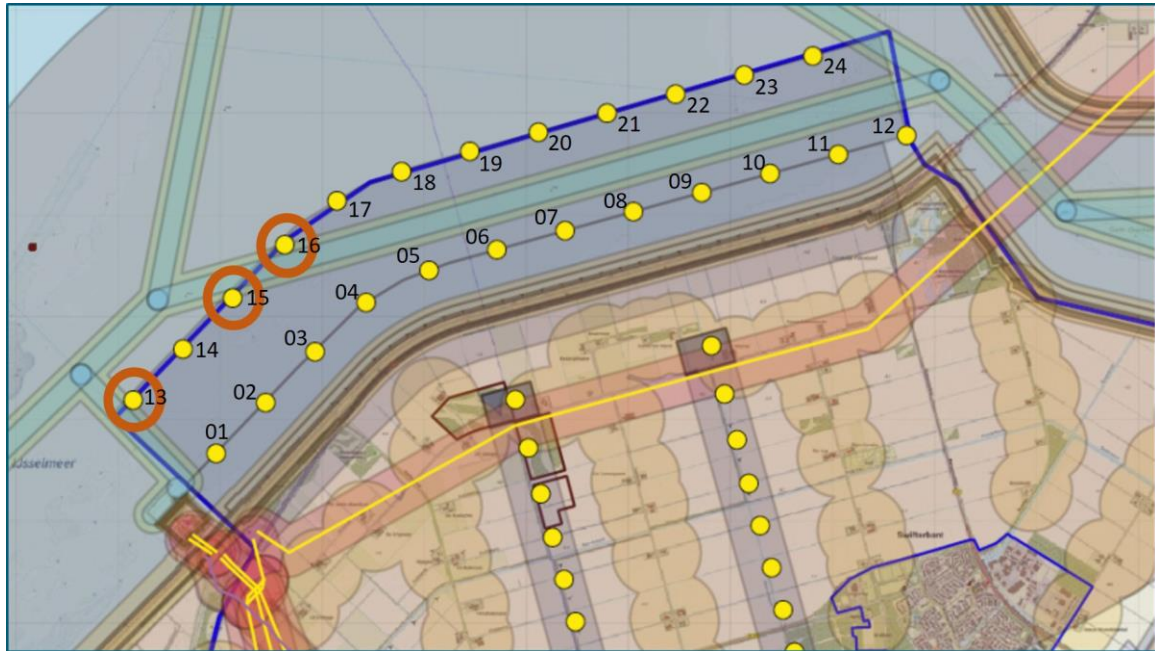
10.1 Effectbeoordeling van het VKA

In overeenstemming met het MER, deelrapport Veiligheid [ref 1] wordt de effectbeoordeling beschreven voor het VKA samengevat als volgt:

In het VKA worden drie turbines geplaatst op circa 100 meter van de rand van de vaarweg. Dit is meer dan de toetsafstand van een halve rotordiameter (82 meter). Dit betreft de turbines BU13, BU15 en BU16 in afbeelding 10.1. De turbines BU15 en BU16 vormen tevens een nauwe doorgang. In overeenstemming met de beoordelingsmethodiek wordt dit als negatief (-) beoordeeld.

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. In overeenstemming met de beoordelingsmethodiek wordt dit als negatief (-) beoordeeld.

Afbeelding 10.1 Turbines in het water van het VKA



Zoals beschreven heeft het VKA Windplan Blauw een iets positief effect voor de scheiding tussen grote en kleine schepen, maar blijft de beoordeling licht positief (+/0).

De incidentfrequentie is bepaald door Marin voor het geval de schepen de aangegeven vaarweg volgen. De resulterende incidentfrequentie voor beide gevallen is eens per 6050 jaar. Dit komt overeen met $1,65 \times 10^{-4}$ per jaar. In overeenstemming met de beoordelingsmethodiek wordt dit als licht negatief (0/-) beoordeeld.

De effectbeoordeling is samengevat in tabel 10-1.

Tabel 10.1 Effectbeoordeling VKA

criterium	Effect basialternatief
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 (turbines 15 en 16 in afbeelding 9.1)
nabijheid van turbines	(-) drie enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg (turbines 13, 15 en 16 in afbeelding 9.1) (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 $1,65 \times 10^{-4}$ per jaar.

Samengevat is de effectbeoordeling voor nautische veiligheid identiek aan de beoordeling van het basialternatief IR, zoals beschreven in het MER, deelrapport veiligheid [ref 1].

10.2 Mitigatie van effecten voor het VKA

Mogelijke mitigerende maatregelen voor het basialternatief IR en de varianten IA en IB zijn beschreven in het MER, deelrapport Veiligheid [ref 1]. Omdat het VKA geen aanzienlijke negatieve effecten heeft op de nautische veiligheid, is mitigatie van effecten niet nodig. Bovendien leidt het toepassen van mitigerende maatregelen niet tot een vermindering van effecten op nautische veiligheid.

Hieronder is toegelicht waarom mitigerende maatregelen niet leiden tot een vermindering van effecten op nautische veiligheid:

- de eerste maatregel betreft het aanmoedigen van de beroepsvaart op de route tussen beide rijen door te volgen. Echter, vanwege de ontwikkeling van de haven Flevokust en de toename van het vaarverkeer wat daarmee verband houdt, is het juist van belang dat de aangegeven vaarweg beter wordt gevolgd. Deze mitigerende maatregel leidt dus, in tegenstelling tot eerdere verwachtingen, niet tot verbetering van de duidelijkheid van de situatie;
- de tweede mitigerende maatregel betreft een goede markering/verlichting van de windturbines, meer dan minimum obstakelverlichting. Dit is als onderdeel van het voornemen uitgewerkt in het verlichtingsplan [ref. 3]. Dit verlichtingsplan is ook opgenomen in bijlage II;
- de derde mitigerende maatregel betreft afsluiting van het gebied ten zuiden van de zuidelijke rij turbines wordt afgesloten voor grote schepen (langer dan 20 m¹), eventueel in combinatie met het sluiten van de ruimte tussen de lijnopstellingen voor recreatievaart. Op basis van nautische analyse is vastgesteld dat de beroepsvaart in de plansituatie ten noorden van de zuidelijke rij windturbines zal navigeren (zie afbeelding 10.2). Afsluiting van beroepsvaart hoeft daarom niet met een verbod hoeft te worden afgedwongen.

Effectbeoordeling na toepassing mitigerende maatregelen

Het toepassen van mitigerende maatregelen leidt niet tot een vermindering van effecten op nautische veiligheid (zie tabel 10.2).

Tabel 10.2 Effectbeoordeling nautische veiligheid na mitigatie

criterium	Effect op VKA vóór mitigatie	Effect op VKA 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	- twee turbines vormen een doorgang van de aangegeven vaarweg, elk op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de vaarweg
afstand tot enkele of rij turbine	- drie enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg	- drie enkele turbines bevinden zich op een afstand van minder dan 100 m van de rand van de aangegeven vaarweg
afstand van rij windturbines	-/0 rij turbines bevindt zich op circa 300 m van de aangegeven vaarweg	-/0 rij turbines bevindt zich op circa 300 m van de aangegeven vaarweg
duidelijkheid situatie	- 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
scheiding kleine en grote schepen	+/0 Er is sprake van een natuurlijke scheiding	+/0 Er is sprake van een natuurlijke scheiding
incident frequentie	-/0 Incident-frequentie kleiner dan 2×10^{-4} per jaar	-/0 Incident-frequentie kleiner dan 2×10^{-4} per jaar

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

11

UITGANGSPUNTEN VOOR VAARWEGMARKERINGSPLAN

Voor de realisatie van het windpark worden verschillende functies toegevoegd aan het projectgebied. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 zijn er twee ontwikkelingen, die gerelateerd of in samenhang met de ontwikkeling van Windplan Blauw, het nodig maken dat het vaarwegmarkeringsplan in dit gebied zal moeten worden herzien. Dit zijn:

- 1 de ontwikkeling van het havengebied Flevokust in samenhang met de ontwikkeling van Windplan Blauw maakt het nodig om de vaarweg Het Molenrak en de toegang van en naar de haven Flevokust van vaarwegmarkering te voorzien. Dit is beschreven in paragraaf 6.1;
- 2 de inrichting van het rustgebied voor de fuut maakt het nodig om een strook van 300 m langs de dijk af te sluiten voor scheepvaart. Dit is beschreven in paragraaf 7.2.

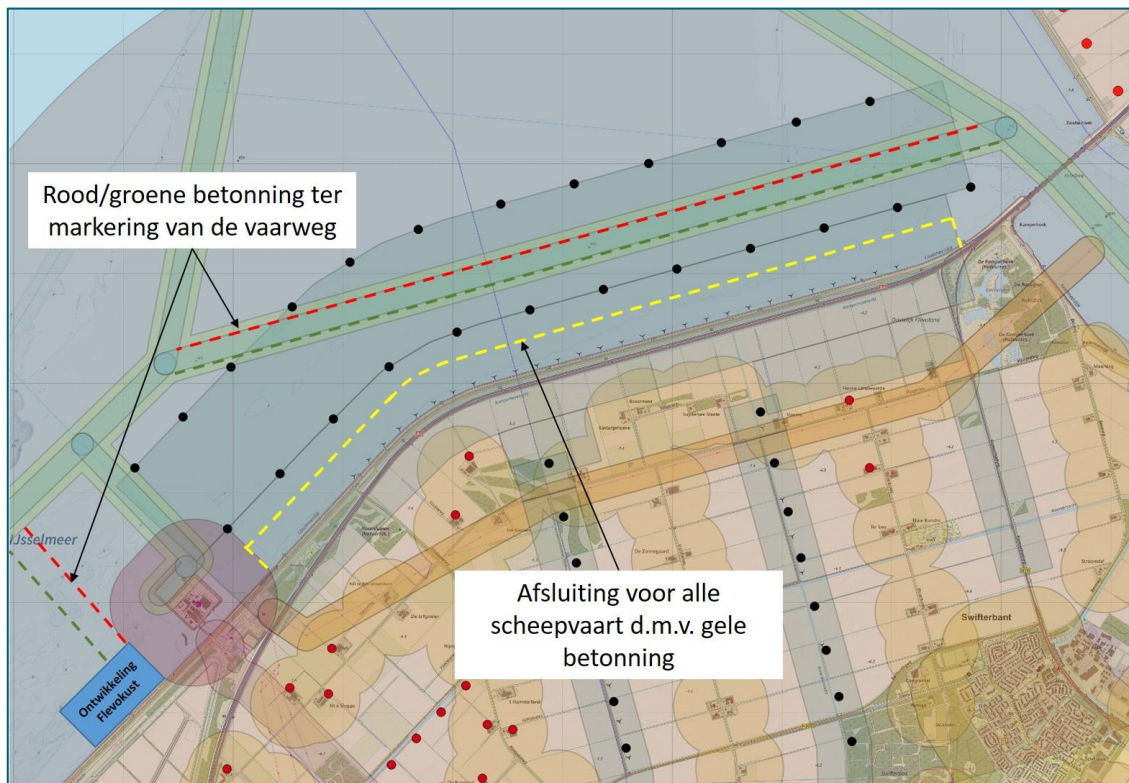
Met de uitwerking in dit hoofdstuk is gekeken of de verschillende markeringen in het gebied leiden tot een overzichtelijke situatie. Windplan Blauw bevindt zich op het moment van schrijven in de planfase. Na de milieueffectrapportage en het inpassingsplan zullen nog meerdere ontwerpvarianten worden gemaakt. De beschrijving in dit hoofdstuk van vaarwegmarkering is daarmee indicatief. Het is aan de initiatiefnemer om in samenwerking met de aannemer en Rijkswaterstaat een markeringsplan nader uit te werken. Een logisch moment is om voor de start van de aanleg een goedgekeurd markeringsplan te hebben.

In afbeelding 11.1 worden de markeringen weergegeven. Deze bestaan uit de volgende onderdelen:

1. laterale markering van de vaarweg Het Molenrak, bestaande uit groene en rode betonning;
2. laterale markering van de nieuw te bepalen vaarweg(en) van en naar de Haven Flevokust, bestaande uit groene en rode betonning;
3. bijzondere markering ter afsluiting van een strook van 300 m breed langs de dijk, voor alle scheepvaart. Deze bestaande uit gele betonning, eventueel aangevuld met verkeerstekens A1 (toegangsverbod). Zie afbeelding 11.2 als voorbeeld.

Alle markeringen zijn in overeenstemming met de Richtlijnen Scheepvaarttekens [ref. 4]. In afbeelding 11.2 zijn voorbeelden weergegeven van gele betonning, met en zonder verkeerstekens A1.

Afbeelding 11.1 Introductie markering van de vaarweg en van het rustgebied voor de Fuut



Afbeelding 11.2 Voorbeelden van 'bijzondere markering', zonder en met verkeerstekken A1 (toegangsverbod)

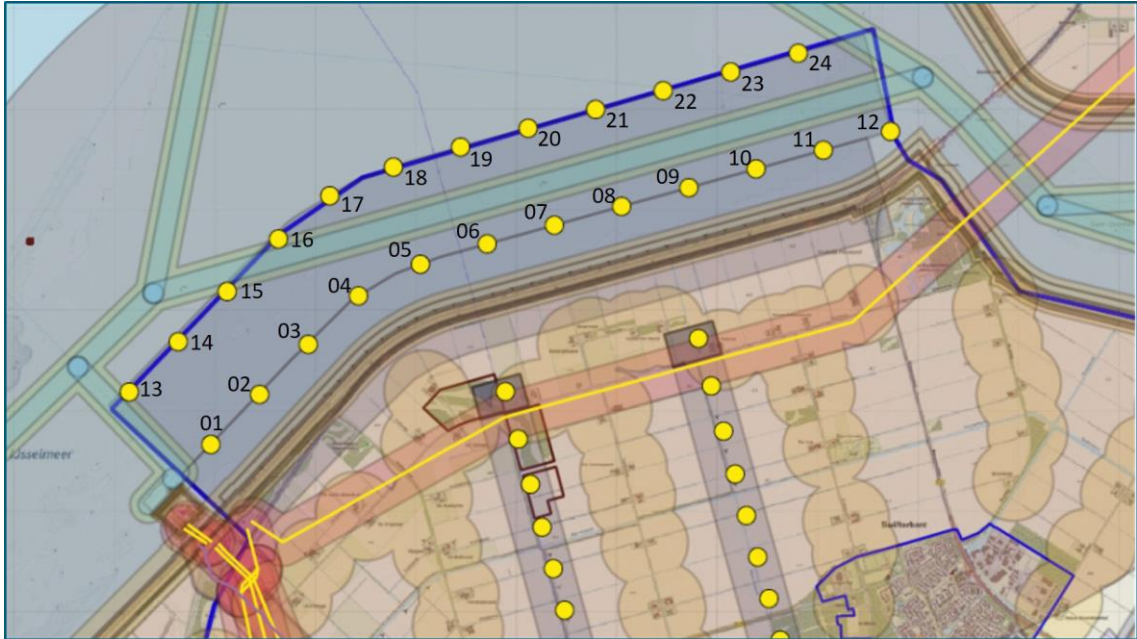


REFERENTIES

- 1 Witteveen+Bos, MER-rapportage, Deelrapport Veiligheid, UT615-46/18.002.719, 22 februari 2018.
- 2 Marin, Aanvaar- en aandrijffrequenties windpark Blauw, 30475-1-MSCN-rev.2, 24 januari 2017.
- 3 Witteveen+Bos, Verlichtingsplan, UT615-46/18-002.596 d.d. 22 februari 2018.
- 4 Rijkswaterstaat, Richtlijnen Scheepvaarttekens (RST 2008), ISBN 978-90-369-3638-5, december 2008.
- 5 Binnenvaartpolitiereglement, okt. 1983.
- 6 Rijkswaterstaat, Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer, RIZA rapport 2005.014, ISBN 9036957036.
- 7 Milieueffectrapport voor ontwikkeling Flevokust, Oranjewoud, 22 november 2013.
- 8 1995, ecologische draagkracht IJsselmeer en markermeer in relatie watersport.
- 9 1977, onderzoek spreiding recreatievaart.
- 10 Monitoring Nautische Veiligheid 2013, Binnenwateren Deel 1: beleidsrelevante rapportage, RWS Water, 2013.
- 11 Monitoring Nautische Veiligheid 2013, Binnenwateren Deel 2: ondersteunend cijfermateriaal, RWS Water, 2013.
- 12 TNO (18 juli 2016). R10617. Effecten van windturbines op binnenvaartscheepsradars. Een voorstel tot een nieuwe nationale regelgeving.
- 13 Radio Holland (14 december 2012). Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee.

Bijlage(n)

BIJLAGE: TURBINENUMMERING - TURBINES IN HET VKA





VERLICHTINGSPLAN



Windplan Blauw

Verlichtingsplan

SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development

4 mei 2018

Project Windplan Blauw
Opdrachtgever SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development

Document Verlichtingsplan
Status Definitief 03
Datum 4 mei 2018
Referentie UT615-46/18-006.721

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

Auteur(s) J.A. Zoete MSc, ir. J.H. Scholten, mw. T.M.F. Pessanha MSc
Gecontroleerd door K.A. Haans MSc, A.T.W. van Breukelen MSc
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 veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos 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	3
2.1	Markering van windturbines	3
2.2	Obstakelverlichting op windturbines en in windparken	3
2.3	Daglichtperiode	5
2.4	Schemer- en nachtlichtperiode	6
2.5	Regeling lichtintensiteit	7
2.6	Samenvatting uitvoeringsopties	8
2.7	Overige bepalingen	8
3	UITVOERING IN RELATIE TOT SCHEEPVAARTVEILIGHEID	10
3.1	Additionele overwegingen	11
4	VERKENNING MAATREGELEN TOT VERMINDERING LICHTHINDER	12
4.1	Inleiding	12
4.2	Vast brandende of flitsende obstakelverlichting	12
4.3	Het gebruik van omgekeerde led-platen in het werkplatform	12
4.4	Lagere lichtintensiteit	13
4.5	Afscherming van turbineverlichting	13
4.6	Detectiesystemen	15
5	DEFINITIES	17
6	LITERATUUR	18
	Laatste pagina	18

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I	Turbinecoördinaten voorkeursalternatief opstelling	2
---	--	---

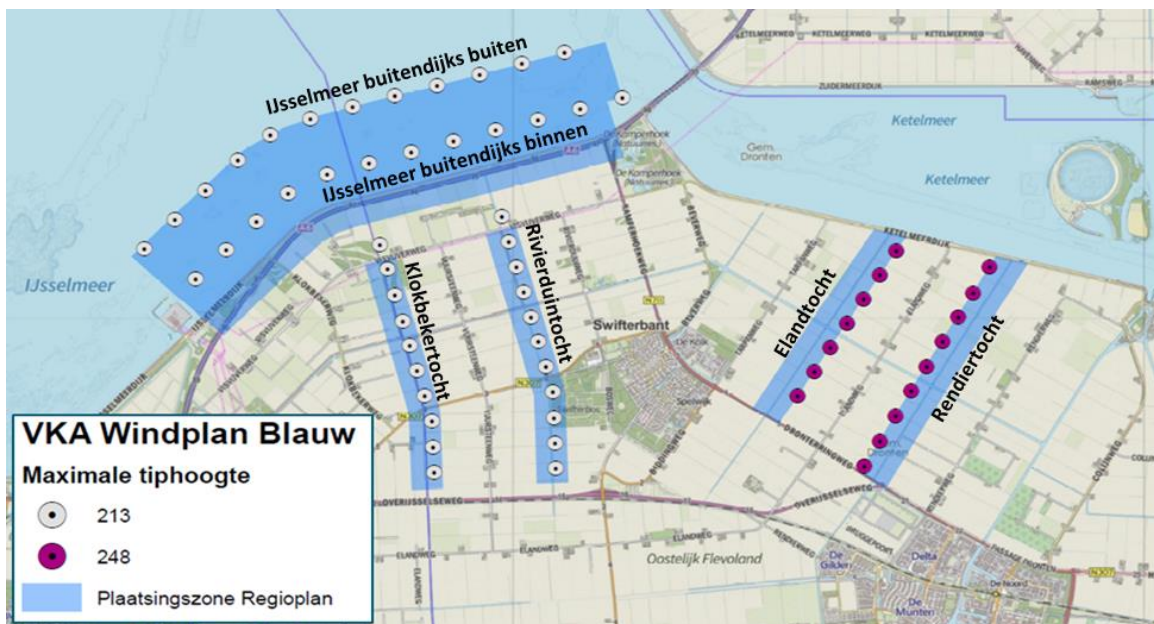
1

AANLEIDING

Dit verlichtingsplan gaat over een windpark in het gebied rondom Swifterbant in Flevoland: Windplan Blauw. Momenteel staan daar 74 windturbines die op korte of langere termijn aan vervanging toe zijn. Doelstelling van het plan is dat alle 74 windturbines in het projectgebied worden vervangen door 61 moderne, grotere windturbines. Met de vervanging van de windturbines kan meer energie worden geproduceerd en kunnen de windturbines beter worden ingepast in het landschap. Voor dit project hebben SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development een samenwerkingsovereenkomst gesloten. Het plan heet Windplan Blauw.

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 m, zie ook afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 Turbineposities van het voorkeursalternatief



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 luchtvaartveerksveiligheid en richtlijnen in het kader van de scheepsvaartveerksveiligheid.

Dit verlichtingsplan is opgesteld in overeenstemming met het door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat uitgegeven 'Informatieblad aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland - in relatie tot luchtvaartveiligheid' (hierna: het informatieblad). Gebruikt is de definitieve versie

(Versie 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 windparken².

In onderstaande rapport (H2 luchtvaartveiligheid en H3 scheepvaartveiligheid) is opgenomen op welke wijze de obstakelverlichting van de diverse voorgestelde varianten binnen Windplan Blauw uitgevoerd zou kunnen worden. In H4 is de verkenning van de maatregelen tot vermindering van de verlichting weergegeven.

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 Lelystad¹ worden deze hindernisbeperkende gebieden in detail beschreven. Hieruit blijkt een hoogtebeperking van 146,3 m, 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 m 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. Het is nog onbekend welke kleurstelling wordt toegepast, voorafgaand aan de installatie van het windpark zal aangetoond worden dat deze voldoet aan artikel 4 lid 1 van het informatieblad.

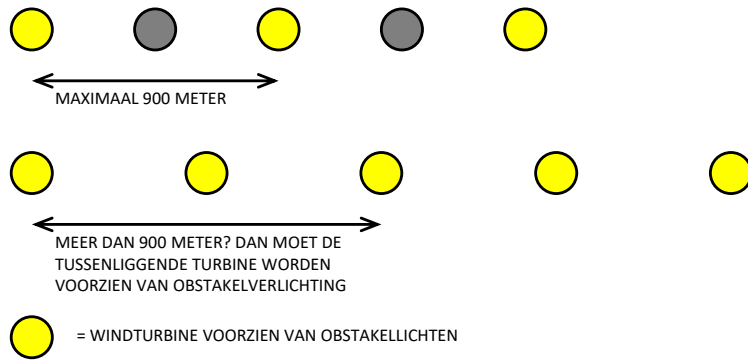
2.2 Obstakelverlichting op windturbines en in windparken

Een 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 m uit elkaar mogen staan, tenzij de onderlinge afstand tussen 2 aansluitende turbines meer dan 900 m 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 2.1 samengevat. Uit de tabel blijkt dat voor alle lijnopstellingen in het deelgebied IJsselmeer en Oost de onderlinge afstand van drie opeenvolgende turbines altijd groter is dan 900 m. Om te kunnen voldoen aan de bepaling dat windturbines voorzien van obstakellichten maximaal 900 m uit elkaar mogen staan, moeten alle turbines in deze deelgebieden worden voorzien van obstakelverlichting.

Uit de tabel blijkt verder, dat binnen de lijnopstellingen in het deelgebied West (Rivierduintocht en Klokbekeertocht) het toegestaan is om niet alle molens te voorzien van obstakelverlichting, en om enkele turbines om en om van obstakelverlichting te voorzien. Binnen de plaatsingszone Rivierduintocht bedraagt de onderlinge afstand tussen turbines RD09 en RD11 956 m en moet turbine RD10 dus ook van obstakelverlichting worden voorzien. Bij de Klokbekeertocht blijkt dat de onderlinge afstand tussen de windturbines aangeduid als VT07 en VT09 en de turbines VT08 en VT10 respectievelijk 908 m en 955 m bedraagt. Daarom moeten de opeenvolgende turbines VT07, VT08, VT09 en VT10 van obstakelverlichting worden voorzien.

Tabel 2.1 Onderlinge tussenafstanden van turbines in de lijnopstellingen

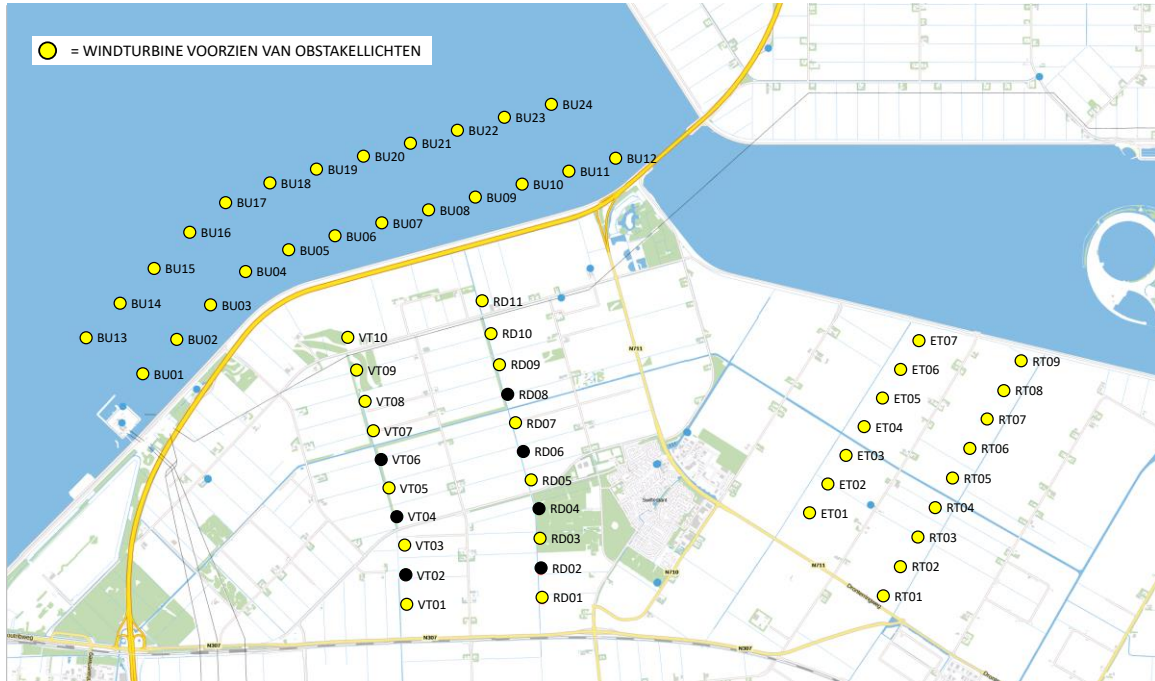
Deelgebied	Plaatsingszone	Minimale en maximale afstand tussen naast elkaar gelegen turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	668 – 730 m
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	692 – 695 m
west	rivierduintocht	428 – 490 m
	klokbekeertocht	428 – 490 m
oost	elandtocht	490 – 490 m
	rendiertocht	474 – 498 m

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

Indien er voor de schemer- en nachlichtperiode gebruik wordt gemaakt van rood flitsende obstakelverlichting, gelden de weergegeven obstakelverlichtingsplannen in afbeeldingen 2.2 voor zowel de daglichtperiode, als ook en de schemer- en nachlichtperiode. Omdat in de beleving 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 nachperiode.

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.

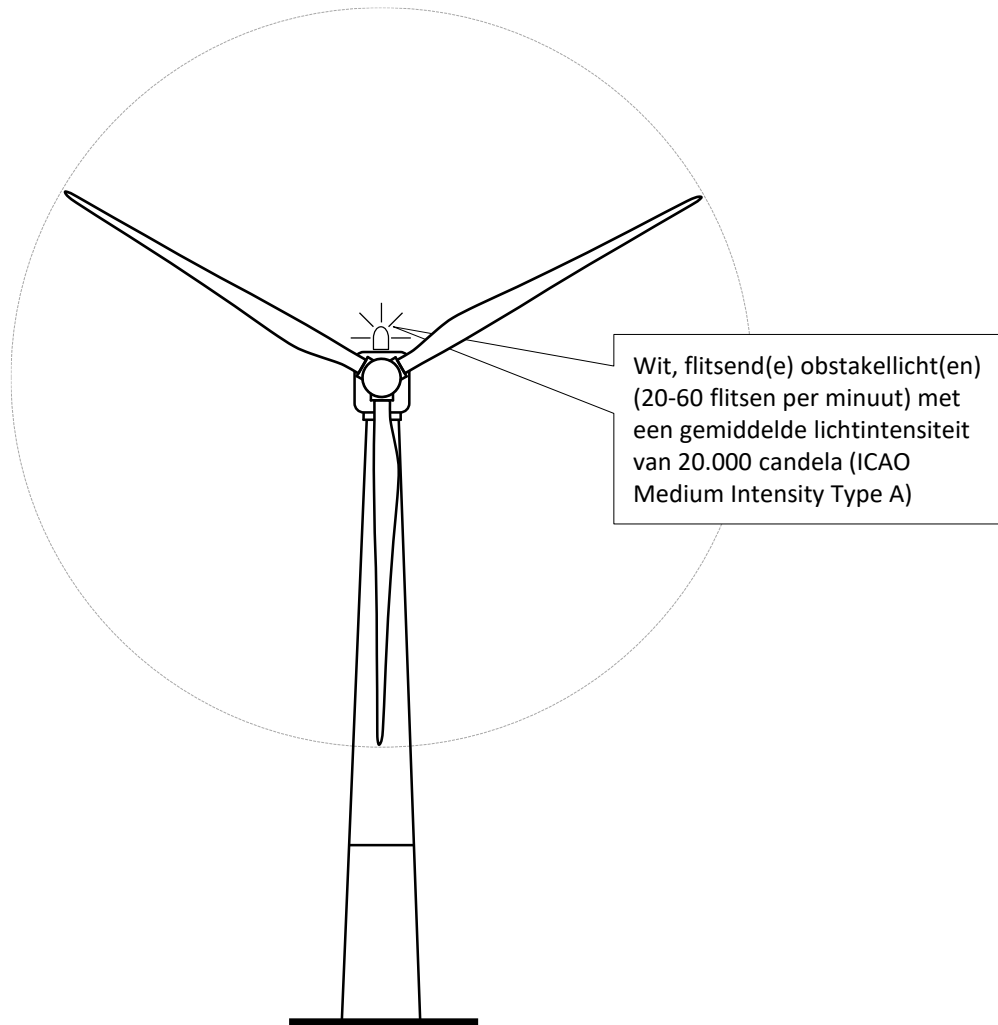
Afbeelding 2.2 Windturbines voorzien van obstakellichten in het voorkeursalternatief (VKA)



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/m².

Afbeelding 2.3 Verlichting daglicht periode



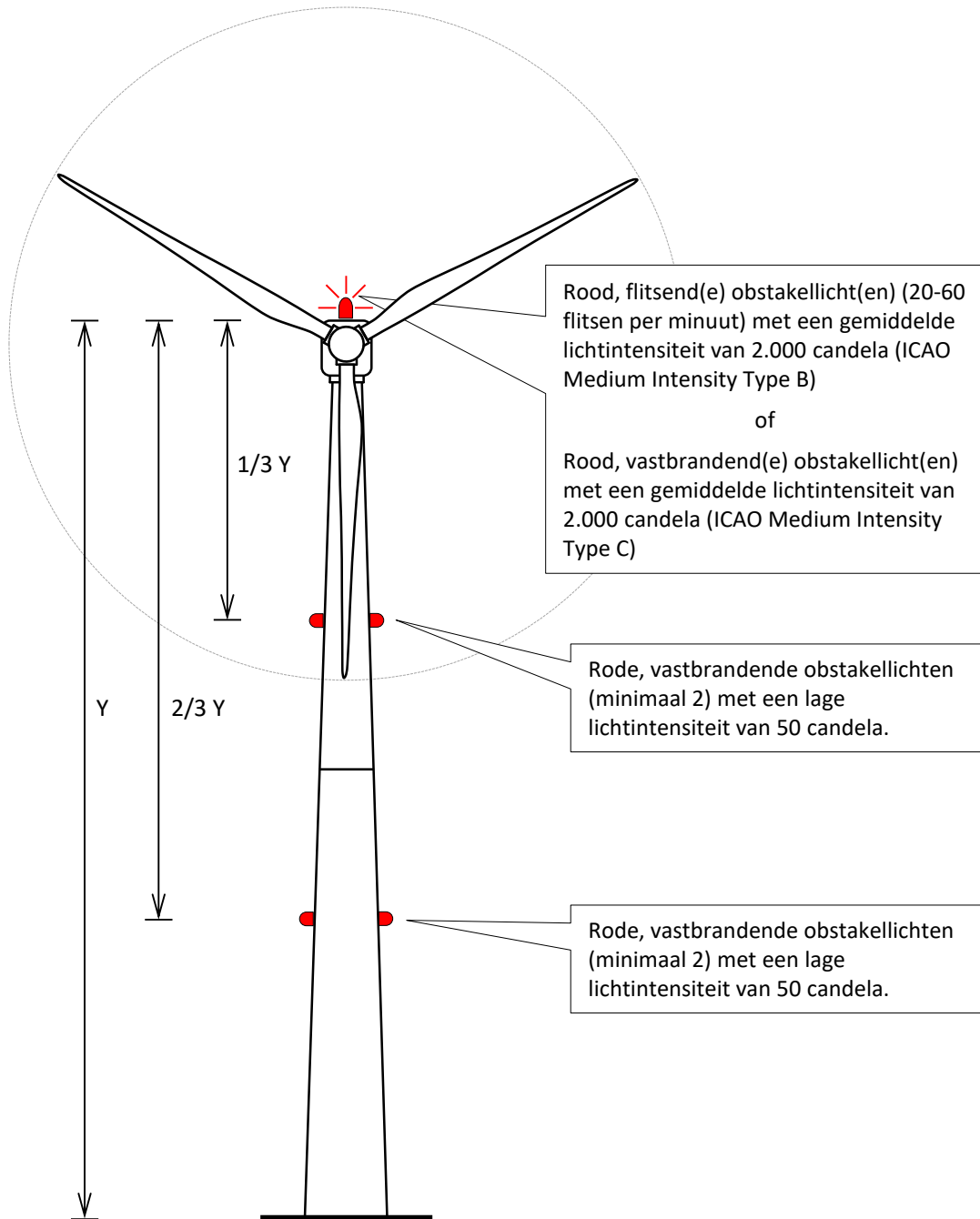
2.4 Schemer- en nachtlichtperiode

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 m, 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 km 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/m²;

- schemerlichtperiode is het deel van een etmaal met omgevingslichtsterkte tussen 50 en 500 cd/m².

Het is nog onbekend hoe invulling gegeven wordt aan artikel 7 van het informatieblad. Voorafgaand aan de installatie van het windpark zal aangetoond worden dat deze voldoet.

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 obstakellichten	Uitvoering obstakellichten	
			Optie 1	Optie 2
klokbekertocht	dag	gondel	turbines VT01, VT03, VT05, VT07, VT08, VT09, VT10 flitsend wit	
	schemer- en nacht	gondel	turbines VT01, VT03, VT05, VT07, VT08, VT09, VT10 flitsend rood	alle turbines vastbrandend rood
		mast	alle turbines vastbrandend rood	
rivierduintocht	dag	gondel	turbines RD01, RD03, RD05, RD07, RD09, RD10, RD11 flitsend wit	
	schemer- en nacht	gondel	turbines RD01, RD03, RD05, RD07, RD09, RD10, RD11 flitsend rood	alle turbines vastbrandend rood
		mast	alle turbines vastbrandend rood	

2.7 Overige bepalingen

Voor de mogelijke beleving van omwonenden, is het verplicht om in het geval van knipperende obstakelverlichting deze voor het gehele windpark te synchroniseren (artikel 6, lid 5, informatieblad).

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.

Het is nog onbekend hoe de obstakelverlichting er komt uit te zien, Voorafgaand aan de installatie van het windpark zal aangetoond worden dat aan bovenstaande specificaties wordt voldaan.

Voorafgaand aan het nemen van de finale investeringsbeslissing kunnen de initiatiefnemers in overleg gaan met het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 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:

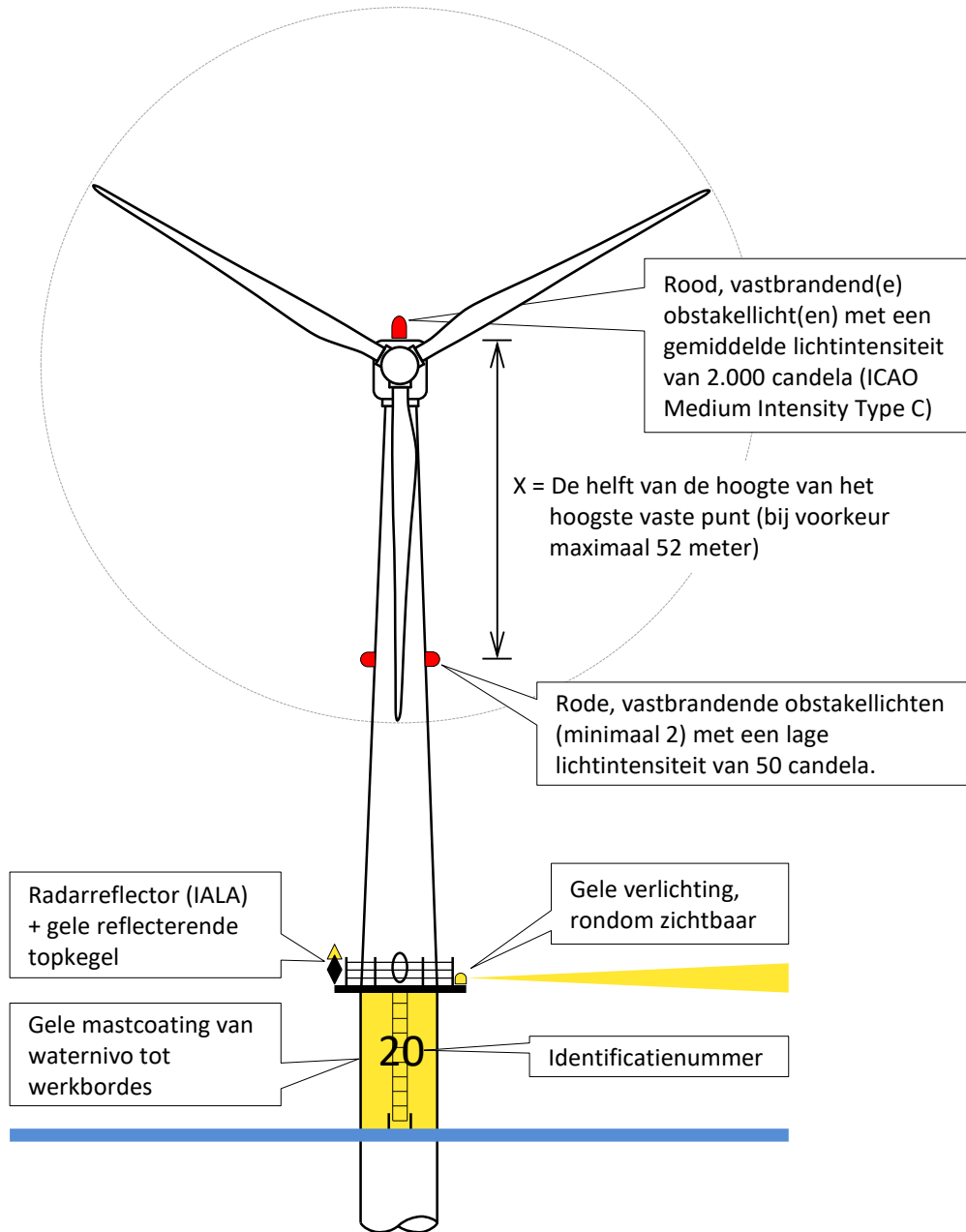
- het zoveel mogelijk toepassen van één type verlichting, ten aanzien van kleur en/of vaste/knipperende uitvoering;
- waar mogelijk een overdaad aan (verschillende) verlichting ('kerstboomeffect') minimaliseren.

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:
 - geel gemarkeerde turbinevoeten (zoals op zee gebruikelijk);
 - 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 area's' bij incidenten);
- e identificatienummer op iedere turbinevoet (voor eenvoudige locatiebepaling 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.

4

VERKENNING MAATREGELEN TOT VERMINDERING LICHTHINDER

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk verkent de maatregelen tot het verminderen van licht hinder door obstakelverlichting. De volgende maatregelen worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht;

- vast brandende of flitsende obstakelverlichting;
- het gebruik van omgekeerde led-platen in de werkplatform;
- een lagere lichtintensiteit toepassen;
- verlichting afschermen;
- detectiesystemen.

4.2 Vast brandende of flitsende obstakelverlichting

De uitvoeringsopties voor obstakelverlichting zijn in tabel 2.2 aangegeven. Er zijn twee opties om obstakelverlichting tijdens de schemer- en nachtperiode uit te voeren:

- rood flitsende obstakelverlichting, dan gelden de weergegeven obstakelverlichtingsplannen zowel voor de daglichtperiode, als ook voor de schemer- en nachtluchtperiode, of
- vast brandende rode verlichting, dan dient elke individuele windturbine verlicht te worden in navolging van paragraaf 6.1.2.a van het informatieblad. In dat geval is de verlichtingsplan alleen van toepassing op de daglichtperiode.

Met betrekking tot type verlichting leidt de minimale verlichtingsoptie (flitsende obstakellichten) niet automatisch tot minimale hinder van omwonenden. In het algemeen blijkt dat omwonenden in de schemer- en nachtperiode minder hinder ervaren van vast brandende verlichting dan van knipperende (flitsende) verlichting¹. Dit uitgangspunt is ook verwerkt in de meest recente versie van het informatieblad, waarbij een keuzemogelijkheid is geïntroduceerd om tijdens de schemer- en nachtperiode vast brandende of flitsende obstakelverlichting toe te passen. Voor het verminderen van lichthinder van omwonenden wordt geadviseerd om tijdens de schemer- en nachtperiode vast brandende rode verlichting aan te brengen.

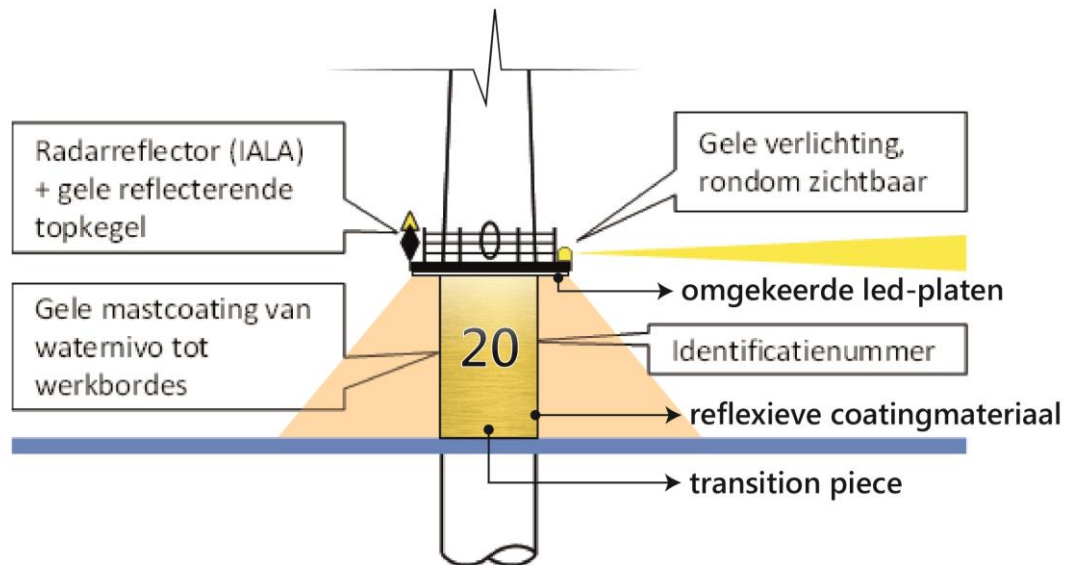
4.3 Het gebruik van omgekeerde led-platen in het werkplatform

Een verlichtingsvoorstel met betrekking tot scheepvaartveiligheid is de verlichting van de ladder en het werkplatform zodat de zichtbaarheid van 'safe area's' bij incidenten toeneemt. Onderdeel hiervan zijn omgekeerde led-platen welke aangebracht worden onder het werkplatform van de transition piece van de windturbines. Door het gebruik van verlichting die naar beneden is gericht, wordt de lichthinder voor vogels verminderd. Daarnaast kan deze verlichting, die zichtbaar is vanaf een schip, het identificatienummer van de turbine oplichten. De intensiteit van een dergelijk licht kan zelfs worden verminderd door middel van

¹ In een aeronautische studie uitgevoerd in 2015 naar windturbineverlichting van het Prinses Alexia windpark in Zeewolde is vastgesteld dat de omwonenden in de schemer- en nacht minder hinder ondervonden van vastbrandende verlichting dan van knipperende (flitsende) verlichting, zie ook <https://www.nuon.com/nieuws/nieuws/2015/onderzoek-windmolenverlichting-prinses-alexia-windpark-afgerond/>.

reflexieve coatingmaterialen in de transition piece. Afbeelding 4.1 illustreert een voorbeeld van de verlichting op het identificatienummer.

Afbeelding 4.1 Licht naar beneden: verlichting op identificatienummer van turbine



4.4 Lagere lichtintensiteit

Het reduceren van de lichtintensiteit, conform het Informatieblad, is toegestaan. Om dit te kunnen doen dient de zichtbaarheid gemonitord te worden (zie paragraaf 2.5), hiervoor dient meetapparatuur aangebracht te worden op de windturbines.

4.5 Afscherming van turbineverlichting

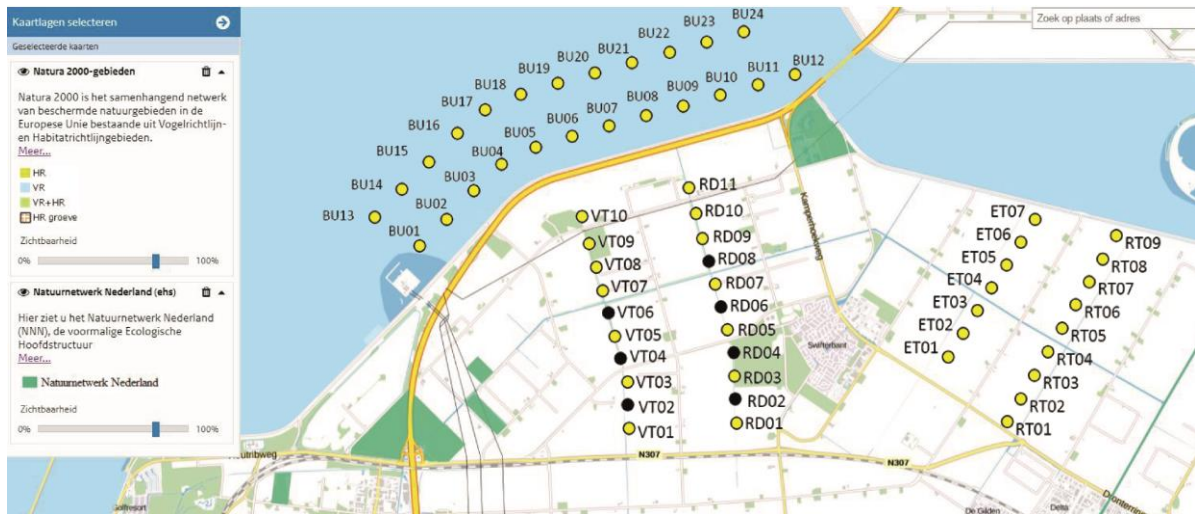
In de nabijheid van het projectgebied bevinden zich onder ander de volgende natuurgebieden en woonkernen:

- Natura 2000 gebied: het IJsselmeer, Natura 2000 Vogelrichtlijngebied;
- Natuurnetwerk Nederland (NNN): in het noorden en zuidoosten van het projectgebied;
- Woonkernen: Swifterbant en Dronten.

Afbeelding 4.1 illustreert de locatie van turbines en de natuurgebieden.

Afbeelding 4.1

Natura 2000 en NNN-gebieden in het projectgebied (Natura 2000 in lichtblauw; NNN in donkergroen; turbines met obstakellichten in gele punten; turbines zonder obstakellichten in zwarte punten¹⁾)



Vanwege de nabijheid van het Natura 2000-gebied (het IJsselmeer), de Natuurnetwerk Nederland gebieden en woongebieden is er een mogelijk verlichtingseffect van de turbines op landschap en ecologie. Het afschermen van de turbineverlichting voor de luchtvaartveiligheid is technisch goed mogelijk en de verspreiding van het licht onder het horizontale vlak mag worden beperkt om hinder op de grond te voorkomen, volgens het informatieblad bepaling 6. *Locatie en type obstakellichten*, lid 3² en nader gespecificeerd in Bijlage VII van het informatieblad - *Type obstakellichten*. Indirect licht van de lampen, zoals via reflectie op de rotorbladen is echter niet te voorkomen.

De tabel in bijlage VII van het informatieblad is gebaseerd op de internationale voorschriften opgesteld door ICAO. Hierin is gedefinieerd onder welke hoeken, zowel verticaal als horizontaal, een bepaald type obstakellicht licht moet uitstralen. Omdat deze voorwaarden in een aantal gevallen ook bepalen dat het licht tot enkele graden onder het horizontale vlak zichtbaar moet zijn, zullen obstakellichten niet in alle gevallen onder het horizontale vlak afgeschermd kunnen worden.

Uit het informatieblad blijkt dat afscherming onder het horizontale vlak weinig effect zal hebben op het waarnemen van obstakellichten op een grote afstand. Voor omwonenden dicht in de buurt van turbines is de afscherming van de verlichting wellicht wel van belang.

Met inachtneming van de bepalingen in bijlage VII van het informatieblad zijn de afstanden bepaald waarbinnen het obstakellicht volgens de voorgeschreven intensiteit nog moet kunnen worden waargenomen, zie tabel 4.1. Hieruit volgt dat topverlichting, aangebracht op 120m (ashoogte), zodanig

¹ Het is nog onbekend hoe de obstakelverlichting wordt vormgegeven. Er zijn twee opties om obstakelverlichting tijdens de schemer- en nachtperiode uit te voeren, zie ook afbeelding 2.4:

- a rood flitsende obstakel-verlichting, dan gelden de weergegeven obstakelverlichtingsplannen in afbeelding 4.1 (zie verlichtingsplan) voor zowel de daglichtperiode, als ook en de schemer- en nachtluchtperiode, of
- b vast brandende rode verlichting, dan dient elke individuele windturbine verlicht te worden, in navolging van paragraaf 6.1.2.a van het informatieblad. In dat geval zijn de verlichtingsplannen zoals weergegeven in de afbeeldingen 4.1 alleen van toepassing op de daglichtperiode.

² De verspreiding van het licht onder het horizontale vlak mag worden beperkt om hinder op de grond te voorkomen, met inachtneming van de randvoorwaarden in de tabel in bijlage VII van de informatieblad. Deze voorwaarde geeft aan dat afscherming van obstakellichten onder het horizontale vlak wordt toegestaan, mits de voorwaarden in de tabel in bijlage VII worden gerespecteerd. De praktijk wijst uit dat afscherming onder het horizontale vlak weinig effect heeft op het waarnemen van het obstakellicht op lange afstand. Om de beleving van lichthinder te minimaliseren worden in het informatieblad daarom ook andere mogelijkheden geboden waaronder het toepassen van regeling van de lichtintensiteit en het toepassen van vastbrandende obstakellichten buiten de daglichtperiode.

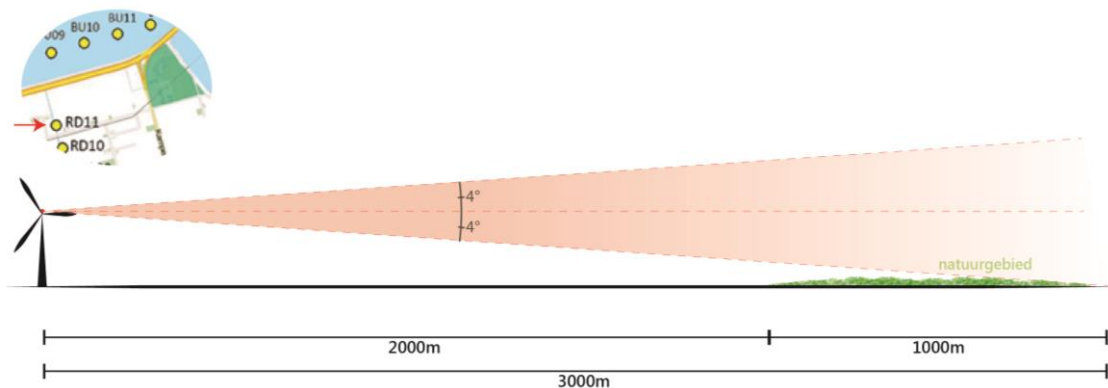
horizontaal afgeschermd mag worden dat op een afstand van 6.875 m van de turbine het obstakellicht met een intensiteit van tenminste 50 % van de maximum voorgeschreven intensiteit wordt waargenomen. Voor obstakelverlichting aangebracht op 160 m hoogte mag horizontale afscherming worden aangebracht zodanig dat deze op een afstand van 9.510 m van de turbine nog een intensiteit heeft van tenminste 50 % van de maximum voorgeschreven intensiteit.

Tabel 4.1 Hoogte obstakellichten en bijbehorende zichtafstanden bij horizontale afscherming van obstakellichten van gemiddelde intensiteit: type A wit, type B rood & type C rood

Hoogte topverlichting boven maaiveld [m]	Elevatiehoek 0°	Elevatiehoek -1°	Elevatiehoek ≤ -10°
ashoogte 120 m	∞	6.875 m	0 - 681 m
ashoogte 166 m	∞	9.510 m	0 - 941 m
intensiteit ter hoogte van gegeven elevatie hoeken	100 %	50 %-75 %	≤ 3 %

De maximale elevatiehoek voor het verminderen van lichthinder is -10 °. Binnen deze limiethoek kan de hinder op natuurgebieden door obstakellichten van windturbines afnemen. Afbeelding 4.2 illustreert het geval van turbine RD11 (tiphoogte 213 m). Volgens de afstand tot het NNN gebied en de uitbreiding van dit gebied, is een elevatiehoek van -4 ° voldoende om het obstakellicht het NNN gebied te laten bereiken. Om lichthinder op het gebied te minimaliseren dient er in dit rekenvoorbeeld een afscherming onder een elevatiehoek van minimaal -5° aangebracht te worden.

Afbeelding 4.2 Voorbeeld van het gebruik van elevatiehoek om licht op natuurgebieden inzichtelijk te maken



In het IJsselmeer is deze maatregel voor turbines niet mogelijk vanwege de eisen voor de scheepvaartveiligheid (identieke verlichting/markering van iedere individuele turbine en het minimaliseren van het kerstboomeffect).

4.6 Detectiesystemen

Met behulp van een (radar)detectiesysteem kunnen lampen automatisch aangezet worden wanneer een vliegtuig of helikopter in de buurt komt van het windpark. Deze technologie kan de hinder van obstakelverlichting voor omwonenden en natuurgebieden verminderen en verlengt de levensduur van de verlichting. Er zijn verschillende aanbieders van dergelijke Aircraft Detection Lighting Systems (ADLS of

ADS)^{1,2,3} en de luchtvaartautoriteiten in de Verenigde Staten⁴ en Canada⁵ stellen specifieke eisen aan deze systemen. Op basis van studies uitgevoerd door het National Renewable Energy Laboratory (NREL) in de Verenigde Staten⁶ en bij het Braderup windpark in Braderup, Duitsland⁷, is aangetoond dat ADLS systemen goed zouden kunnen werken. Aanvullend onderzoek wordt aanbevolen om de haalbaarheid van deze toepassing in Nederland te bepalen.

¹ www.lauferwind.com

² <https://www.vestas.com/en/campaignsites/intelilight/home#!>

³ <http://detect-inc.cn/adls.html>

⁴ https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_70_7460-1L_.pdf

⁵ Canadian Aviation Regulations (CARs) 2017-2, Standard 621 - Obstruction Marking and Lighting, <https://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/regserv/cars/part6-standard-standard621-3868.htm>

⁶ <http://www.airporttech.tc.faa.gov/Download/Airport-Safety-Papers-Publications-Detail/dt/Detail/ItemID/580/Performance-Assessment-of-the-Vestas-InteliLight%E2%84%A2-System-as-an-Aircraft-Detection-Lighting-System>

⁷ <http://www.airporttech.tc.faa.gov/Download/Airport-Safety-Papers-Publications-Detail/dt/Detail/ItemID/563/PERFORMANCE-ASSESSMENT-OF-THE-LAUFER-WIND-AIRCRAFT-DETECTION-SYSTEM-AS-AN-AIRCRAFT-DETECTION-LIGHTIN>

5

DEFINITIONS

- 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/.
- NSVV = Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde.

6

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.
- Atlasleefomgeving (online). Beschikbaar op: <http://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten;jsessionid=5BA138F924E660C364351B3D32CF5832>.
- Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde - NSVV (2014). Richtlijn Lichthinder: Commissie Lichthinder.

Bijlage(n)



BIJLAGE: TURBINECOÖRDINATEN VOORKEURSALTERNATIEF OPSTELLING

Plaatsingszone	ID	RDx	RDy	Tiphoogte (m)
IJsselmeer buitendijks binnenzijde	BU01	164953,4	510670,1	213
	BU02	165438,3	511168,0	213
	BU03	165923,2	511665,9	213
	BU04	166423,1	512149,2	213
	BU05	167039,9	512463,6	213
	BU06	167705,0	512666,0	213
	BU07	168374,5	512852,5	213
	BU08	169044,0	513039,0	213
	BU09	169713,5	513225,5	213
	BU10	170383,0	513412,0	213
	BU11	171052,5	513598,5	213
	BU12	171722,0	513785,0	213
IJsselmeer buitendijks buitenzijde	BU13	164140,3	511192,9	213
	BU14	164627,9	511692,4	213
	BU15	165115,4	512191,9	213
	BU16	165625,8	512715,2	213
	BU17	166137,5	513145,0	213
	BU18	166771,3	513430,6	213
	BU19	167440,3	513630,1	213
	BU20	168112,8	513816,9	213
	BU21	168785,4	514003,7	213
	BU22	169457,9	514190,4	213
	BU23	170130,5	514377,2	213
	BU24	170803,0	514564,0	213
Elandtocht	ET01	174498,1	508663,4	248
	ET02	174759,1	509077,8	248
	ET03	175020,1	509492,1	248
	ET04	175281,1	509906,4	248
	ET05	175542,1	510320,8	248
	ET06	175803,1	510735,1	248
	ET07	176064,1	511149,4	248
Rivierduintocht	RD01	170668,1	507439,4	213
	RD02	170653,3	507867,1	213
	RD03	170638,4	508295,1	213
	RD04	170623,6	508723,5	213
	RD05	170511,4	509136,9	213
	RD06	170399,3	509550,1	213
	RD07	170287,3	509963,1	213
	RD08	170175,2	510376,2	213
	RD09	170059,4	510803,0	213
	RD10	169937,5	511252,2	213
	RD11	169809,2	511725,1	213

Rendiertocht	RT01	175553,7	507463,0	248
	RT02	175800,1	507884,7	248
	RT03	176048,2	508311,4	248
	RT04	176296,4	508738,1	248
	RT05	176544,5	509164,8	248
	RT06	176792,6	509591,5	248
	RT07	177040,7	510018,2	248
	RT08	177278,9	510427,9	248
	RT09	177528,7	510858,1	248
Klokbeertocht	VT01	168731,7	507339,6	213
	VT02	168715,9	507767,3	213
	VT03	168700,1	508195,1	213
	VT04	168588,1	508608,2	213
	VT05	168476,0	509021,3	213
	VT06	168364,0	509434,4	213
	VT07	168251,9	509847,5	213
	VT08	168136,2	510274,3	213
	VT09	168014,3	510723,5	213
	VT10	167886,0	511196,5	213



BIJLAGE: KWANTITATIEF ONDERZOEK SCHEEPVAARTVEILIGHEID

Challenging wind and waves

Linking hydrodynamic research to the maritime industry

Aanvaar- en aandrijffrequenties windpark Blauw

Eindrapport

Rapport Nr. : 30475-1-MSCN-rev.2

Datum : 24 januari 2018

Paraaf Management:



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	
2	Eind	24 januari 2018	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	7
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.....	15
5.1 AIS-analyse.....	15
5.2 BIVAS gegevens.....	17
5.3 Routes door het park	18
6 ANALYSE VAN DE RISICO'S	20
6.1 Aanvaar/aandrijfkansen beroepsvaart: SAMSON	20
6.2 Aanvaarkansen recreatievaart.....	23
6.2.1 Aanvaren/aandrijven turbine	23
6.2.2 Gevolgen aanvaring/aandrijving.....	23
6.2.3 Schatten van het aandrijffrequentie voor de recreatievaart	23
6.2.4 Gebruik windturbines in geval van ongeval.....	25
6.3 Verkeerssituatie	26
6.4 Voorkeursalternatie VKA.....	27
7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	28
7.1 Conclusies/samenvatting	28
7.2 Aanvulling voor voorkeursalternatief VKA	28
7.3 Aanbevelingen	29
REFERENTIES	30
BIJLAGE A: Aantallen BIVAS	31
BIJLAGE B: MEMO MARIN	36

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

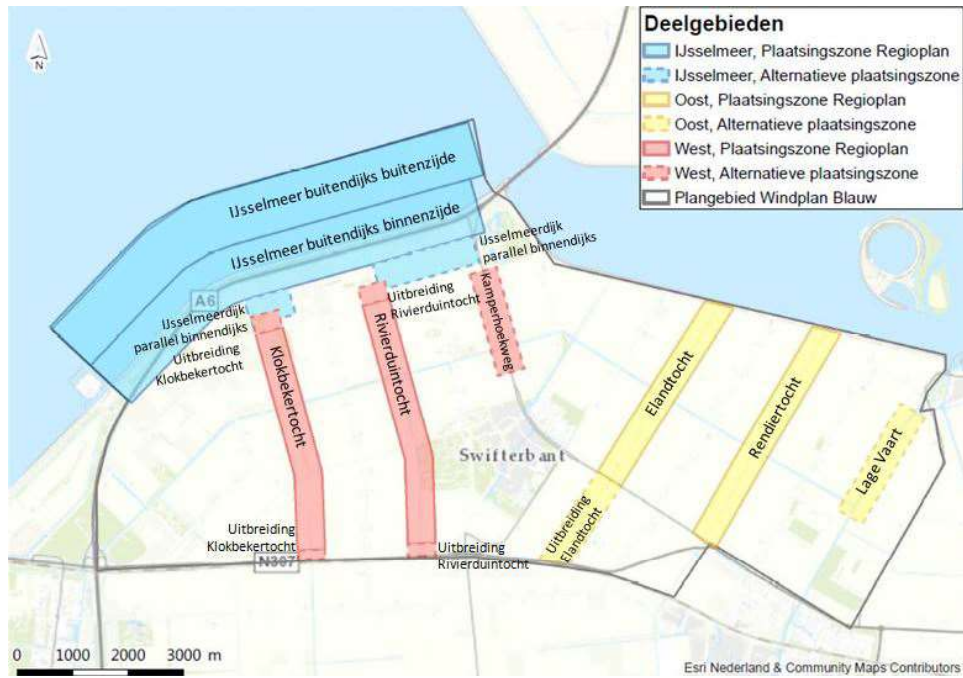
AIS	: Automatic Identification System
MARIN	: Maritime Research Institute Netherlands
MMSI	: Maritime Mobile Service Identity
SAMSON	: Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea
VKA	: VoorKeursAlternatief

Opmerking bij eindversie (v2) van de rapportage

Op 7 januari is er een nieuwe inrichtingsvariant vastgesteld VKA. Deze variant wijkt slechts op een aantal plekken af van de IC variant, voor de turbines in het water. Er is er voor gekozen voor deze nieuwe variant niet de detail berekeningen uit te voeren. In de rapportage worden dus alleen de resultaten voor de IR en IC variant weergegeven. Wel is een extra paragraaf opgenomen waarin de verschillen en effecten van VKA besproken worden (hoofdstuk 6.4).

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 contactmodel bepaalt eerst het aantal mogelijke gevaarlijke situaties, in dit geval het aantal zogenoemde kritische vaartuigmijlen. Eerst wordt bepaald op welk gedeelte van de scheepvaartroute een schip geen fout mag maken. Omdat op dit kritische deel van de vaartroute een schip het object zal raken als er wel iets “mis” gaat. Hieruit volgt dus het aantal kritische mijlen (kilometers) van een vaartroute. Vervolgens wordt dit vermenigvuldigd met het aantal schepen dat voorbij komt per jaar, zodat uiteindelijk het aantal kritische vaartuigmijlen bepaald is. Bij het bepalen van de kritische mijlen van een vaartroute wordt rekening gehouden met de afstand tot het object en de afmetingen van het schip. Er wordt geen rekening gehouden met het gebruik van een anker, dit kan later worden toegevoegd als aanvullende maatregel.

Dit aantal kritische vaartuigmijlen (of km) wordt vervolgens vermenigvuldigd met de kans dat het daadwerkelijk mis gaat. Deze kans is gebaseerd op ongevalstatistiek (zie 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 vaartroute en de objecten relatief klein is. Hierdoor zal de driftrichting van het schip weinig verschillen van de vaarrichting.

De ongevalskans, hier dus de kans per vaartuigmijl dat er “iets” mis gaat wat leidt tot een aanvaring met de oever/object, bevat in dit geval beide genoemde type oorzaken. Daarbij wordt bij het bepalen van de ongevallen gebruik gemaakt van de totale 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 ongevals-kansen 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 betref. 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

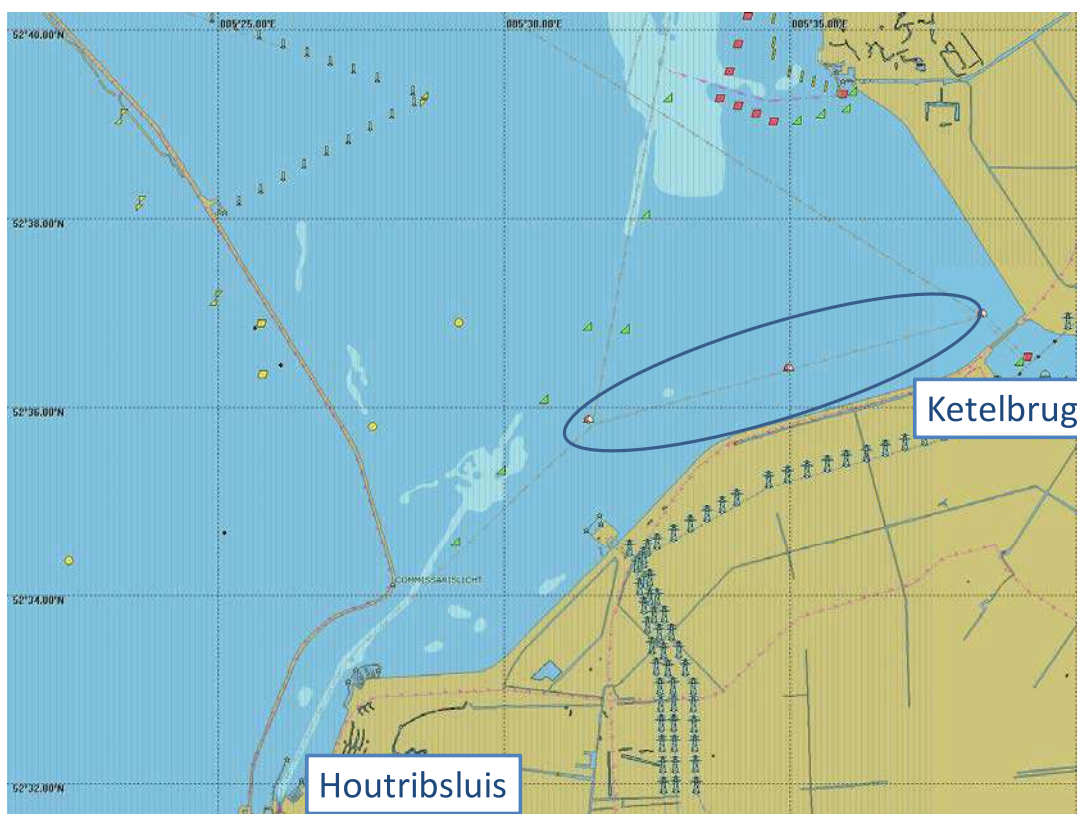
Om de aanvaarfrequenties voor Windpark Blauw te bepalen is geen update uitgevoerd van de ongevalskans. De verwachting is dat zowel in de verkeersintensiteit als in het aantal ongevallen geen significante wijzigingen zijn, dus dat de basis ongevalskans ook niet significant anders zal zijn.

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)



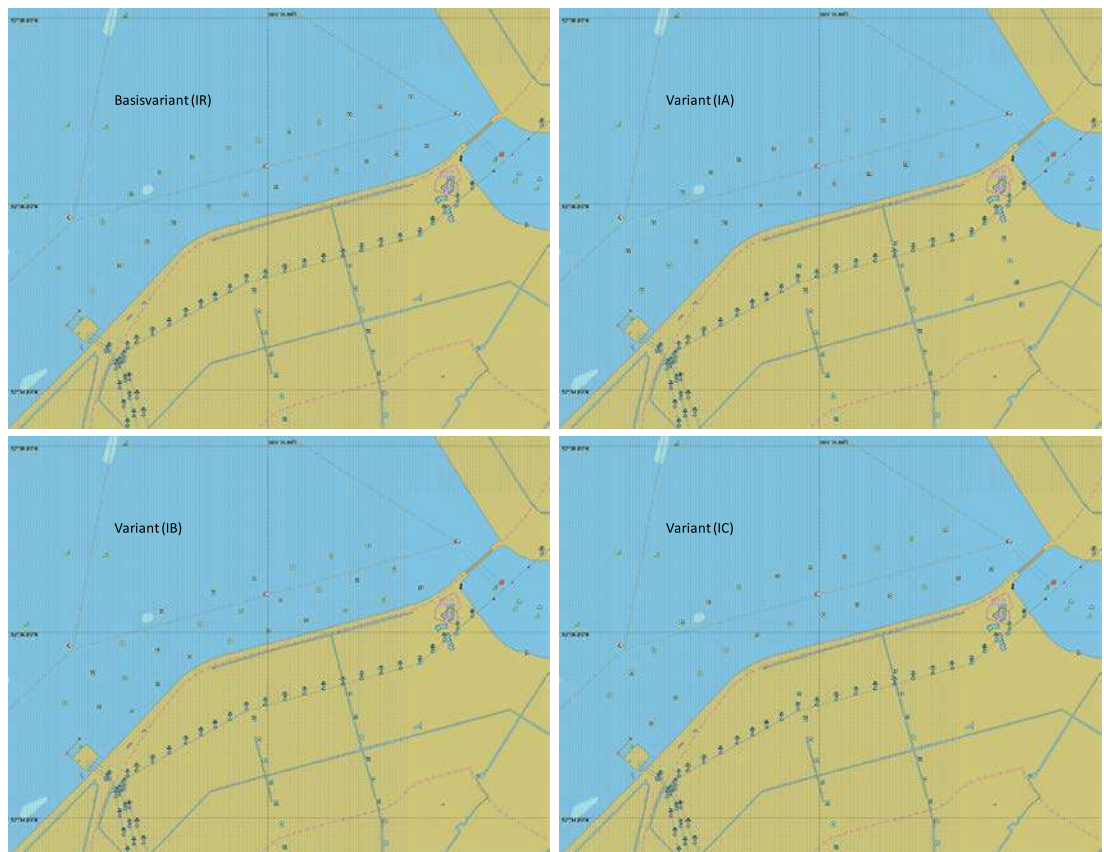
Figuur 4-1 Overzicht huidige situatie op de locatie van WP Blauw

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.

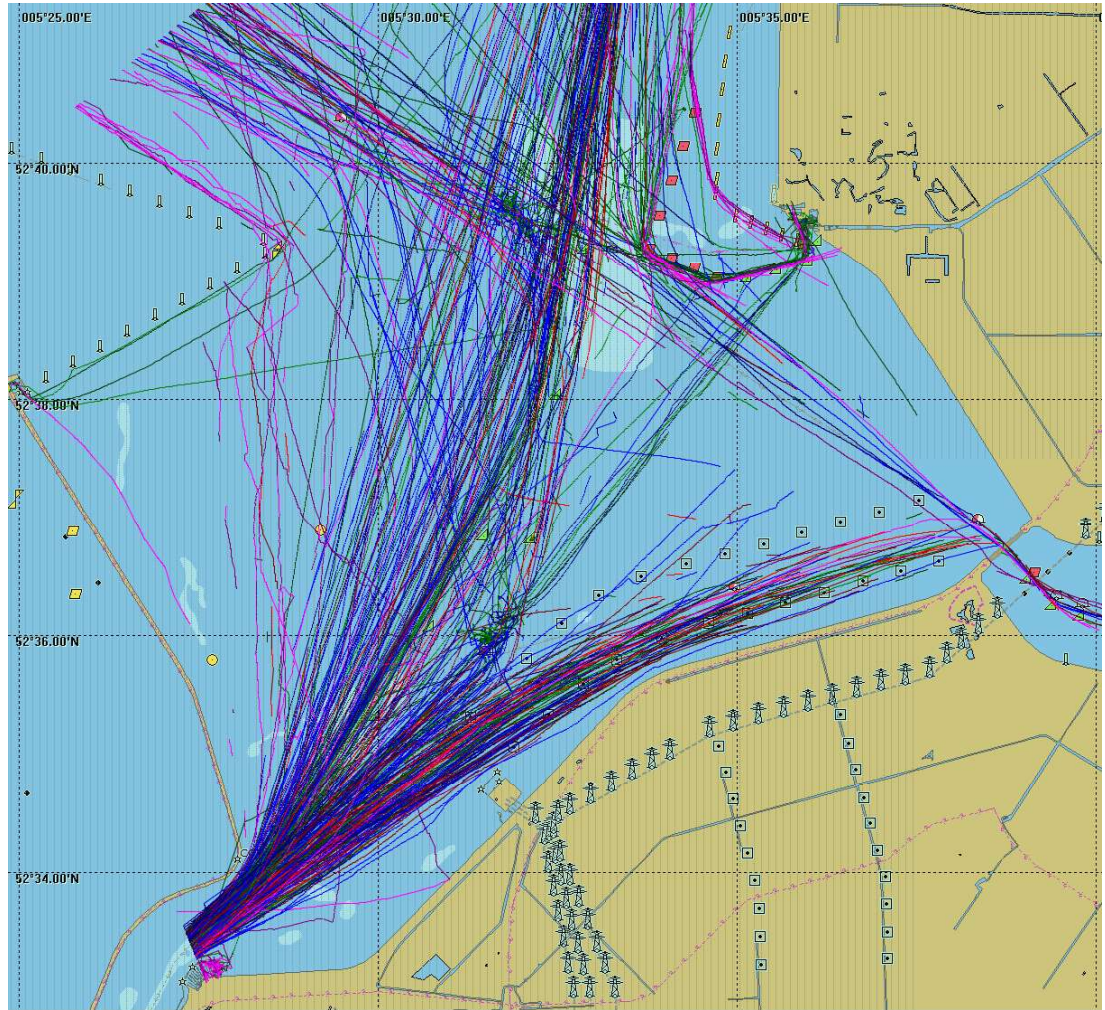
In totaal heeft dit 4 verschillende inrichtingsvarianten opgeleverd.

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 op 1 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 verplaatst worden. 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 meer detail beschreven in hoofdstuk 5.3.

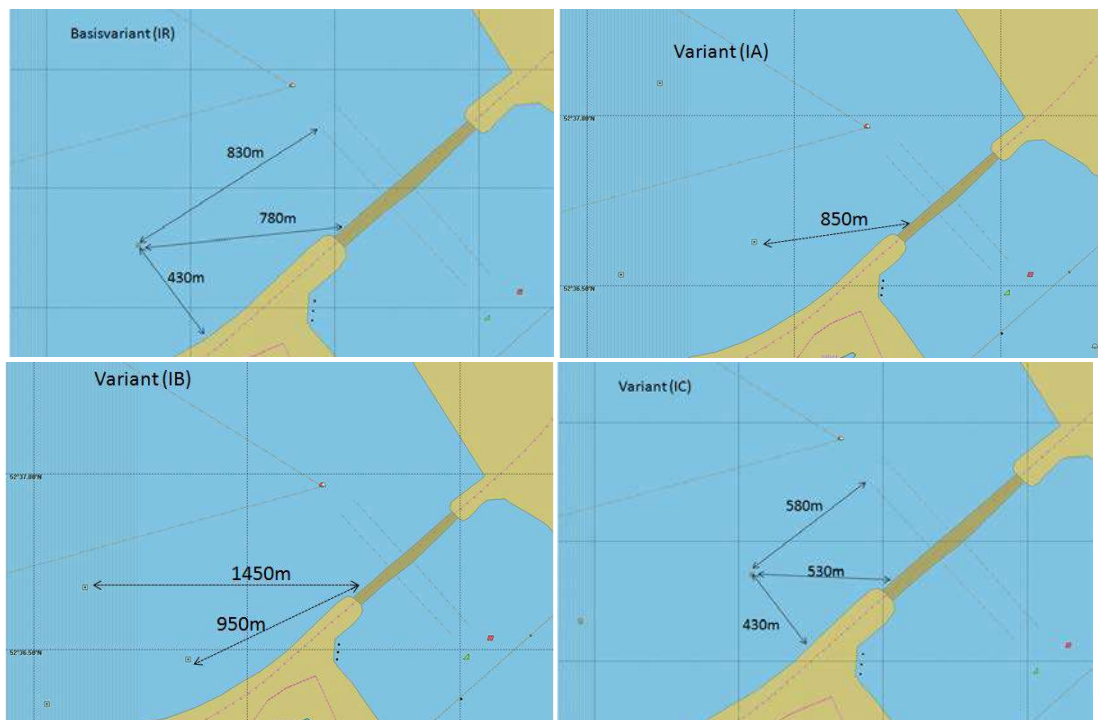
4.3 Situatie voor Ketelbrug

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 Hoofddoortvaarthoogte is 12,70 meter boven NAP. De hoofddoortvaartbreedte is 18 meter, dit betekent 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 zuidwestkant 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 dijk. Dit betekent dat er ongeveer 300m “manoeuvrerruimte” overblijft bij variant IC. Wanneer een schip ligt te wachten zou ze dit doen met een “driftsnelheid” van rond de 2kn ($\approx 1\text{m/s}$). 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 manoeuvrerruimte moet zijn tussen de turbines 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. Daarnaast is te verwachten dat de meeste grotere bruine vloot schepen vooraf marifooncontact met de brugbediening hebben en hun snelheid aanpassen om op tijd bij de brug te zijn en zo het wachten voor de brug te voorkomen.



Figuur 4-4 Afstanden tot de Ketelbrug voor verschillende varianten

Op basis van tellingen bij de Ketelbrug opgevraagd uit NIS (Netwerkmanagement Informatie Systeem), is het totaal aantal passages geanalyseerd van het beweegbare deel van de brug. In Tabel 4-1 is het aantal openingen en passages over 2016 per maand weergegeven. In kolom 2 en 3 wordt het aantal brugopeningen en gemiddeld aantal brugopeningen per dag weergegeven. In de zomermaanden is dit gemiddeld tot 14 keer per dag. In kolom 4 en 5 zijn het aantal totaal passages per richting weergegeven van het beweegbare deel van de brug, alle scheepstypen samen. In de zomermaanden kan dit aantal passages per maand oplopen tot ruim 800 passages per maand (ruim 28 gemiddeld per dag). Door het totaal aantal passages per maand in oostelijke richting te delen door het totaal aantal brugopeningen per maand, is het gemiddeld aantal passages per brugopening in oostelijke richting bepaald voor de verschillende maanden. Dit is weer gegeven in de laatste kolom. In de zomermaanden varieert dit gemiddelde tussen de 1,3 en 2 schepen per brugopening. Dit zou betekenen dat er gemiddeld maximaal tussen de 1,3 en 2 schepen liggen te wachten. Het gaat hierbij dus om een gemiddelde. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat schepen veelal rekening zullen houden met de brugopening en dus slechts een deel van de schepen zal echt liggen wachten, daarom is de 1,3 tot 2 een verwacht maximaal aantal wachtende schepen, in werkelijkheid zal dit aantal lager liggen

Uit de beschikbare gegevens volgt ook dat tijdens de zomermaanden het maximaal aantal passages per richting tussen de 18 en 32 passages (dit is volgt niet uit de tabel, maar wel uit de analyse van de gegevens). Per uur zijn er 2 openingen, dus dit betekent tussen de 9 en 16 passage per opening. In dit geval liggen er dus theoretisch maximaal 9 tot 16 schepen te wachten. Dit zullen veelal kleine recreatievaartuigen zijn. Informatie over de afmetingen van de schepen die passeerde zijn niet opgenomen in de beschikbare gegevens.

Omdat er vaste openingstijden zijn zal de kans dat er tussen de 9 en 16 schepen daadwerkelijk liggen te wachten erg klein zijn, schepen zullen in de planning van hun reis rekening houden met de brugopening. De beschikbare ruimte is bij goed weer voldoende voor het verwachte maximale aantal schepen, daarnaast zal het aantal passages bij slecht weer waarschijnlijk lager liggen.

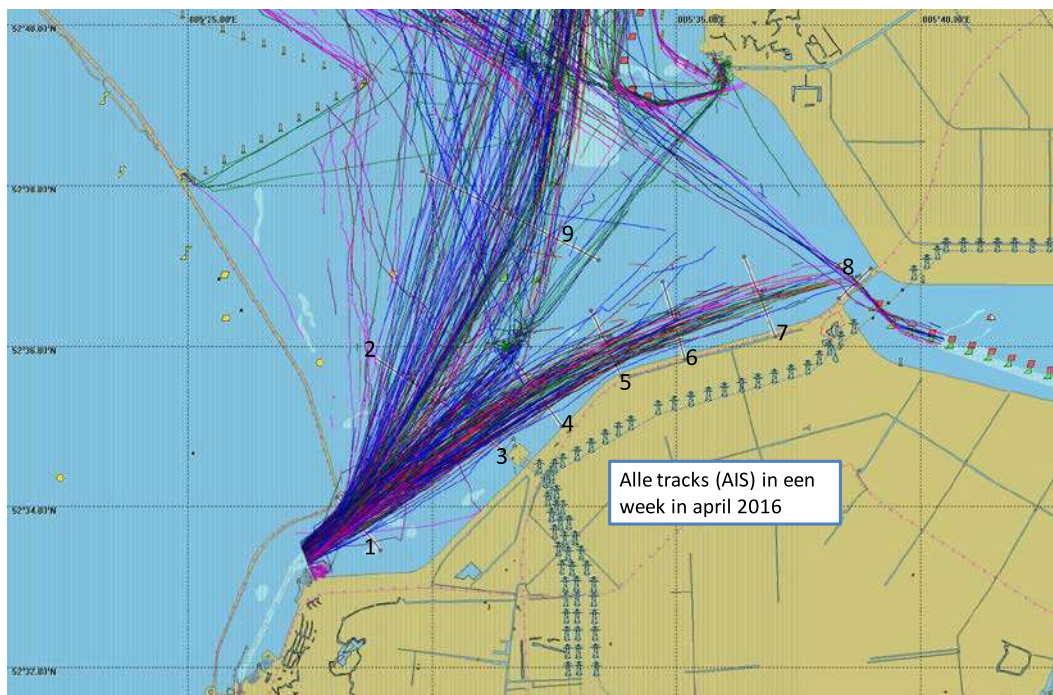
Tabel 4-1 Aantal passages beweegbare deel Ketelbrug en totaal aantal brugpassages in 2016.

Maand	# brug openingen per maand	Gem # openingen per dag	# passages telpunt (beweegbaar brug deel) per maand		Gemiddeld # passages per brugopening in oostelijke richting
			Westelijke richting	Oostelijke richting	
1	15	0,5	3	12	0,8
2	12	0,4	5	5	0,4
3	49	1,6	46	30	0,6
4	226	7,5	273	141	0,6
5	389	12,5	666	533	1,4
6	382	12,7	586	510	1,3
7	434	14,0	770	652	1,5
8	442	14,3	783	880	2,0
9	385	12,8	565	728	1,9
10	256	8,3	186	372	1,5
11	26	0,9	7	37	1,4
12	13	0,4	6	8	0,6

5 VERKEERSANALYSE IJSSELMEER

5.1 AIS-analyse

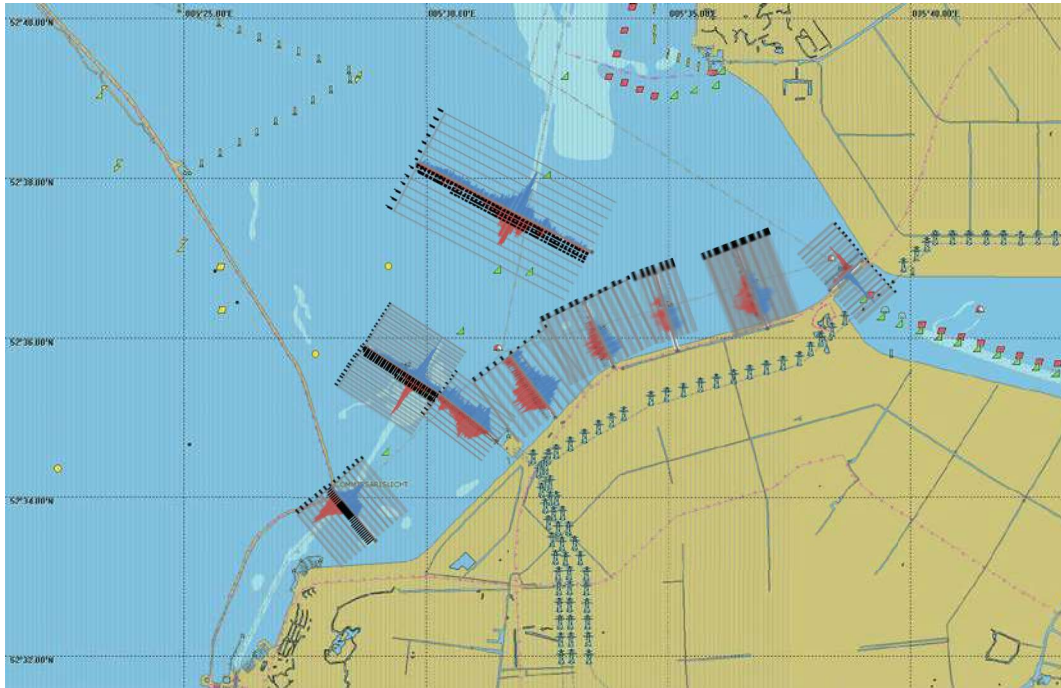
Op basis van AIS-data over 2016 is gekeken naar het scheepvaartverkeer in het gebied. De dekking van de AIS in dit gebied is niet goed, maar het geeft een goed eerste beeld van de routes die schepen varen in het gebied.



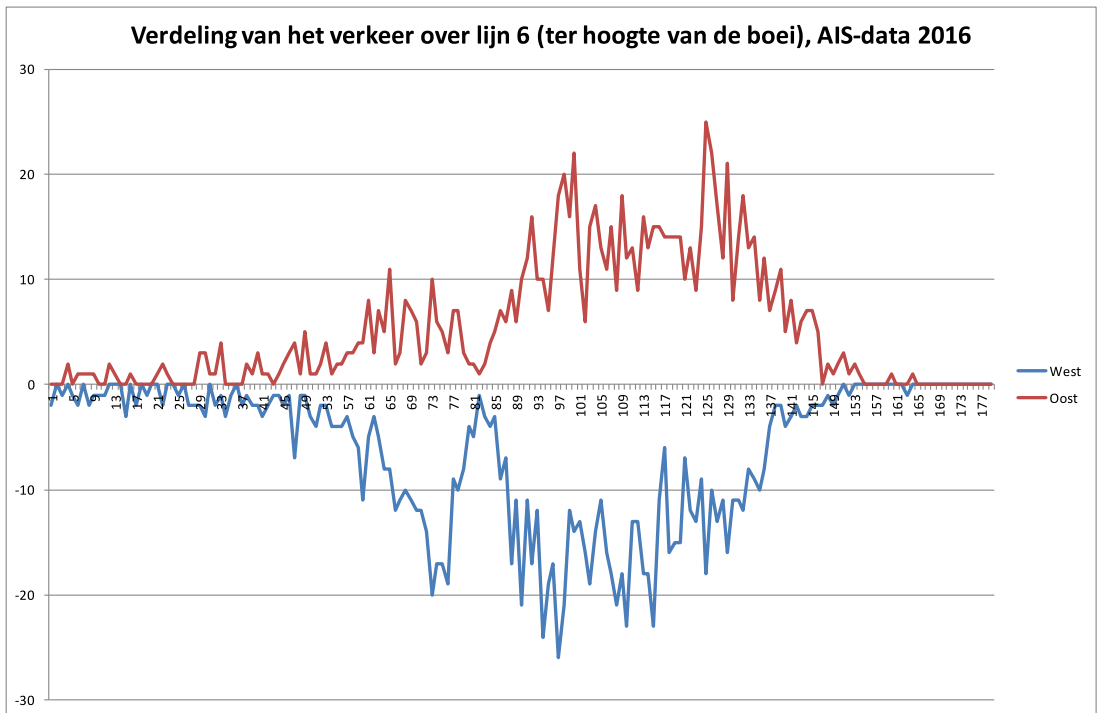
Figuur 5-1 Tracks van schepen waargenomen op basis van AIS, 1 week in april 2016.

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

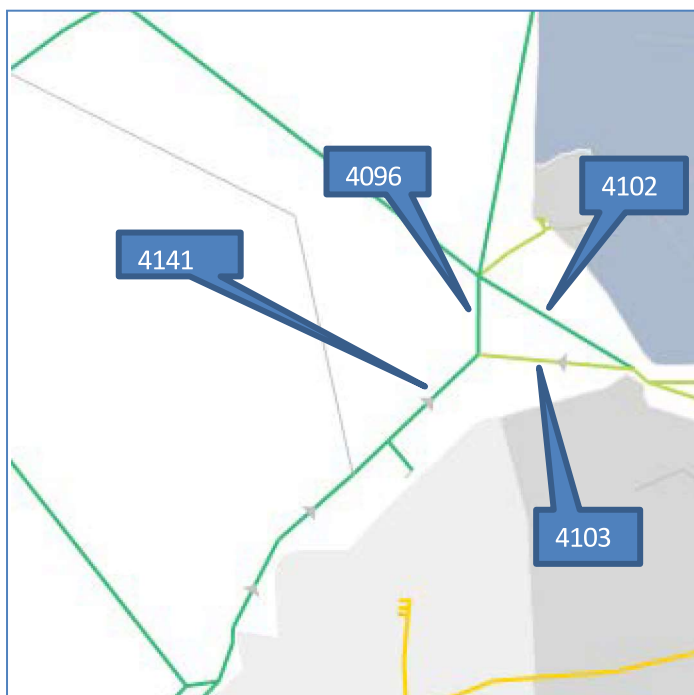
Voor de berekeningen met SAMSON is als input geen gebruik gemaakt van AIS-data omdat de dekking in dit gebied niet voldoende is om een goed en betrouwbaar beeld van het verkeer te creëren. Daarom is gebruikgemaakt van verkeersaantallen uit BIVAS2.

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 (per richting en 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)

Route	Totaal aantal passages per jaar		
	Richting		Totaal (beide richtingen)
	NW - N - NO - O	ZO - Z - ZW -W	
4141: Houtrib - EZ5	18.175	20.494	38.668
4096: EZ5 - Urk	12.028	12.916	24.944
4103: EZ5-Ketelbrug	6.147	7.578	13.725
4102: Ketelbrug-Urk	1.987	1.765	3.752



Figuur 5-4 Overzicht van de verschillende routes in de gegevens van BIVAS (nummers refereren naar de nummer in Tabel 5-1).

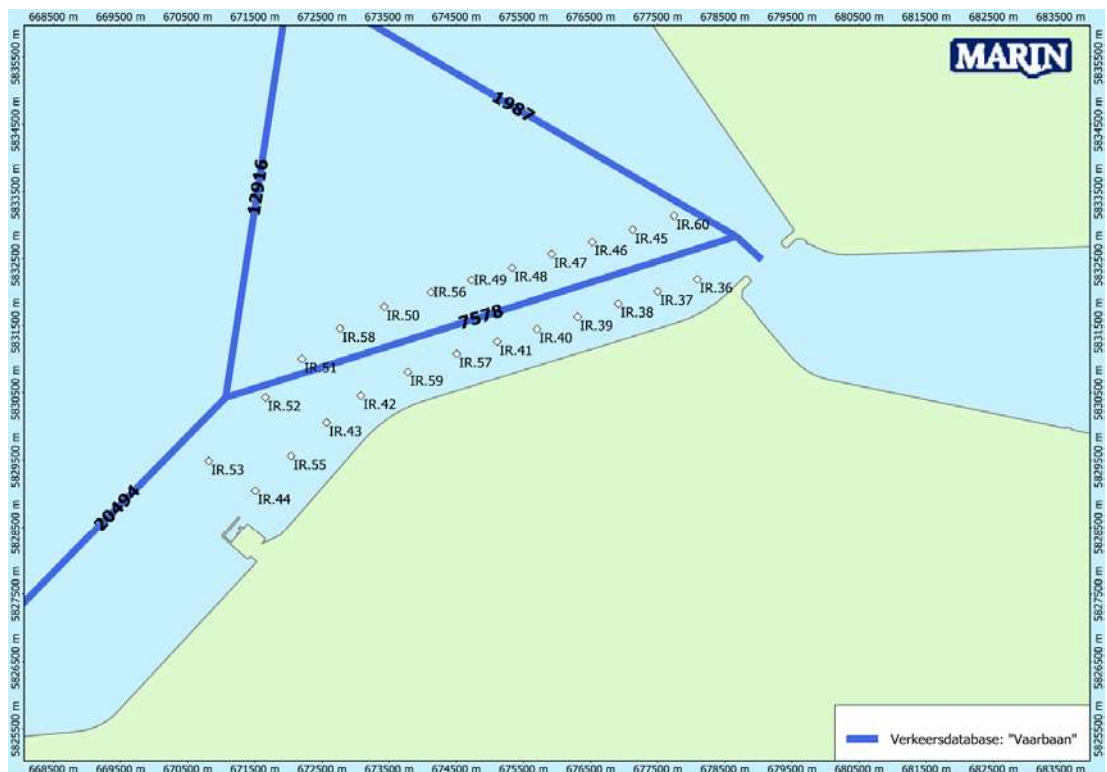
² BinnenVaart Analyse Systeem

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 de aantallen voor 1 richting weergegeven, het totaal aantal passages op de routes is dus ongeveer het dubbele.



Figuur 5-5 Verkeersdatabase waarbij de huidige gemarkeerde vaarweg is aangehouden als vaarroute van de schepen (beroepsvaart), aantallen per jaar 1 richting

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

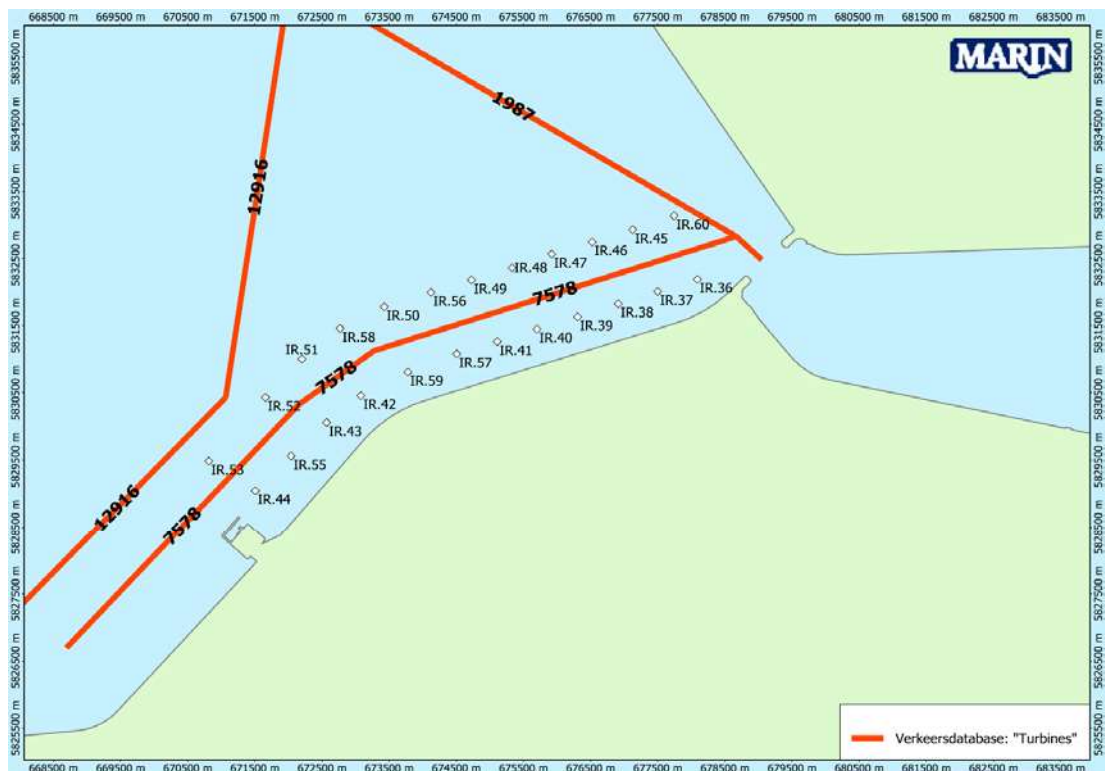
In Figuur 5-6 is schematisch weergegeven hoe de verkeersdatabase voor de situatie "turbines" eruit ziet. In de figuur zijn ook de aantallen voor 1 richting weergegeven. Hierbij zijn duidelijk de twee routes langs het park zichtbaar aan de zuidzijde van het park.

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), aantallen per jaar 1 richting

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.

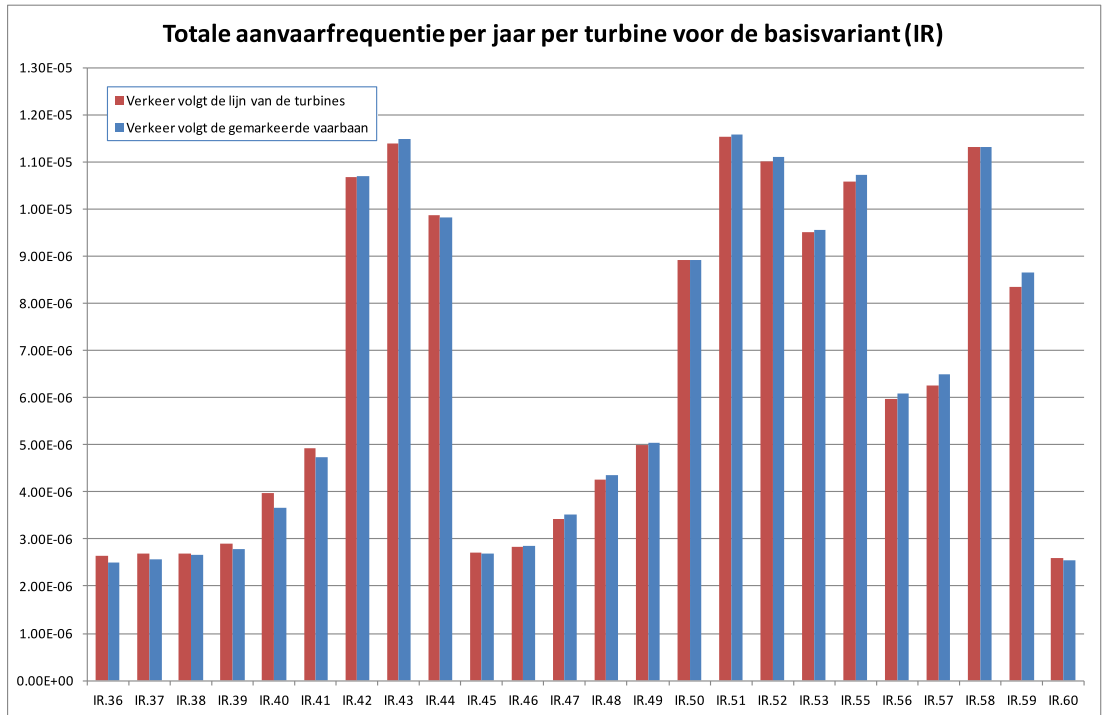
Inrichtings variant	Verkeers database	Totale Frequentie	Gem. eens per ... jaar	Gem. kans per turbine	Frequentie turbine met max. freq	Turbine met hoogste frequentie
Basis variant	Vaarbaan	1.56E-04	6395	6.52E-06	1.16E-05	IR.51
Basis variant	Turbines	1.56E-04	6412	6.50E-06	1.15E-05	IR.51
Variant IC	Vaarbaan	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.

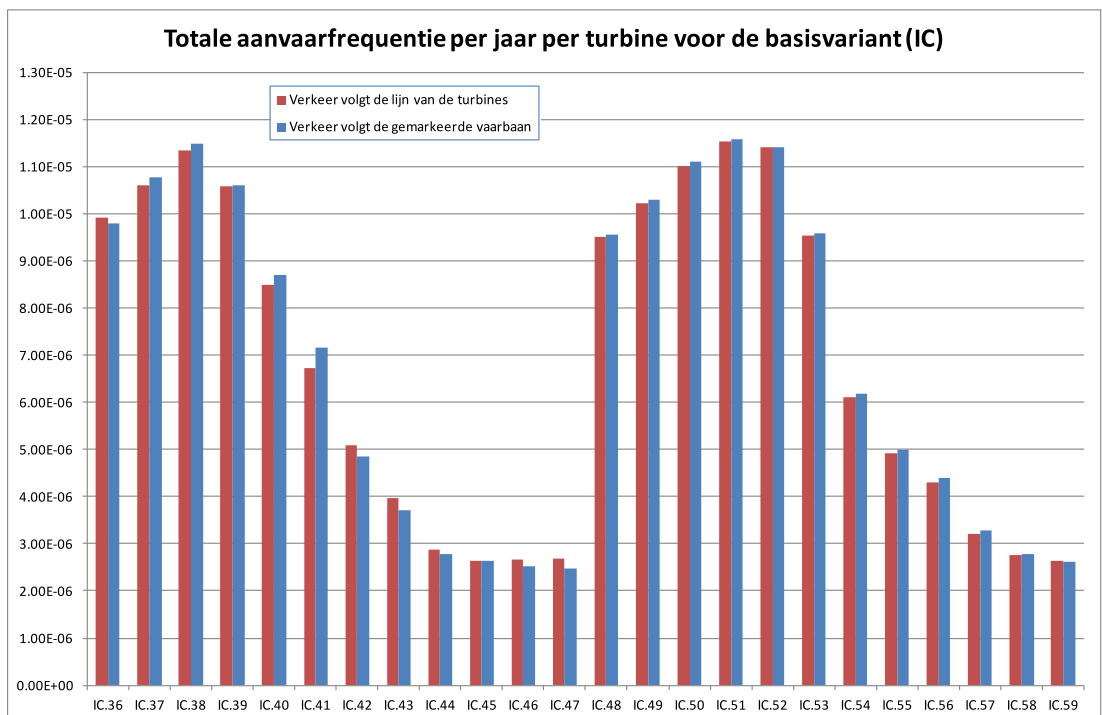
De totale aanvaar kans voor alle turbines samen ligt voor de IC variant iets hoger dan voor de Basisvariant (IR). De totale kans voor de IC variant is 1.65E04, dit is eens in de 6050 jaar (voor de verkeersdatabase waarbij de schepen de vaarbaan volgen). De totale kans voor de IR variant is 1.56E-4, eens 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 verkeersstroom is in beide situaties gelijk.

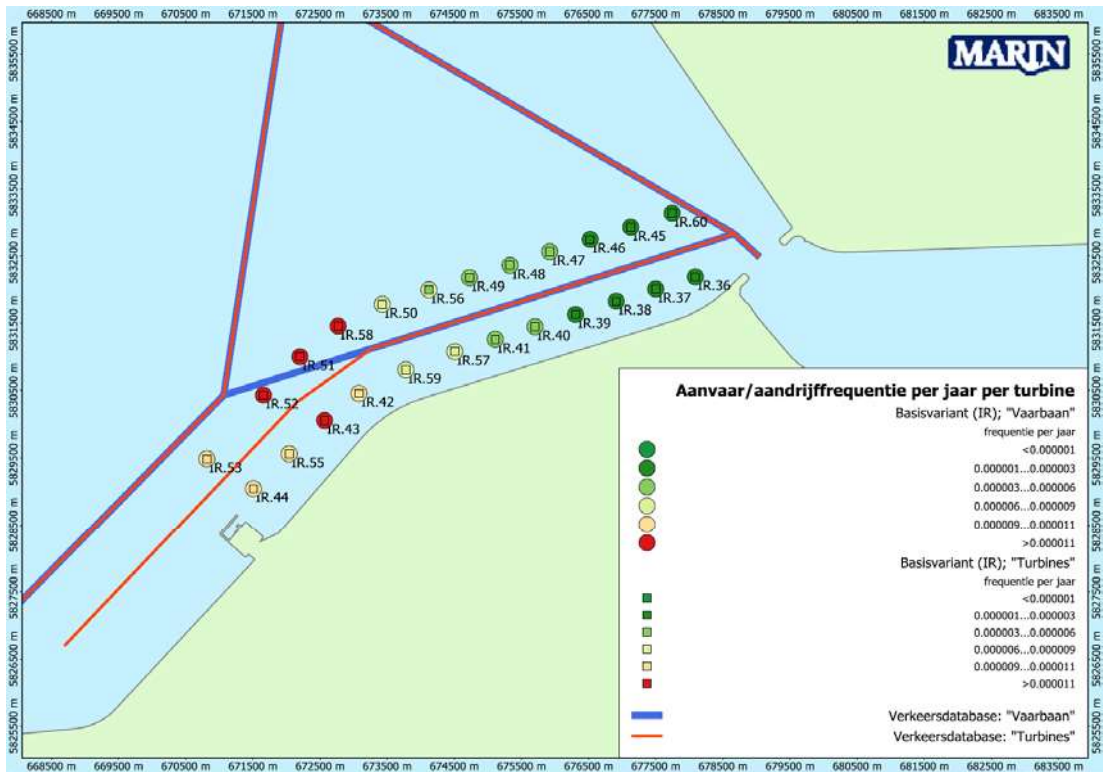
Verwacht was op voorhand dat de turbine aan de noordoost hoek van het park (IR.60) een grote bijdrage zou hebben (wellicht de grootste), dit volgt niet uit de berekeningen. Dit komt omdat de verkeersstroom tussen Urk en de Ketelbrug kleiner is dan in eerste instantie aangenomen. OP de verkeersstroom 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.



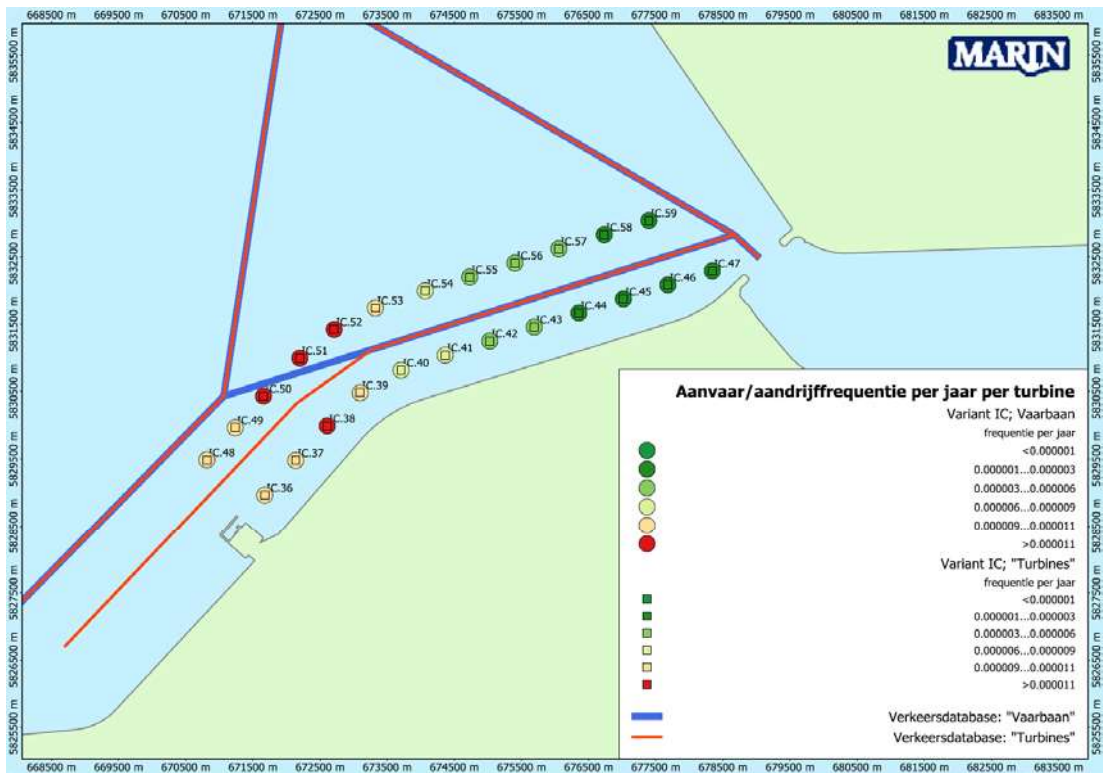
Figuur 6-1 Totale aanvaar/aandrijffrequentie per turbine basisvariant (IR)



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 voorkomen.

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 voor de recreatievaart

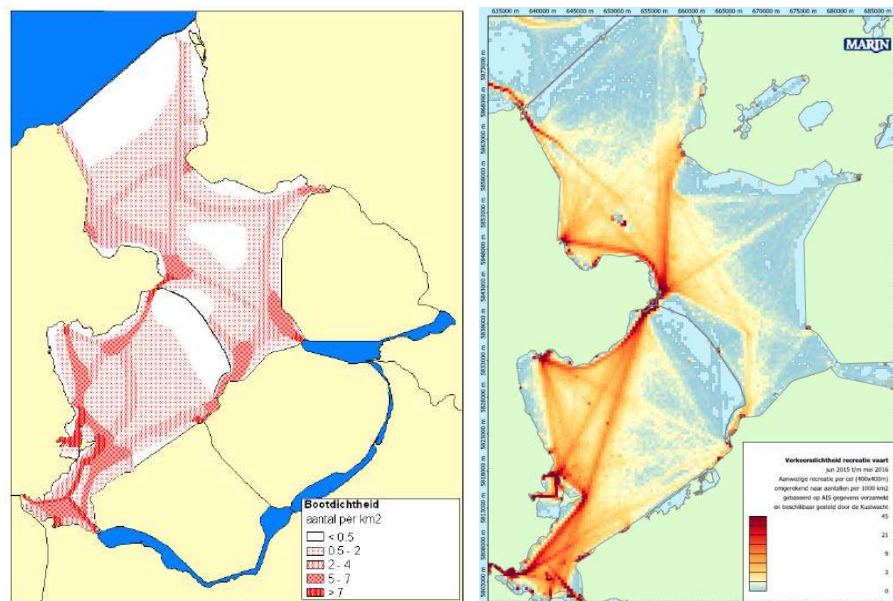
Het grootste risico dat het varen in een windpark oplevert voor een klein schip lijkt het incident te zijn waarbij een motorstoring of andere averij optreedt waardoor het schip niet meer onder controle is en op drift raakt. Indien deze averij/motorstoring plaatsvindt binnen een windpark en tijdig ankeren 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 km², dit is 0.3% van het totale oppervlakte van het IJsselmeergebied (1.800 km²). Als er aangenomen wordt dat het recreatieverkeer uniform verdeeld is over het IJsselmeer betekent dit dat er gemiddeld maximaal 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 recreatieverkeer is niet uniform verdeeld over het IJsselmeer. Omdat recreatievaartuigen niet allemaal AIS-aan boord hebben is er op basis van deze bron geen volledig beeld te creëren van de verdeling van het recreatieverkeer over het IJsselmeer. Daarnaast is, zoals eerder aangegeven, de dekking van de AIS nabij het windpark niet voldoende goed. Toch is, ter illustratie, in Figuur 6-5 (rechter kaart) een dichtheidskaart weergegeven van de recreatievaartuigen op het IJsselmeer in de periode 2015-2016. Deze kaart geeft dus slechts een deel van de schepen weer. Wel laat de kaart duidelijk zien dat het verkeer niet uniform verdeeld is. Een kaart, Figuur 6-5 (linker kaart), onder andere gemaakt op basis op gegevens van de Stichting Waterrecreatie advies en IIVIJ in het kader van een studie naar ecologie en ruimte op het IJsselmeer [2] laat de gemiddelde boottichtheid zien op een zomerse dag. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat deze kaart dateert uit een studie uitgevoerd in 2005. De beide kaarten lijken een tegenstrijdig beeld te laten zien nabij het windpark, echter is in deze studie al eerder geconcludeerd dat de dekking van de AIS op de locatie van de beoogde locatie niet goed is.



Figuur 6-5 Overzicht verdeling recreatie verkeer over het IJsselmeer

Het berekende aantal verwachte recreatievaartuigen op drift bij een uniforme verdeling van het recreatieverkeer is 0,78. Echter de gemiddelde dichtheid zal iets hoger liggen op de beoogde locatie, dus zal 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) + 30m (= diameter windturbine)) / (800m (= ruimte tussen de turbines) + 30m (= diameter van windturbine)), dus $50/830 = 0,060$. 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 $(1 - 0,060)^1 = 0,940$, dus de kans op het raken van minstens 1 windturbine gelijk aan $0,060$.

Bij de gemiddeld 1 incidenten per jaar in een windpark wordt de kans op het raken van een turbine $1 * 0,060 = 0,060$. Dit betekent dus gemiddeld eens in de 17 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 6-6 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 6-6 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 Verkeerssituatie

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:

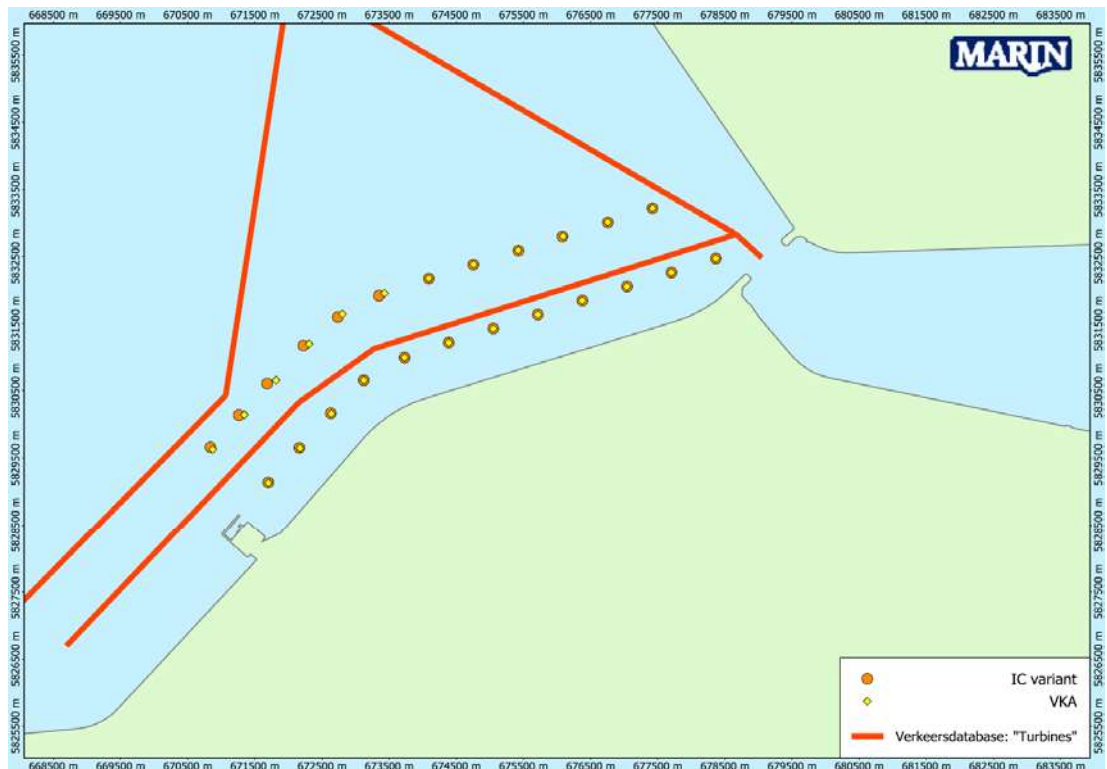
- Er kunnen twee verkeersroutes gaan ontstaan (vaarbaan / turbines), dit kan onduidelijke situaties veroorzaken in de interactie tussen de beroepsvaart onderling omdat men niet van elkaar kan inschatten welke route aangehouden wordt. Als ook voor de interactie tussen recreatievaart en beroepsvaart, omdat of voor de recreant hier duidelijk is wat de beroepsvaart 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 verkeerssituatie 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.

6.4 Voorkeursalternatie VKA

Na oplevering van de eerste resultaten heeft er nog een kleine aanpassing plaats gevonden aan de inrichting van het park, deze variant wordt VKA genoemd en is groten deels gebaseerd op de inrichting van de IC-variant. In Figuur 6-7 zijn beide inrichtingen weergegeven.



Figuur 6-7 Overzicht van de IC en de VKA variant.

Omdat de inrichting slechts op een paar punten iets afwijkt is er voor gekozen geen volledige nieuwe berekening of analyse uit te voeren. Er is een beknopte check uitgevoerd naar de effecten van de aanpassing van IC naar VKA op de verwachte aanvaar- aandrijffrequenties. Uit deze eerste beknopte vergelijking volgt dat de verschillen in frequentie tussen IC en VKA kleiner dan 0.5%. Daarom is er voor gekozen de resultaten voor IC in de rapportage te laten staan. Deze zijn dus ook bruikbaar als verwachte aanvaar en aandrijf frequenties voor VKA. Ook de overige kwalitatieve beschouwingen van de IC-variant zijn van toepassing op de VKA variant.

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 uiteindelijk geleid 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 volledig 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 ($14.000 / (5\text{dagen} \cdot 45\text{weken})$). 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 verkeersstroom 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 Aanvulling voor voorkeursalternatief VKA

Na oplevering van de eerste resultaten heeft er nog een kleine aanpassing plaats gevonden aan de inrichting van het park, deze variant wordt VKA genoemd en is groten deels gebaseerd op de inrichting van de IC-variant. Omdat de inrichting slechts op een paar punten iets afwijkt is er voor gekozen geen volledige nieuwe berekening of analyse

uit te voeren. Er is een beknopte check uitgevoerd naar de effecten van de aanpassing van IC naar VKA op de verwachte aanvaar- aandrijffrequenties. Uit deze eerste beknopte vergelijking volgt dat de verschillen in frequentie tussen IC en VKA kleiner dan 0.5%. Daarom is er voor gekozen de resultaten voor IC in de rapportage te laten staan. Deze zijn dus ook bruikbaar als verwachte aanvaar en aandrijf frequenties voor VKA. Ook de overige kwalitatieve beschouwingen van de IC-variant zijn van toepassing op de VKA variant.

7.3 Aanbevelingen

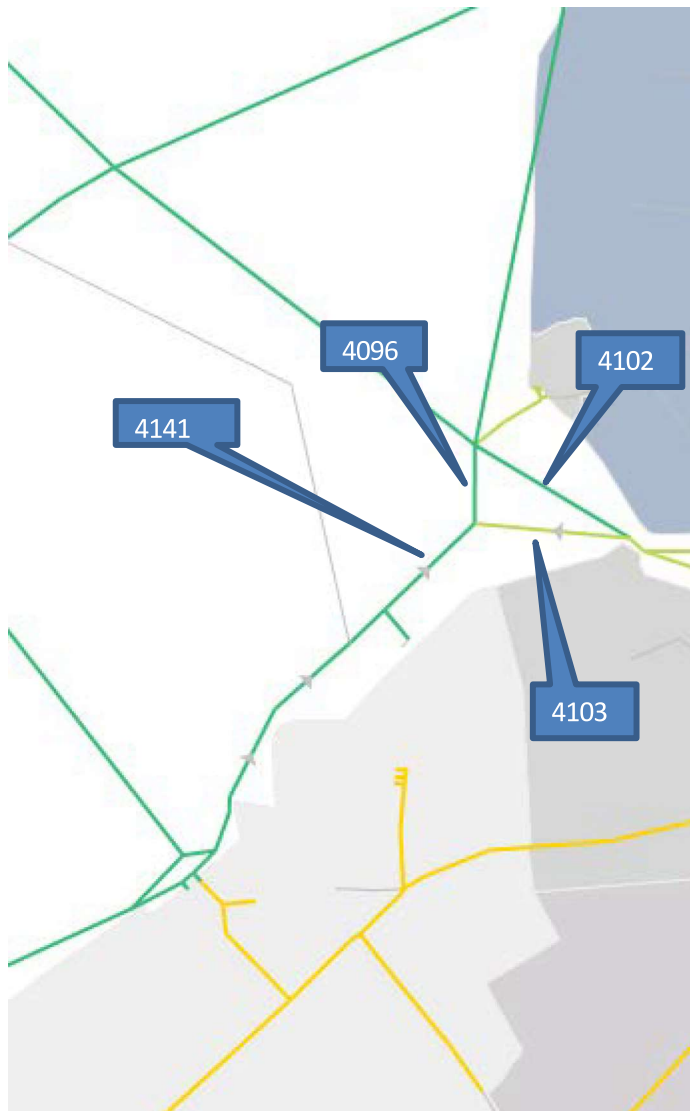
- Creëren van duidelijke verkeersbaan door het park door markering. Er moet een duidelijke keuze gemaakt worden in de voorkeursroute om de complexiteit van de situatie te beperken. Of de verkeersbaan verleggen zodat de lijn van de turbines gevolgd wordt of duidelijk de "uit- en ingang van het park markeren 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

- [2] Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer,
Markermeer en IJsselmeer.
RIZA rapport 2005.014

BIJLAGE A: Aantallen BIVAS



4141: Houtrib - EZ5	North-East		North-East Total	South-West		South-West Total	Grand Total
	empty	loaded		empty	loaded		
Scheepstype							
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
	empty	loaded		empty	loaded		
Scheepstype							
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 Total	West		West Total	Grand Total
	empty	loaded		empty	loaded		
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 Total
	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

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.

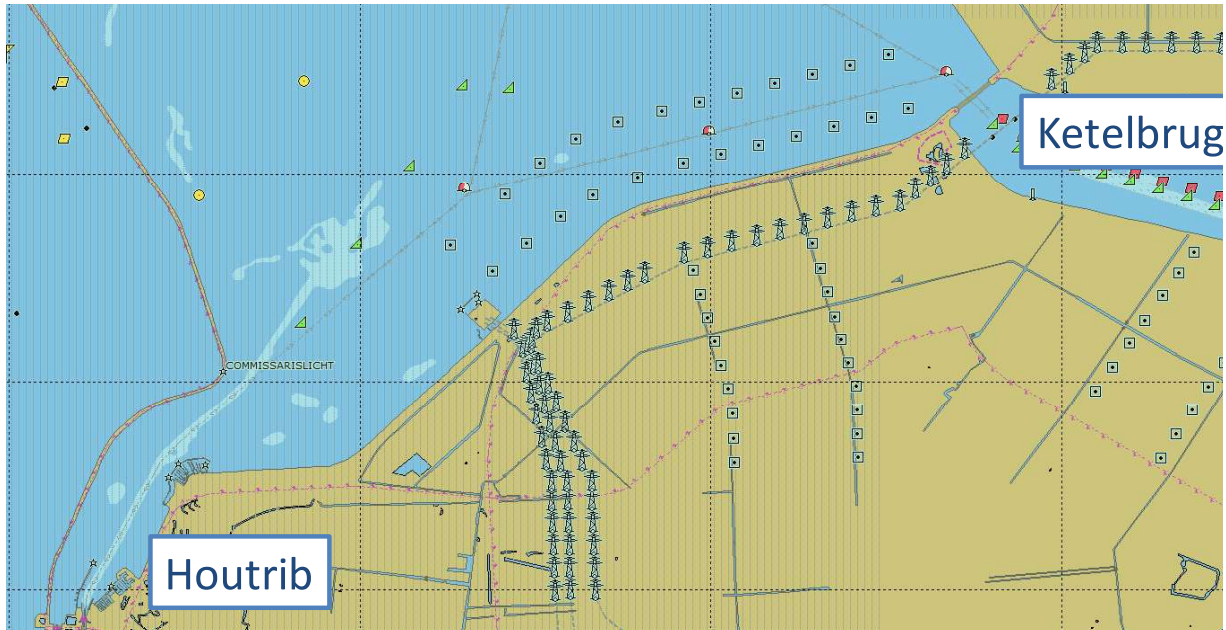
In de eerste fase zullen 3 inrichtingsvarianten onderzocht worden, wat moet leiden tot een VKA. Omdat de berekeningen met SAMSON niet voor het keuze moment klaar zullen zijn heeft Witteveen+Bos gevraagd een eerste inschatting van de mogelijke aanvaarkansen te geven, waarbij met name de verschillen tussen de drie varianten belicht zullen worden.

Deze memo bevat een korte beschrijving van de analyses van AIS-data die als voorbereiding zijn uitgevoerd 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.

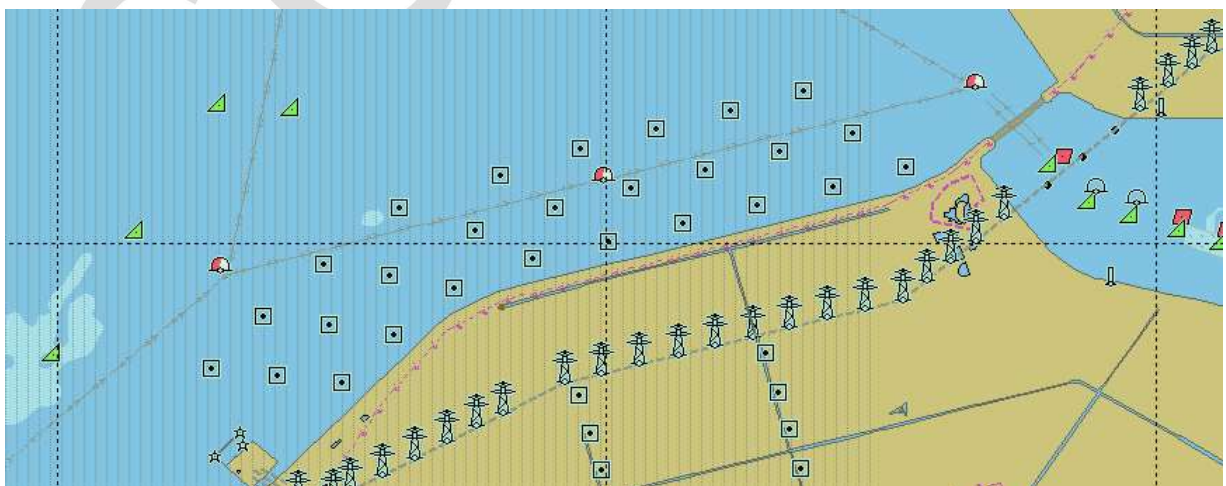
De basisvariant bestaat uit 24 turbines in twee rijen van 12 turbines. Variant 1A bestaat ook uit 21 turbines met 10 aan de noordzijde en 11 aan de zuidzijde. Tenslotte variant 1B bestaat uit 27 turbines in drie rijen van ieder 9 turbines.



Figuur 2-1 De basis inrichtingsvariant.



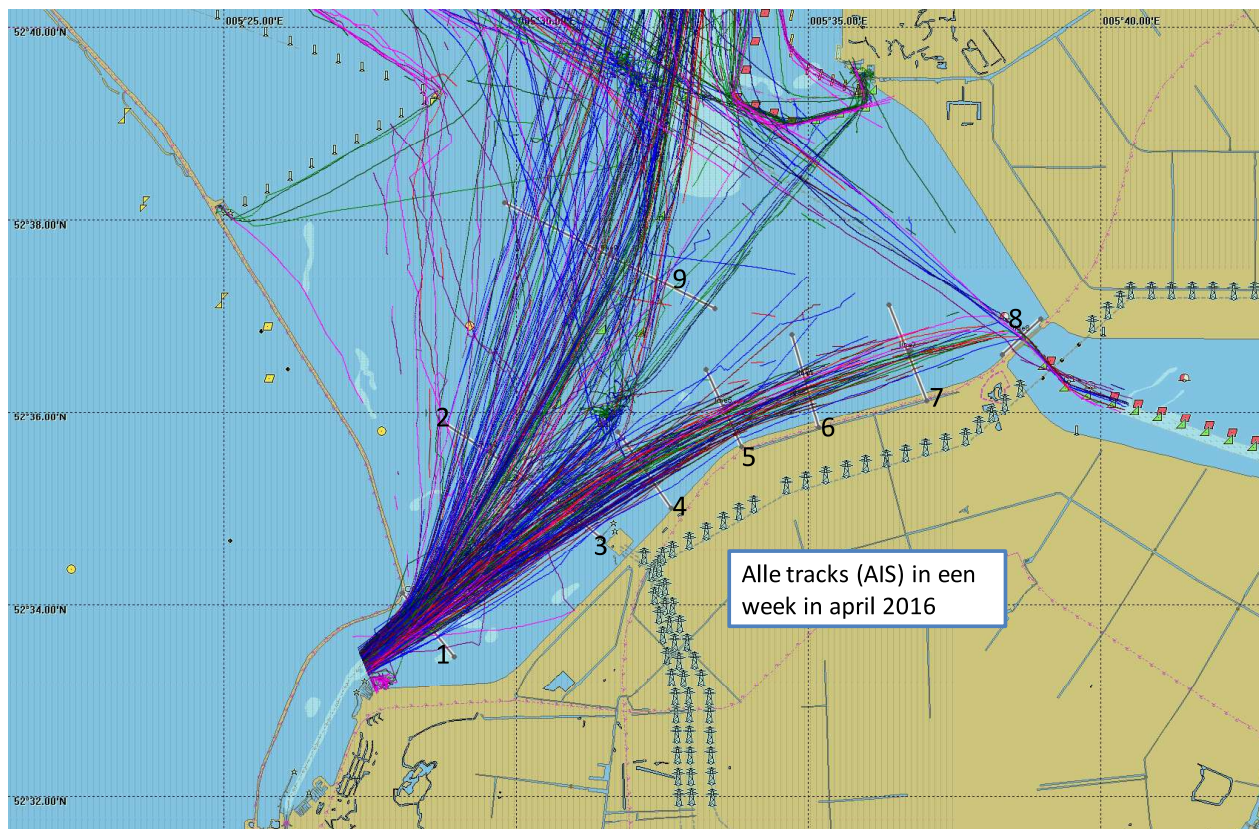
Figuur 2-2 Inrichtingsvariant 1A



Figuur 2-3 Inrichtingsvariant 1B

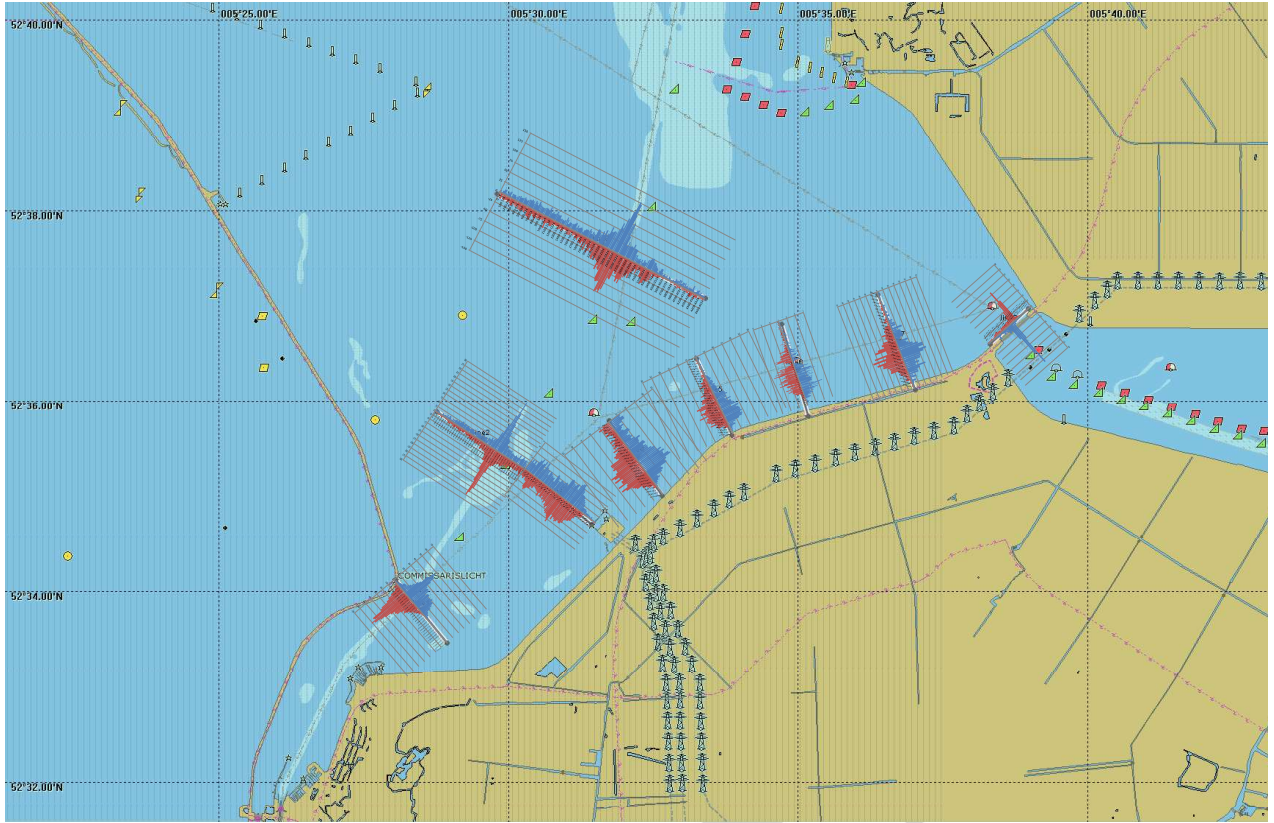
3 AIS-ANALYSE

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.



4 KWALITATIEVE BEOORDELING

4.1 Basisvariant

Aantal turbines: 24.

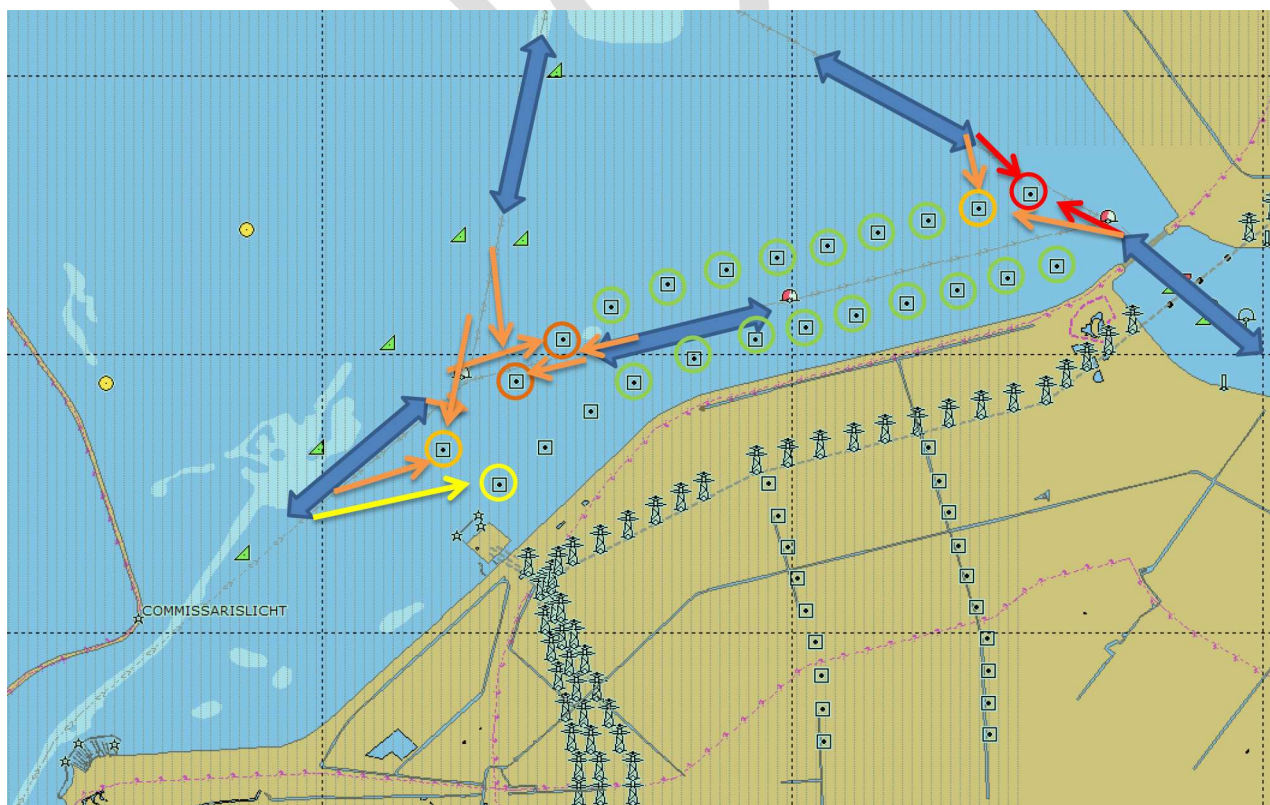
Twee mogelijke verkeersstromen:

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.

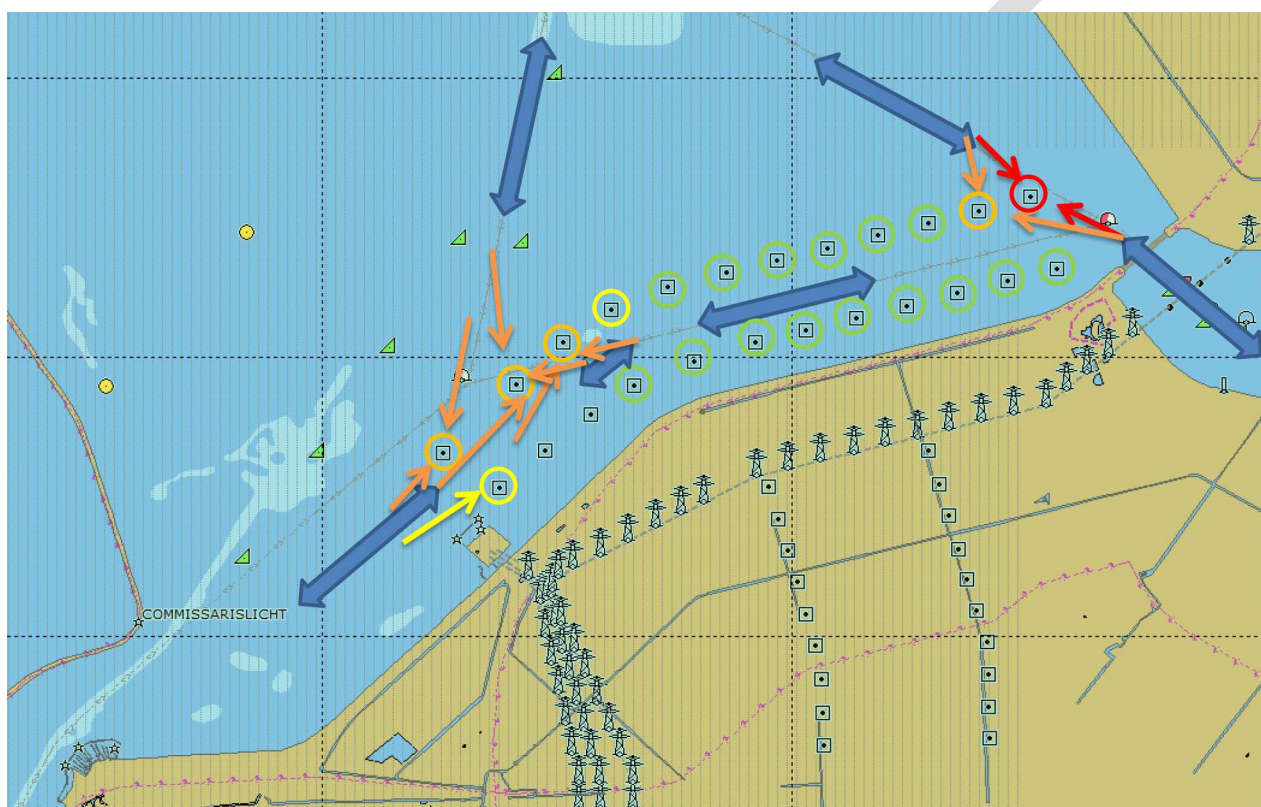
De meest kritieke turbine is de turbine aan de noordoostzijde van het park. Dit komt mede door de twee verkeersstromen die langs deze turbine passeren. Daarnaast zijn de verwachte aanvaarkansen voor de beide turbines waar tussen de schepen het park verlaten/binnen komen ook relatief hoger dan voor de 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

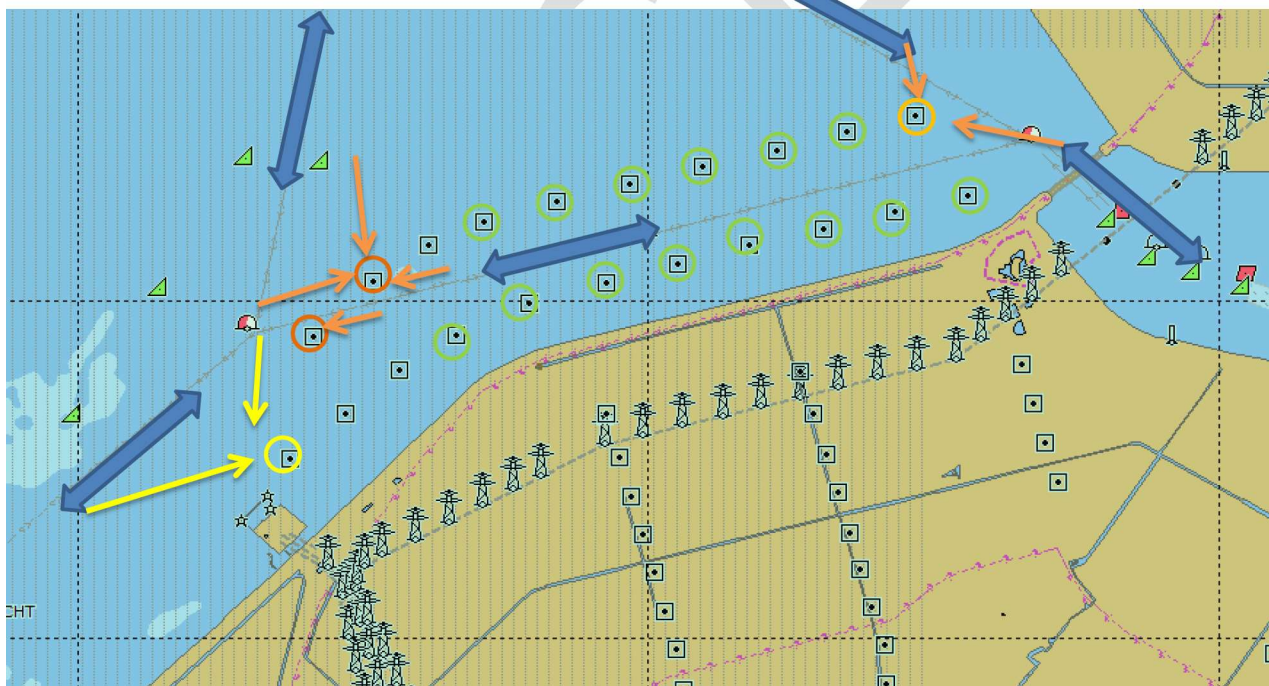
Aantal turbines: 21.

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.

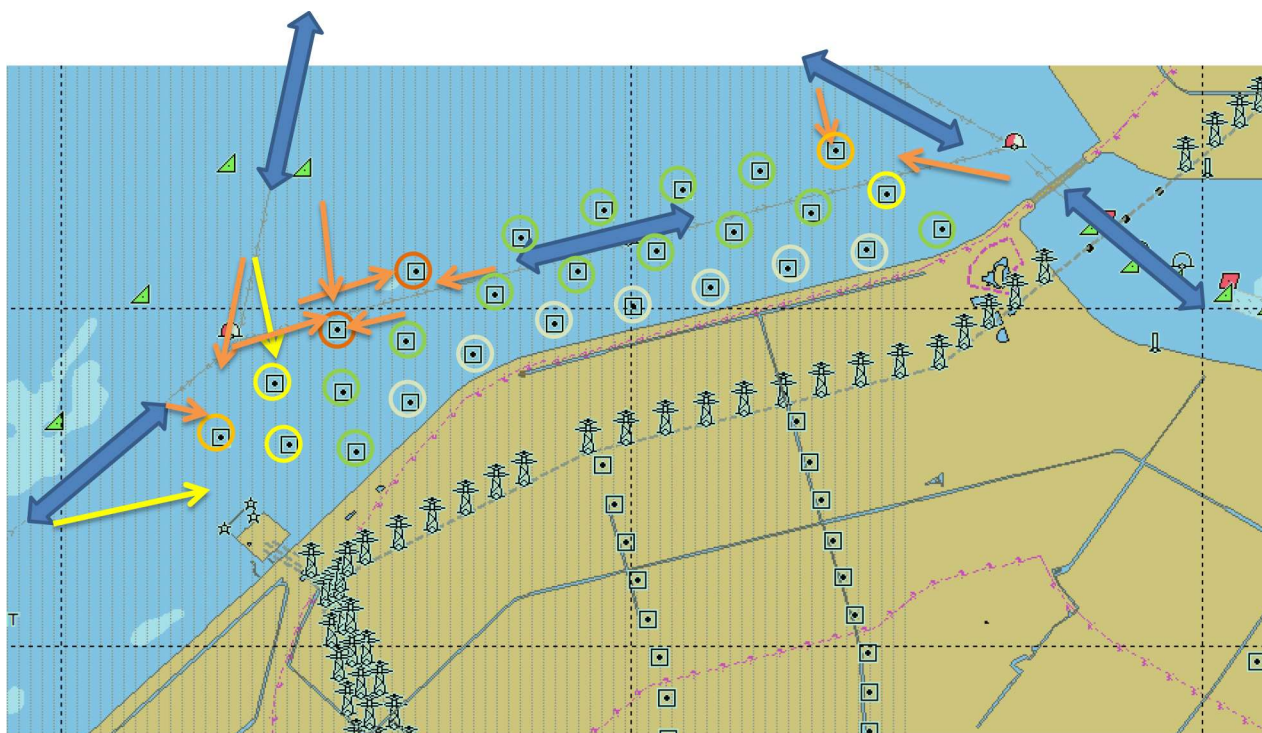
Door deze inrichting zijn drie mogelijke verkeerssituaties denkbaar, waarbij situatie 1 en 2 gelijk zijn aan de situaties bij de basisvariant en inrichtingsvariant 1A.

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

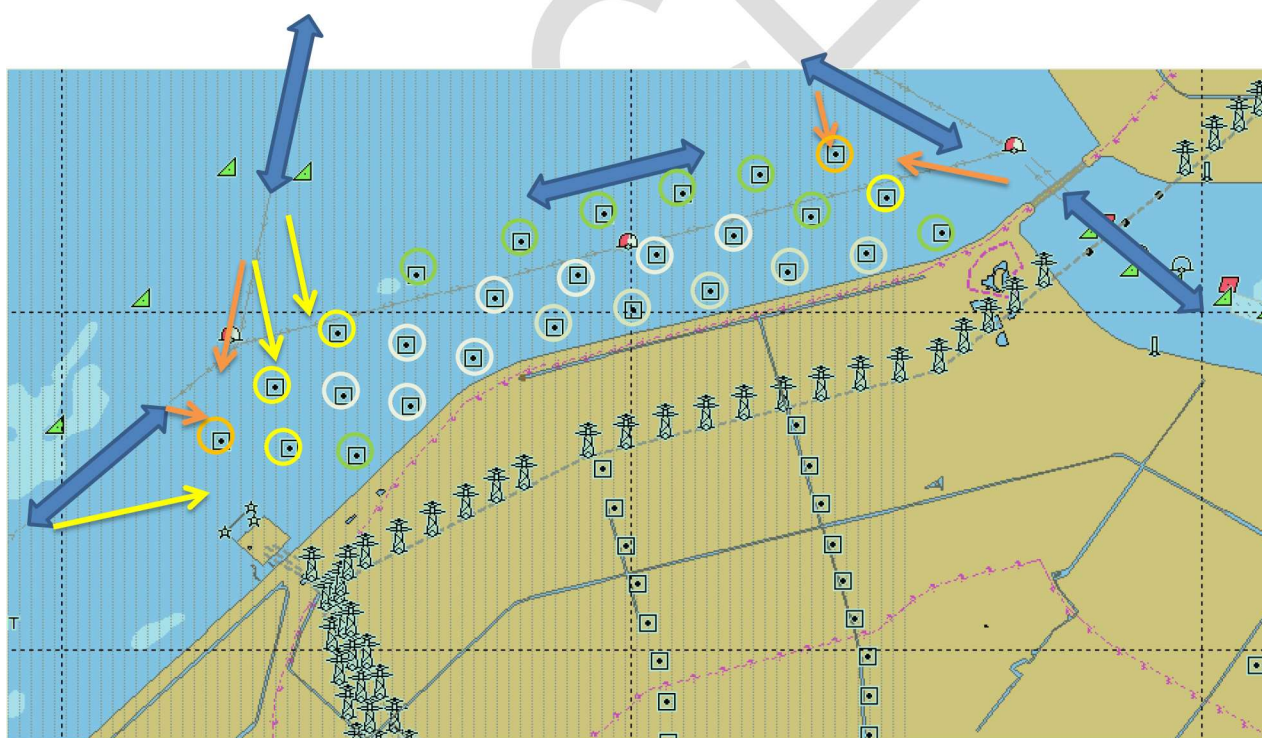
Voor situatie 1 is in Figuur 4-4 een situatie schets gegeven. De analyse van de situatie en de verwachte aanvaarkansen voor de verschillende turbines is vergelijkbaar met de analyse voor de basisvariant en variant 1A. De hoogste verwachte aanvaarfrequenties liggen bij de meest noordoostelijke turbine 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 vermeden 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



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

